

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінженерії та автомобільного транспорту

Пояснювальна записка

до дипломної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

«Магістр»

на тему: «Дослідження геометричних параметрів диска луцильника та їх впливу на якість обробітку ґрунту»

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
освітнього ступеня «магістр» групи 1

Керівник: _____

Рецензент: _____

Полтава – 2022 року

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на тему: «Дослідження геометричних параметрів диска луцильника та їх впливу на якість обробітку ґрунту».

Дипломна робота складається із пояснювальної записки, що містить 60 сторінок, 17 рисунків, 19 таблиць, та графічної частини у формі презентації з демонстрацією отриманих в дипломній роботі результатів на 7 слайдах.

Метою дипломної роботи є пошук оптимальних геометричних параметрів сферичних дисків і технологічних параметрів процесу обробітку ґрунту, за яких буде найвища якість виконання робіт згідно агротехнічних вимог, і як наслідок, підвищення врожайності і покращення її якості. Об'єктом дослідження дипломної роботи є сферичний диск луцильника, його геометричні параметри. А також, ґрунтове середовище, в якому дисковий орган працює і чинить вплив на ґрунт. Предметом досліджень є характер зміни енергетичних та якісних показників роботи луцильника.

Методи досліджень теоретичні дослідження процесів взаємодії диска луцильника з ґрунтовим середовищем проведені з використанням механіко-математичного моделювання на підставі основних положень вищої математики, теоретичної й аналітичної механіки, опору матеріалів та землеробської механіки. При дослідженні впливу геометричних параметрів диска на якість обробки ґрунту використовували методи теоретичного і експериментального дослідження.

Встановлено що, при обробітку ґрунту луцильником, оснащеним експериментальними дисками, сумарний річний економічний ефект складатиме 591774,98 грн..

ДИСКОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ЕКСПЕРИМЕНТ, МЕТОДИКА, ЯКІСТЬ ҐРУНТУ, ТЯГОВИЙ ОПІР, ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ЛУЦИЛЬНИК.

ЗМІСТ

Реферат	4
Вступ.....	7
1. СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ	9
1.1. Аналіз сільськогосподарських машин для виконання технологічної операції лушення	9
1.2. Аналіз агротехнічних вимоги до виконання технологічної операції лушення.....	12
1.3. Аналіз факторів що впливають на якісне виконання технологічної операції лушення	14
1.4. Висновки за розділом 1	17
2. МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1. Постановка завдання експериментальних досліджень	18
2.2. Методика проведення експериментальних досліджень	18
2.3. Методика проектування експериментальних дисків луцильника	20
2.4. Методика проведення лабораторних досліджень дисків на установці з моделювання руху робочих органів ґрунтообробних машин	25
2.5. Методика підготовки ґрунту для проведення експерименту та визначення його якісних показників	28
2.6. Послідовність виконання експериментальних досліджень.....	31
2.7. Висновки за розділом 2	33
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
3.1. Результати експериментальних досліджень	34
3.2. Результати впливу кута атаки експериментальних дисків на якість обробки ґрунту	35
3.3. Результати впливу глибини ходу експериментальних дисків на якість обробітку ґрунту	37
3.4. Результати впливу технологічних параметрів процесу на тяговий опір дискових робочих органів.....	39
3.5. Висновки за розділом 3	43
4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
4.1. Рекомендації щодо алгоритму впровадження результатів дослідження у виробництво	44
4.2. Екологічна експертиза.....	45

	6
4.3. Охорона праці.....	47
4.4. Техніко-економічне обґрунтування досліджень	49
4.5. Висновки за розділом 4.....	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
ДОДАТКИ.....	60

ВСТУП

Актуальність теми. Аналіз існуючих розробок в галузі обробки ґрунту дисковими лушчильниками дає змогу визначити необхідність додаткових досліджень стосовно уточнення оптимальних геометричних параметрів дисків лушчильників, які широко застосовують при передпосівному обробітку ґрунту. Дискування ґрунту перед посівом дозволяє отримати високий результат передпосівного обробітку, і як наслідок, високу якість врожаю.

Метою дипломної роботи є пошук оптимальних геометричних параметрів сферичних дисків і технологічних параметрів процесу обробітку ґрунту, за яких буде найвища якість виконання робіт згідно агротехнічних вимог, і як наслідок, підвищення врожайності і покращення її якості.

Для досягнення мети формулюємо послідовність відносно самостійних наукових завдань:

- спроектувати та виготовити експериментальні диски;
- розробити план і послідовність проведення експерименту по дослідженню впливу геометричних параметрів дисків різних конструкцій і різних технологічних параметрів процесу на показники якості обробітку ґрунту;
- встановити математичну і економічну інтерпретацію результатів експерименту;
- перевірити вплив геометричних параметрів дисків на якісні показники обробітку ґрунту.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є сферичний диск лушчильника, його геометричні параметри. А також, ґрунтове середовище, в якому дисковий орган працює і чинить вплив на ґрунт.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є характер зміни енергетичних та якісних показників роботи лушчильника

Методи дослідження. Теоретичні дослідження процесів взаємодії диска лушчильника з ґрунтовим середовищем проведені з використанням механіко-математичного моделювання на підставі основних положень вищої

математики, теоретичної й аналітичної механіки, опору матеріалів та землеробської механіки. При дослідженні впливу геометричних параметрів диска на якість обробки ґрунту використовували методи теоретичного і експериментального дослідження. Експериментальні дослідження виконували у лабораторних і виробничих умовах за відповідними методиками з використанням спеціального і стандартного обладнання, дослідних (модельованих) зразків ґрунтообробних робочих органів. При обробці отриманих результатів використовувалися методи математичної статистики [1].

Теоретична значущість роботи полягає у наступному:

- встановлена аналітична залежність зміни опору ґрунту від геометричних параметрів диска лушильника, кута загострення крайки леза диска лушильника;

- встановлено оптимальні параметри диска лушильника, що відповідають оптимальним експлуатаційним показникам роботи та якісним характеристикам виконання технологічної операції;

- отримані математичні моделі залежності тягового опору, глибини обробітку від величини спрацювання крайки леза диска лушильника.

Практична значущість роботи полягає в розробленні методики визначення оптимальних геометричних параметрів диска лушильника на основі комплексного підходу відповідно до системи якості «поле-машина». Результати роботи використані у рекомендаціях по експлуатації та обслуговуванню дисків лушильника. Використання даної методики сприяє якісному виконанню технологічної операції лушення стерні з дотриманням допустимих агротехнічних вимог якісних показників та зменшенню сумарних витрат на проведення технічних обслуговувань та енерговитрати.

1. АНАЛІЗ НАУКОВИХ ОСНОВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

1.1. Аналіз сільськогосподарських машин для виконання технологічної операції лушення

Дослідами встановлено, що дискування ґрунту перед посівом дозволяє отримати кращі результати, ніж обробіток культиватором. З'ясувалось, що дисковий луцильник краще підрізає бур'яни, ніж культиватор з універсальними стрілочатими лапами, повільніше забивається рослинними залишками. Але версія, що дискові луцильники сильніше розпушують ґрунт, не підтвердилася. Сфера застосування дискових луцильників у сільському господарстві за останні роки значно розширилась, їх стали застосовувати також для поверхневої обробітку ґрунту після збирання культур (соняшника, кукурудзи).

Для лушення стерні при зяблевому обробітку ґрунту використовують симетричні дискові луцильники. За пропозицією вчених (науково-дослідний інститут механізації сільського господарства) до трактора ХТЗ був розроблений дисковий луцильник ЛБД-4,5 з діаметром дисків 450 мм та відстанню між ними 170 мм. Як результат, серійно випускались дискові луцильники ЛД-5 до трактора класу 1,4 тс, ЛД-10 до трактора класу 3 тс та ЛД-15 до трактора класу 6 тс [2].

Для покращення лугів та пасовищ створено сімейство гідрофікованих дискових луцильників ЛДГ-5, ЛДГ-10, ЛДГ-15 та ЛД-20, виробництво яких було завершено розробкою нового широкозахватного луцильника ЛДГ-20. Технічна характеристика симетричних луцильників подана у таблиці 1.1.

Перевагою гідрофікованих луцильників є те, що підйом та опускання робочих органів виконується за допомогою гідравлічної системи трактора, заглиблення дисків відбувається під дією самого луцильника. Симетричні луцильники характеризуються високою продуктивністю, простотою конструкції та правилами експлуатації, низькою матеріалоємністю. Однак

після кожного проходу луцильника в середині залишається розвальна борозна, а по краях – звальна. Вирівнювач частково усуває відмічений недолік, але і при цьому важко отримати рівномірний обробіток поля [3].

Таблиця 1.1. – Технічна характеристика симетричних луцильників.

Показники	ЛДГ-5	ЛДГ-10	ЛДГ-15	ЛД-20	ЛДГ-20
Ширина захвату, м	5,0	10,0	15,0	20,0	20,0
Продуктивність в га за год. чистої роботи	5,0	10,0	15,0	15,3	20,0
Робоча швидкість, км/год.	9 – 11			8 – 9	9 – 11
Глибина обробітку, см	до 10				
Число дискових батарей	4	8	12	16	
Число дисків	36	73	109	147	
Кут атаки, град.	15 – 35			25 – 35	15 – 35
Дорожній просвіт, мм	350	400		250	400
Габаритні розміри в робочому положенні*, м					
довжина	4,8(4,3)	7,5(7,4)		10,7(10,4)	13,7(13,3)
ширина	5,3(3,2)	11,3(5,0)		16,5(5,0)	20,3(5,2)
висота	0,7(0,8)	1,1(1,2)		1,1(1,2)	0,95(1,2)
Маса, кг	1100	2500		3760	5600
Агрегатується з тракторами класу,	1,4	3,0		5	5 – 6
* Габаритні розміри в транспортному положенні вказані у дужках.					

У несиметричних дискових луцильників робочі органи розташовані на одній лінії несиметрично до повздовжньої вісі трактора. Одним з недоліків цих машин є те, що вони на важких ґрунтах не заглиблювалися до потрібної глибини, а на легких – занадто заглиблювалися у ґрунт і унеможлилювали регулювання. Однак протягом наступних років досліди, проведені у Науково-дослідному інституті механізації сільського господарства, підтвердили, що лущення стерні зернових та пропашних культур на глибину 10 – 12 см дозволяє з великим успіхом боротись проти бур'янів, зберігати вологу у ґрунті, покращувати якість наступної оранки та позитивно відобразитись на урожаї сільськогосподарських культур. Після таких результативних дослідів питання розробки та впровадження несиметричних дискових луцильників стало привертати до себе увагу. Технічна характеристика несиметричних луцильників-сіялок та луцильників приведена в таблиці 1.2 [3].

Таблиця 1.2. Технічна характеристика несиметричних луцильників-сіялок та луцильників.

Показники	ЛДС-4; ЛДС-4А	ЛДС-6	2ЛДС-6	ЛГ-6
Ширина захвату, м	3,6 – 3,9	5,5	11,0	5,5
Продуктивність в га за год. чистої роботи	2,6	3,8	7,7	4,9
Робоча швидкість, км/год.	6,8			8 – 10
Глибина обробітку, см	4 – 10			10 – 14
Число дискових батарей	4	6	12	6
Число дисків	24	36	72	36
Кут атаки, град.	25 – 35			
Дорожній просвіт, мм	250			
Габаритні розміри в робочому положенні*, м				
довжина	5,6(8,2)	6,2(9,2)	20,3(25,8)	6,8(10,1)
ширина	5,3(2,1)	7,5(2,2)	12,8(3,9)	6,2(2,2)
висота	1,2(1,2)	1,2(1,3)	1,2(1,3)	1,0(1,0)
Маса, кг	1700	2850	5830	2000
Агрегується з тракторами класу	1,4 та 3,0	3,0	5	3
Об'єм ящика, дм ³				
насінного	600	690	1380	–
тукового	–	360	720	–
* Габаритні розміри в транспортному положенні вказані у дужках.				

Однією з позитивних особливостей цих машин являється поєднання декількох технологічних операцій: обробіток ґрунту, посіву та прикочування. Конструкція луцильника ЛГ-6 має багато спільного із конструкцією луцильника-сіялки ЛДС-6, принцип їх роботи і польові регулювання майже однакові. Особливо поширені несиметричні луцильники за кордоном: в США, Канаді, Австралії. Вони широко використовуються також в Європейських країнах.

Фірми США та Канади випускають такі машини шириною захвату 2,7 – 6,5 м. Фірма Массей-Фергюсон (США) виробляє чотири базові моделі несиметричних дискових луцильників. В таблиці 1.3 подано стислу технічну характеристику таких луцильників. Усі вони причіпні, на деяких встановлюють зернові сівалки. При роботі з потужними тракторами комплектують широкозахватні агрегати з двох або трьох луцильників.

Таблиця 1.3. – Технічна характеристика несиметричних лушильників фірми Массей–Фергюсон.

Показник	MF 36	MF 63	MF 67	MF 60
Тип	Причіпний			Навісний
Ширина захвату, м	2,7; 3,7 4,6; 5,5	2,3; 3,0	3,3; 4,3	1,4; 1,9
Число дисків	30	11;14	16;20	7
Відстань між дисками, мм	178	260		254
Діаметр дисків, мм	457; 508	610		660
Кут, град; атаки нахилу	30 – 40 —	36 – 45 Фіксований 15	30 – 55 Фіксований 15	36 – 46 —
Маса, кг	1740 (захват 4,6)	1540; 1780	2200; 2400	340; 425
Наявність зернової сівалки	В наявності	Немає в наявності		

Для обробітку ґрунтів, забруднених каменистими залишками, фірма Массей-Фергюсон випускає лушильники, у яких кожний диск шарнірно приєднаний до рами та утримується в робочому положенні потужною вітою пружиною. При наїзді на камінь або іншу перешкоду диск виходить із робочого положення та запобігає його ушкодженню.

Фірма Коннор Ші (Австралія) випускає 24-дисківий лушильник (пшеничний плуг), у якого кожен диск встановлений на конічному роликоті підшипнику та кріпиться на окреме відкидне плече. Ширина захвату такого лушильника 4 – 5,7 м. Лушильники можуть поставлятися у 14-, 18- та 22-дисківому варіанті.

1.2. Аналіз агротехнічних вимоги до виконання технологічної операції лушення

Лушення – це обробіток ґрунту на глибину 4...12 см., з неповним перевертанням поверхневого шару ґрунту. Цю операцію проводять після збирання сільськогосподарських культур перед оранкою з метою

розпушування поверхневого шару ґрунту, збереження вологи, зароблення у ґрунт залишків рослин та збудників хвороб культурних рослин.

Лущення проводять дисковими (на глибину 4...10 см) або лемішними (6...12 см) луцильниками. Перші рекомендується використовувати для роботи по стерні зернових культур на полях, які переважно засмічені кореневищами інших багаторічних рослин. Другими – поля після збирання пропашних культур.

Лущення проводять в поперек напрямку руху збиральних агрегатів. Сучасні конструкції робочих органів луцильників забезпечують обробіток ґрунту на швидкості до 10 км/год. Зі збільшенням швидкості руху порушується стійкість ходу робочих органів. Кут між площиною різальних крайок диска та напрямом руху (кут атаки) регулюють від 15 до 35° через кожні 5°. Вага луцильника, яка приходить на 1м захвату, складає 190...250 кг.

До технологічної операції лущення висуваються наступні агротехнічні вимоги:

- в засушливих умовах слід застосовувати лемішні луцильники або важкі дискові борони.
- під чорний пар необхідно обробляти двічі дисковими або лемішними луцильниками: перший раз – на глибину 6 – 8 см та другий після проростання бур'яну – на 10 – 12 см.
- після зайнятих парів та непарових попередників, забруднених однолітніми бур'янами, необхідно провести лущення у двох напрямках на 6 – 8 см, а багаторічними коренево ростковими бур'янами – на 10 – 12 см.
- поверхня поля після лущення повинна бути дрібно грудкуватою, рівною, бур'яни повністю підрізаними, без звальних та розгінних борозен.
- швидкість руху агрегатів з дисковими луцильниками не повинна перевищувати 7 км/год, лемішними – 9 км/год.
- поворотні смуги слід обробляти по закінченню лущення.

– товщина леза диска повинна бути 0,15 – 0,5 мм. Гранично допустима товщина леза – 1,5 мм. Якщо товщина леза диска перевищує гранично допустимий розмір, диск вважається зношеним [4].

1.3. Аналіз факторів що впливають на якісне виконання технологічної операції лушення

Перед проведенням операції лушення необхідно проаналізувати технологію виконання даної операції, а саме фактори, які прямолінійно впливають на якість лушення, в результаті проведення якого необхідні агротехнічні вимоги будуть виконанні. До таких етапів аналізу належать [5]:

- тип, щільність, вологість, твердість, вологостійкість, структурність ґрунту;
- вид та ступінь забрудненості ґрунту;
- культура - попередник;
- варіанти комплектування агрегатів;
- параметри встановлення дискових робочих органів та їх вплив на якість обробки ґрунту;
- абразивність дискових робочих знарядь;
- контроль і оцінка якості лушення.

В залежності від перших трьох факторів лушення проводять дисковими, лемішними лушцильниками або важкими дисковими боронами.

Комплектування агрегатів, їх склад для лушіння ґрунту приведено у таблиці 1.4.

Комплектування агрегатів проводиться відповідно до прийнятих технологій обробітку ґрунту, як видно з таблиці 1.4, для отримання максимальної продуктивності агрегати комплектуються відповідно до моделей лушцильників і тракторів відповідного класу.

Таблиця 1.4. Трактори і знаряддя для лушення.

Знаряддя	Марка	Трактор	Продуктивність за годину роботи, га
Лушительник дисковий	ЛДГ-15 ЛДГ-10 ЛДГ-5	Т-150К, Т-150, ДТ-75 МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6Л	10,5 – 13,5 7,0 – 9,0 3,5 – 4,5
Лушительник лемішний	ППЛ-10-25	Т-150К, Т-150, ДТ-75	1,75 – 2,25
Борона дискова	БД-10, БДТ-10 БДТ-7 БДТ-3 БДН-3	К-701, Т-150, Т-150К К-701, Т-150, Т-150К ДТ-75М МТЗ-80/82	7,0 – 9,0 4,9 – 5,6 2,1 – 2,7 2,1 – 2,7

До параметрів встановлення належать [6]:

- кут між площиною обертання диска та напрямом поступального руху знаряддя (кут атаки);
- кут відхилення площини обертання диска від вертикалі або кут між віссю обертання диска і горизонталлю.

Обидва параметри мають технологічне значення: чим більший кут атаки, тим краще підрізаються бур'яни, інтенсивніше та глибше розпушується ґрунт.

Показник, по якому роблять висновок про якість обробки ґрунту – висота гребня.

Крім висоти гребнів, інший показник роботи дисків – повнота підрізання пожнивних залишків і бур'янів. Дослідами встановлено, що повнота підрізання, крім кута атаки, залежить ще від швидкості руху. Найменша кількість непідрізаних пожнивних залишків утворюється при максимальному куті атаки 35° та швидкості руху 7 – 10 км/год. З послідовним збільшенням робочої швидкості до 12 км/год. число непідрізаних бур'янів буде збільшуватись. Глибина ходу дисків із збільшенням швидкості дещо зменшується, а із збільшенням кута атаки зростає. Тому на злежаних та забруднених ґрунтах кут атаки має бути

максимальним, а на мало забруднених ґрунтах його можна зменшити. Для роботи на високих швидкостях дискові робочі органи непридатні, так як із збільшенням швидкості різко зростає дальність відкидання ґрунту та погіршується якість його обробітку.

При аналізі етапів виконання лушіння слід звернути увагу на зношування робочих органів, що виникає при їх контакті з ґрунтом. Абразивність – властивість ґрунту негативно впливати на робочі органи ґрунтообробних машин, за рахунок чого змінюються їх геометричні параметри. Ресурс дискових робочих органів лушильника в польових умовах – до 50га. Оптимальна товщина леза диска 0,15 – 0,5 мм. Максимально допустима товщина леза диска – 1,5 мм, але при такій товщині якість обробітку ґрунту нижче на 70% [6].

Основні показники, що характеризують якість лушення ґрунту та методи їх оцінки, приведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Контроль та оцінка якості лушення.

Показник	Норматив	Кількість замірів	Обладнання	Метод оцінки
Відхилення від заданої глибини, см	±1	10	Лінійка, глибиномір	Вимірюють глибину обробітку по діагоналі ділянки через 80–100м з поправкою на розпушеність 10%
Кількість непідрізаних бур'янів, шт./м ²	0	20	Рамка 0,5 м ²	Підраховують непідрізани бур'яни на 1м по діагоналі поля в 20 місцях
Гребенистість, см	До 4	10	Лінійка, глибиномір	Вимірюють по діагоналі поля через 50м
Ширина перекриття суміжних проходів агрегату, см	15-20	20	Рулетка	Замірюють стики проходів по діагоналі до напряму лушіння в 20 місцях
Структурність ґрунту, %	>20%	5	Агротехнічні сита, технічні ваги	ґрунтова проба просіюється крізь сита, кількість агрономічно цінних фракцій (1 – 5 мм) має відповідати нормативу.

Як видно з таблиці, лушення контролюється декількома критеріями. Виконання нормативів для лушення є вагомим чинником, що впливає на якість майбутнього урожаю. При порушенні нормативів робота бракується.

1.4. Висновки за розділом 1

Питання якості та кількості врожаю являється актуальним для господарств, які займаються вирощуванням сільськогосподарської продукції.

Кожне господарство має на меті з кожним наступним роком збільшити кількість та якість сільськогосподарської продукції. Це може бути досягнуто за рахунок готовності машинно-тракторного парку та сільськогосподарських машин до польових робіт, а також, вдосконалення технологій вирощування та збирання сільськогосподарської продукції.

Для вдосконалення технологічних операцій по обробітку ґрунту потрібно проводити дослідження та розрахунки режимів роботи ґрунтообробних агрегатів шляхом зміни окремих параметрів їх робочого обладнання.

Дослідження слід зосередити на параметрах робочих органів борін, плугів, луцильників – сферичних дисках, які, відповідно до конструкції ґрунтообробної техніки, мають відмінні геометричні параметри (діаметр диска D , радіус кривизни R , кут i загострення різальної крайки, товщина сферичного диска δ) та технологічні (кут атаки α , глибина ходу a).

Задачею дослідження є пошук оптимальних геометричних параметрів сферичних дисків луцильника і технологічних параметрів процесу обробітку ґрунту, а також дослідження впливу внесених у конструкцію дисків змін у порівнянні із стандартними дисками, які широко використовуються при обробітку ґрунту.

Актуальність даного дослідження полягає у економічній доцільності використання луцильників при обробітку ґрунту, а також у підвищенні врожайності та покращенні його якості.

2. МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Постановка завдання експериментальних досліджень

Завданням експериментальних досліджень є визначення оптимальних геометричних параметрів (діаметр D , радіус кривизни R , кут i загострення різальної крайки, кут атаки α , глибина ходу a) диска луцильника.

Кут атаки α є технологічним параметром роботи диска, він може змінюватись в інтервалі $15...35^\circ$. Діаметр D , радіус кривизни R та кут i загострення різальної крайки можуть приймати різні значення. Необхідно проаналізувати дію на ґрунт сферичних дисків із різними параметрами та знайти оптимальні параметри, при яких забезпечується найвища якість обробітку ґрунту. Результати експерименту порівнюються із нормативами значеннями агротехнічних вимог до луциння та обґрунтовується рішення по оптимальним параметрам дисків.

Актуальність проведення дослідження полягає в тому, що в галузі землеробства недостатньо спеціалізованої літератури щодо параметрів робочих органів дискових ґрунтообробних машин, оскільки подібними дослідженнями займалися окремі вчені. Свій внесок в розвиток ґрунтообробної науки внесли Щербак І.Є., Зирянов В.О, Гуков Я.С., Кушнар'ов А.С., Діденко Н.К., та інші [7-10]. Крім того, пошук і використання оптимальних параметрів робочих органів луцильника дозволить покращити якість врожаю сільськогосподарських культур.

2.2. Методика проведення експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження по визначенню оптимальних геометричних параметрів диска луцильника проводитиметься згідно схеми представленої на рисунку 2.1.

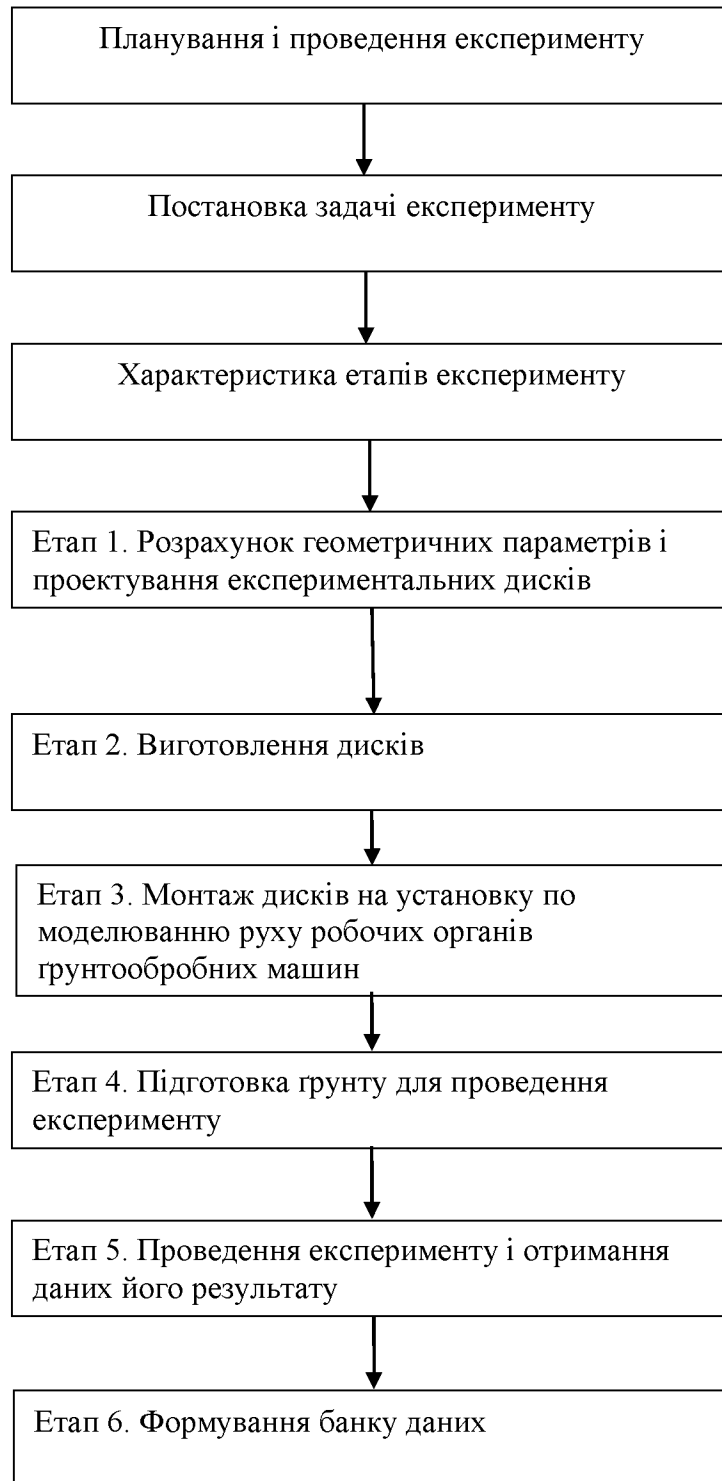


Рисунок 2.1. – Блок-схема планування і проведення експерименту.

Відповідно до блок-схеми, дослідження проводяться в шість етапів:

- На першому етапі досліджень проводимо теоретичні розрахунки за якими виконуємо проектування експериментальних дисків луцильника,

які мають різні геометричні і технологічні параметри, виконується їх креслення.

– Другий етап полягає у виготовленні експериментальних дисків по їх розробленим кресленням. Технологія виготовлення дисків луцильника приведена у вигляді блок-схеми (пункт 2.3).

– Третій етап дослідження – процес встановлення дискового робочого органу на лабораторну установку по моделюванню руху робочих органів ґрунтообробних машин. На установку встановлюється збірний вузол, який складається із стійки, ступиці, експериментального диска і двох болтів, якими кріпиться диск до ступиці. Кут атаки α і глибина ходу a регулюється за рахунок зміни положення стійки.

– На четвертому етапі готується ґрунт у ґрунтовому каналі за алгоритмом (пункт 2.4). За розрахунковими формулами розраховуються основні показники ґрунту – щільність, твердість, вологість. За результатами аналізу ґрунтової проби знаходимо показник структурності і вологостійкості ґрунту за відомими методиками ДСТУ 5096:2008, ДСТУ 7080:2009, ДСТУ 4744:2007 [11-13].

– На п'ятому етапі проводиться експеримент відповідно до методики, приведеної в пункті 2.5. Після кожного дослідження ґрунт необхідно ущільнювати та приводити до початкових умов.

– Шостий етап є завершальним. Отримані результати підлягають аналізу та формують банк даних експерименту. До таблиці результатів заносяться наступні показники: тяговий опір дискового робочого органу R_x , глибина борозни диска, дальність відкидання пласту ґрунту диском, структурність та вологостійкість ґрунту.

2.3. Методика проектування експериментальних дисків луцильника

Основними геометричними параметрами, які характеризують дію дисків на ґрунт, є (див рис. 2.2): діаметр диска D ; радіус кривизни R ; кут

атаки α ; кут β нахилу площини обертання леза до вертикалі; центральний кут 2φ дуги окружності, утвореної в результаті перерізу диска екваторіальною площиною; задній кут ε ; кут ω різання; кут i загострення різальної крайки диска.

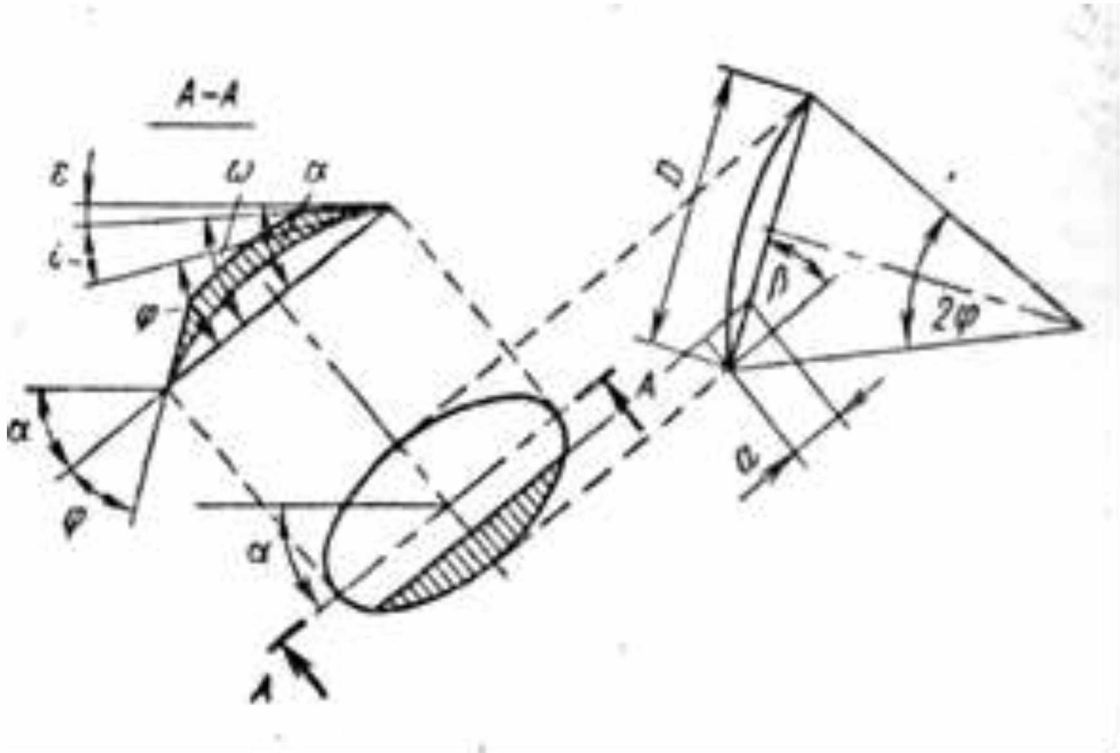


Рисунок 2.2. – Геометричні параметри сферичного диска.

Крім того, важливим параметром являється відстань b між дисками по горизонтальній вісі (див рис. 2.3).

Між заданою глибиною луцення a та діаметром диска D існує наступна залежність:

$$D = k \cdot a, \text{ мм}, \quad (2.1)$$

де k – коефіцієнт, рівний для луцильників $k = 5..6$ [14];

Діаметр диска та його кривизна пов'язані співвідношенням:

$$D = 2 \cdot R \cdot \sin \alpha, \text{ мм} \quad (2.2)$$

Значення кута φ знаходять із виразу:

$$\varphi = a - i - \varepsilon, \text{ град} \quad (2.3)$$

де $i = 10..20, \text{ град}$ – для луцильників [14];

ε – задній кут різання, рекомендується приймати $\varepsilon = 3..5, град$ [14].

З рисунку 2.2 маємо наступне співвідношення кутів:

$$\varphi = \omega + \varepsilon, град \quad (2.4)$$

де $\omega = \varphi + i, град$.

Приймаючи потрібне значення коефіцієнта $k = \frac{D}{a}$, із рівняння гіперболи (перетин конуса площинами, паралельними його вісі, є гіпербола) отримуємо:

$$\omega = \arctg \left[k \cdot \operatorname{tg} \cdot \omega / (2\sqrt{k-1}) \right] \quad (2.5)$$

З'ясуємо розрахункове значення кута φ : $\varphi = \omega - i, град$. Підставляючи знайдене значення у формулу (2.1), знаходимо радіус кривизни диска. Товщину (в мм) сферичних дисків знаходимо за емпіричною залежністю

$$\delta = 0,008 \cdot D, мм \quad (2.6)$$

Для дисків, які працюють на важких ґрунтах ,

$$\delta = (0,008 \cdot D) + 1, мм \quad (2.7)$$

Параметри вирізів вирізних дисків наступні: $E = 3 \cdot B / 2, мм$, висота вирізу $C = D / 8, мм$, число вирізів 8, форма – округла (див. рис. 2.3) [14].

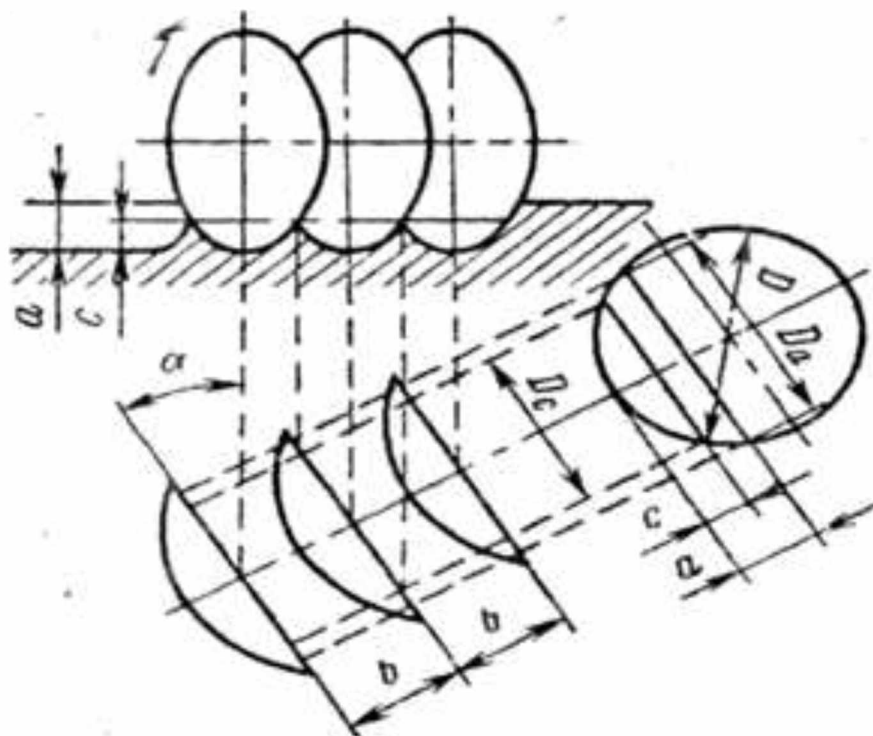


Рисунок 2.3 Профіль борозни, який утворює дисковий луцильник

Характер дії сферичних дисків на ґрунт залежить також і від таких параметрів, як відстань між дисками по вісі секції, кута атаки α та швидкості руху агрегату. Від них же залежить і форма борозни, що утворюється. За для уникнення заклинювання пласту, окремих глиб між дисками розмір b (рис. 2.3) приймаємо більшим глибини ходу дисків, тобто $b > 1,5a$ [14].

Диск під час роботи вирізає пласт ґрунту, залишаючи підшву борозни гребенистою. Висоту гребня c знаходимо на основі наступних співвідношень:

$$b \cdot \cos \alpha = D_c \cdot \sin \alpha \quad (2.8)$$

або

$$D_c = b \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (2.9)$$

Але, з іншого боку, хорду D_c можна знайти з наступного геометричного співвідношення:

$$D_c = 2 \cdot \sqrt{c \cdot (D - c)}, \quad (2.10)$$

і тоді, підставляючи у рівняння (2.10) значення D_c із рівняння (2.9), отримаємо

$$\tilde{n} = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{D^2 - b^2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \cdot \alpha} \quad (2.11)$$

Звідси випливає: чим більший кут атаки, тим менша висота гребня. Оптимальне значення висоти гребня при луценні $\tilde{n} \leq 1,5a$ [14].

Розв'язуючи сумісно рівняння (2.8) та (2.10):

$$b \cdot \cos \alpha = 2 \cdot \sin \alpha \sqrt{c \cdot (D - c)},$$

знаходимо відстань між дисками вздовж вісі

$$b = 2 \cdot \sqrt{c \cdot (D - c)} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (2.12)$$

Для проведення досліду спроектовано декілька дисків, що відрізняються між собою геометричними параметрами (диск 1, 2, 3) див. табл. 2.1. Розрахунки і проектування експериментальних дисків проводилися відповідно до розрахункових формул представлених вище. Технологія їх виготовлення представлена у вигляді блок-схеми га рисунку 2.4.

Таблиця 2.1. Розрахункові параметри експериментальних дисків луцильника.

№ диска	Диск 1	Диск 2	Диск 3
діаметр D , мм	280	280	280
радіус кривизни R , мм	960,0	1205,4	1607,5
кут заточки i , град.	25	12	17
задній кут ε , град.	4	5	3
кут φ дуги окружності, град.	5	5	7
Товщина сферичних дисків δ , мм	3,17	3,24	2,24

Як видно з таблиці, параметри експериментальних дисків відрізняються між собою, тому їх вплив на ґрунт може бути різним. Товщина δ сферичного диска 2 розраховували з точки зору його роботи на важких ґрунтах.

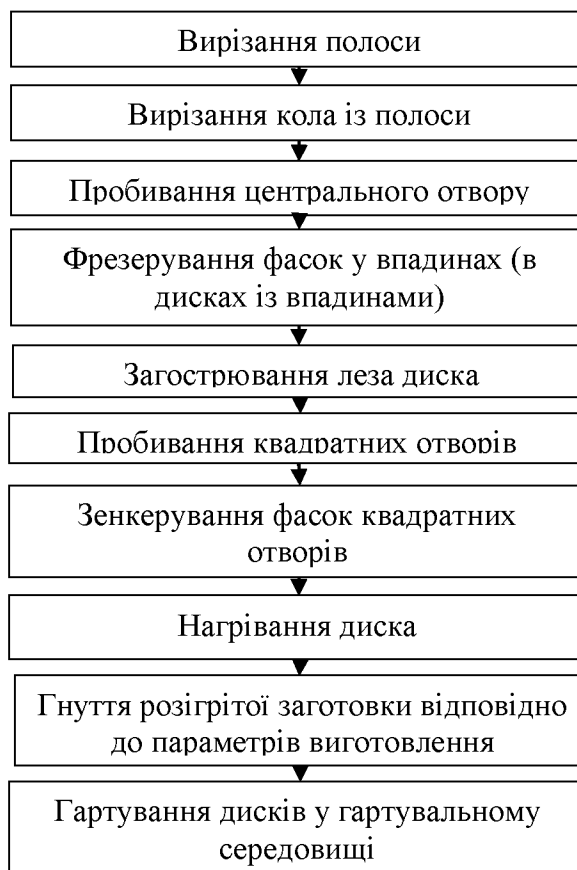
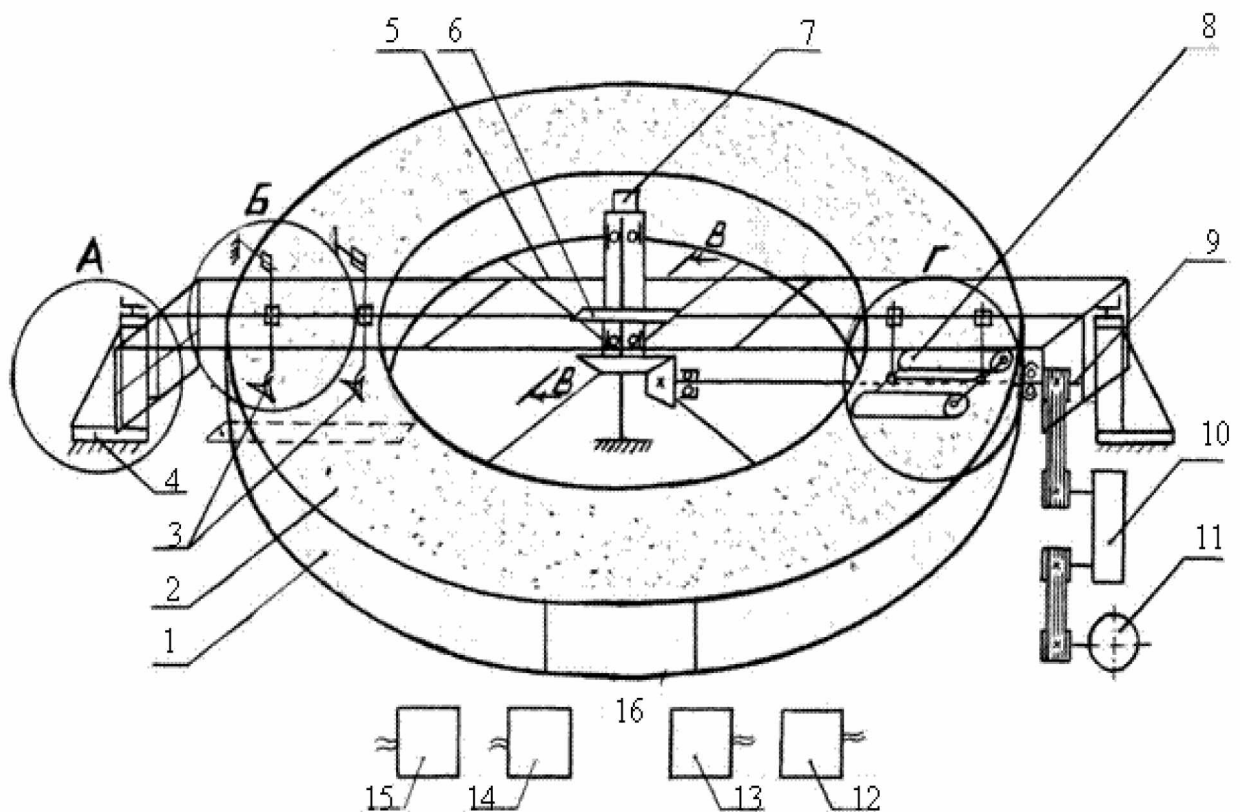


Рисунок 2.4. – Технологія виготовлення експериментальних дисків.

2.4. Методика проведення лабораторних досліджень дисків на установці з моделювання руху робочих органів ґрунтообробних машин

Для дослідження впливу зміни геометричних параметрів експериментальних дисків використовуємо спеціальну установку з моделювання руху робочих органів ґрунтообробних машин. Схема, загальний вигляд, та окремі конструктивні елементи установки подано відповідно на рисунках 2.5, 2.6, 2.7 [15].



1 – канал; 2 – ґрунт; 3 – дисковий робочий орган; 4 – боковий стояк; 5 – опорна рама; 6 – датчик рівня горизонтальний; 7 – датчик фіксування швидкості обертання каналу; 8 – ущільнювальний коток; 9 – датчик рівня вертикальний; 10 – механічний варіатор; 11 – мотор-редуктор; 12 і 13 – вимірювальна апаратура, 14 – монітор; 15 – монітор M2; 16 – стінка прозора.

Рисунок 2.5. – Схема установки для моделювання руху робочих органів ґрунтообробних машин:

Установка виконана у вигляді зрізаного циліндра (з прямокутним перетином лотка) з внутрішнім діаметром – 2,6м., зовнішнім діаметром – 3,6м., та висотою бокової стінки – 0,5м., Лоток шириною 0,5м заповнюється ґрунтом (далі ґрунтовий канал). Ґрунтовий канал обертається навколо вертикальної вісі. Ґрунтовий канал отримує обертовий рух від валу, якому через механічний варіатор передається обертальний рух від мотор – редуктора МПз2-40 ГОСТ 21356-75. Механічний варіатор, дозволяє безступинєво змінювати швидкість обертання ґрунтового каналу в діапазоні від 0,01 до 333м/хв. В установці диск із стійкою та вимірювальна апаратура закріплюються нерухомо (рис. 2.6) [15].



Рисунок 2.6. – Кріплення диска із стійкою та вимірювальної апаратури на установці

Експериментальний диск на спеціальній опорній рамі, а вимірювальна апаратура на горизонтальній платформі. Глибина ходу змінюється механізмами лівого та правого бокових стояків. За допомогою рухомої гайки глибина ходу робочого органу може регулюватися.

На (рис. 2.6) зображена кінематична схема кріплення дискового

робочого органу. Диск 1 кріпиться за допомогою двох болтів до ступиці, яка посаджена на палець, приварений до стійки. За рахунок вільного обертання ступиці диск під дією поступального руху ґрунтового каналу обертається, виконуючи борозну та відкидаючи пласт див рис 2.7.

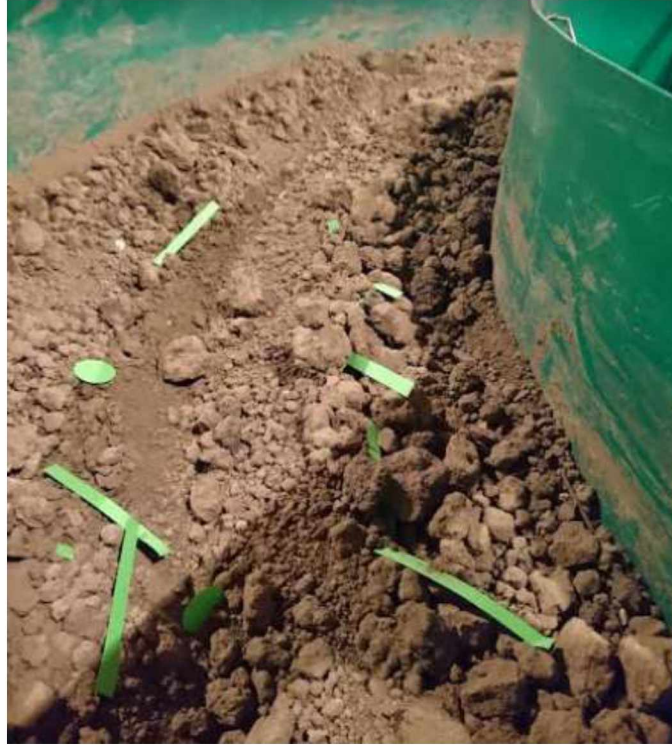


Рисунок 2.7. – Фото борозни, яку утворює досліджуваний диск

Установка по моделюванню руху робочих органів ґрунтообробних машин працює наступним чином. Канал, який заповнений ґрунтом (перед проведенням кожного дослідження ґрунт ретельно готується до початкових умов), обертається навколо вертикальної вісі, експериментальний диск та вимірювальна апаратура, залишаються нерухомими. Диск закріплюється нерухомо до опорної рами. Під час роботи установки за допомогою механічного варіатора, регулюється швидкість обертання каналу відповідно 6, 8 і 10 км/год., а також виконується регулювання зусилля з яким опорні котки ущільнюють ґрунт. Показники датчика швидкості обертання каналу та тензодатчика ПБ-200., відображаються на вимірювальній апаратурі [15].

2.5. Методика підготовки ґрунту для проведення експерименту та визначення його якісних показників

В якості ґрунтового середовища використаний чорнозем типовий опідзолений. Такий вибір ґрунту обумовлений його характерністю для степової зони України.

З метою отримання стану ґрунту близьким до польових умов, підготовку ґрунту виконуємо наступним чином. Оскільки загальна глибина ґрунту у лабораторній установці 40 см, знімаємо шар ґрунту в 20 см і ущільнюємо нижній горизонт котками (горизонт 1). Щільність нижнього горизонту, відповідно до агротехнічних вимог, повинна складати 1,0...1,1 г/см³. Визначаємо щільність нижнього горизонту і фіксуємо показник. Насипаємо шар ґрунту в 10 см (горизонт 2), прикочуємо котками і знаходимо щільність ґрунту. Аналогічним шляхом насипаємо шар ґрунту в 5 см (горизонт 3), визначаємо його щільність. Насипаємо останній шар ґрунту в 5 см (горизонт 4), доводячи його до рівня, який передбачає лабораторна установка (40 см), знаходимо щільність ґрунту. Необхідно, щоб на кожному горизонті щільність ґрунту була однаковою. На підготовленому ґрунті визначаємо твердість і вологість [16].

Проби ґрунту на вологість відбираються за допомогою бура на глибині від 5 до 15 см у п'ятьох точках, рівномірно розміщених по довжині ґрунтового каналу. Вологість ґрунту встановлюється ваговим методом. Для цього відібрані проби ґрунту засипаються в бюкси. Бюкси з вологим ґрунтом зважуються, а потім висушуються у сушильній шафі при температурі 105°C до сталої маси. Абсолютна вологість ґрунту підраховується за формулою:

$$W = \frac{M_B - M_C}{M_C - M_B}; \quad (2.13)$$

де W – абсолютна вологість ґрунту, %;

M_B – маса бюкси з вологим ґрунтом, г;

M_C – маса бюкси з сухим ґрунтом, г;

M_B – маса самої бюкси, г.

Щільність ґрунту визначається згідно формули:

$$\rho = \frac{(M_{CB} - M_C)}{V(100 + W)} \cdot 100; \quad (2.14)$$

де M_{CB} – маса стакану з вологим ґрунтом, г;

M_C – маса самого стакану, г;

V – об'єм стакану, см³;

W – абсолютна вологість ґрунту, %.

Твердість ґрунту визначається методом вдавлювання каліброваного штампа статичною дією, за допомогою твердоміра конструкції Ревякіна Ю.Ю. і розраховується за формулою:

$$P = \frac{F \cdot g}{S \cdot l}, \quad (2.15)$$

де F – площа діаграми, мм²;

g – масштаб пружини, Н/мм;

S – площа поперечного перерізу плунжера, мм²;

l – довжина діаграми, мм.

Для кількісної характеристики структури ґрунту (сухе просіювання) використовується методика Н. І. Саввінова.

Зразки з непорушеною структурою скидають із лопати на висоті 1 м та усі крупні грудки розминають руками таким чином, щоб ґрунт не розтирався і не зминався. Відібрані зразки ґрунту доводять до повітряно-сухого стану і просіюють середню пробу 0,5 – 2,5 кг через колону сит із діаметром отворів: 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 і 0,25 мм. На нижнє сито надівається піддон, зверху колону сит закривають кришкою. Для зручності виконання просіювання можна застосовувати механічний стіл [17].

Після просіювання агрегати, що залишились на кожному ситі, зважуються на технічних вагах і знаходиться вміст кожної фракції у відсотках до ваги ґрунтової проби. Вагу і відсотковий вміст фракції з діаметром частин менше 0,25 мм знаходять за різницею. Якість ґрунтової

проби оцінюється відношенням агрономічно-цінних фракцій (розмір гранул 0,5, 1, 2 мм), мулу (розмір гранул 0,25 мм) і крупних фракцій (3 - 10 мм).

Для знаходження водостійкості агрегатів використовуємо метод П.І. Андріанова. Метод базується на обліку агрегатів, які розпливлися у воді за певний проміжок часу. Проба повітряно-сухого ґрунту просіюється крізь набір сит з діаметром отворів 3; 2; 1; 0,5 і 0,25 мм та в подальшому аналізується або кожна фракція, визначаючи середню величину водостійкості, або береться одна середня по розміру агрегату фракція.

На дно низької скляної посудини (чашка Петрі) поміщається листок фільтрованого паперу і на ньому правильними кругами розкладається 50 або 100 ґрунтових агрегатів. У посудину наливають воду до повного зволоження листа фільтрованого паперу і через три хвилини, коли настане капілярне насичення агрегатів, в неї поступово доливають воду кімнатної температури таким чином, щоб вона покрила агрегати шаром 0,5 см.

На протязі 10 хв., з інтервалом в 1 хв підраховують агрегати, які повністю розпалися. Так як розпад агрегатів у воді проходить в різний час, то для характеристики ступеня водостійкості структури в розрахунки вводиться поправочний коефіцієнт Качинського, який по кожній хвилині приймає різне значення, приведене у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Поправочний коефіцієнт Качинського

Хвилина, № п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значення коефіцієнту, %	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95

Як видно з таблиці 2.2, із кожною хвилиною поправочний коефіцієнт Качинського збільшується. В залежності від часу розпаданя агрегатів, обирається відповідний поправочний коефіцієнт. Водостійкість агрегатів, які не розпалися на протязі 10 хв., приймається за 100%.

Стійкість агрегатів до руйнуючої дії води (γ) знаходять за формулою:

$$\gamma = \frac{(P_1 K_1 + \dots + P_{10} K_{10})}{A}, \quad (2.16)$$

де P_1, P_2, \dots, P_{10} – кількість агрегатів, які розпались у відповідну хвилину;

K_1, K_2, \dots, K_{10} – поправочні коефіцієнти для відповідних хвилин;

A – загальна кількість агрегатів, взята для аналізу.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. – Початкові умови проведення експериментального дослідження.

Показники ґрунту	Розрахункове значення
Твердість P , Н/см ²	12,7
Щільність ρ , г/см ³	1,1
Вологість W , %	30
Структурність ґрунту, %	12
Водостійкість агрегатів γ , %	16

Характеристики ґрунту, отримані перед проведенням експериментального дослідження, будуть порівнюватись із отриманими експериментальними показниками. За різницею показників при початкових умовах і отриманих експериментальним шляхом потрібно оцінювати доцільність впровадження експериментальних параметрів.

2.6. Послідовність виконання експериментальних досліджень

Дослідження проводитимуться за допомогою трьох експериментальних дисків, які мають різні технологічні параметри, приведені в таблиці 2.1. Необхідно визначити вплив кожного з експериментальних дисків на структурність ґрунту, водостійкість ґрунтових агрегатів, виміряти глибину борозни і дальність відкидання пласту ґрунту, а також тяговий опір дисків R_x , відповідно до якого будуть зроблені висновки по економічній ефективності процесу обробітку ґрунту при експериментальних параметрах робочого органу. Дослідження проводитимуться на основі зміни технологічних параметрів (кут атаки α , глибина ходу h) експериментальних дисків в три етапи [17].

Етап 1. *Дослід 1.* Робочий орган (диск 1) заглиблюється в ґрунтове середовище на глибину $h = 45..60\text{мм.}$ з кутом атаки $\alpha = 10..17^\circ$. Вмикається лабораторна установка, ґрунтовий канал починає рухатись. За допомогою динамометричного обладнання визначається і фіксується тяговий опір R_x експериментального робочого органу. Після проходження диском одного кола (11м шляху) лабораторна установка вимикається. Проводиться фотографування ґрунту у ґрунтовому каналі для наглядного фіксування параметрів впливу диску на ґрунт (борозна, дальність відкидання пласту). За допомогою лінійки замірюється глибина борозни і дальність відкидання пласту у трьох точках. Середнє значення фіксується. Береться ґрунтова проба у трьох точках для знаходження показника структурності ґрунту відповідно до методики Н. І. Саввінова, і показника вологостійкості ґрунту по методу П.І. Андріанова. Середній результат фіксується. Показник тягового опору R_x , середнє значення глибини борозни, дальності відкидання пласту, структурності та вологостійкості ґрунту характеризують результат проведення першого дослідження і заноситься до банку даних експерименту.

Дослід 2. Робочий орган (диск 1) заглиблюється в ґрунтове середовище на глибину $h = 60..75\text{мм.}$ з кутом атаки $\alpha = 20..27^\circ$. Аналогічною послідовністю дій знаходиться значення тягового опору R_x , середнє значення глибини борозни, дальності відкидання пласту, структурності та вологостійкості ґрунту, яке характеризує результат проведення другого дослідження і заноситься до банку даних експерименту.

Дослід 3. Робочий орган (диск 1) заглиблюється в ґрунтове середовище на глибину $h = 80..100\text{мм.}$ з кутом атаки $\alpha = 30..35^\circ$. Аналогічною послідовністю дій знаходиться значення тягового опору R_x , середнє значення глибини борозни, дальності відкидання пласту, структурності та вологостійкості ґрунту, яке характеризує результат проведення третього дослідження і заноситься до банку даних експерименту.

Етап 2, 3 експерименту проводяться аналогічним методом відповідно диском 2,3. Параметри та послідовність досліджень приведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. – Параметри і послідовність експериментальних досліджень.

Послідовність проведення експерименту	Параметри експериментальних досліджень		
Етап 1	Експериментальний диск 1		
	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
	$h = 45 \dots 60$ мм; $\alpha = 10 \dots 17^\circ$.	$h = 60 \dots 75$ мм; $\alpha = 20 \dots 27^\circ$.	$h = 80 \dots 100$ мм; $\alpha = 30 \dots 35^\circ$.
Етап 2	Експериментальний диск 2		
	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
	$h = 45 \dots 60$ мм; $\alpha = 10 \dots 17^\circ$.	$h = 60 \dots 75$ мм; $\alpha = 20 \dots 27^\circ$.	$h = 80 \dots 100$ мм; $\alpha = 30 \dots 35^\circ$.
Етап 3	Експериментальний диск 3		
	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
	$h = 45 \dots 60$ мм; $\alpha = 10 \dots 17^\circ$.	$h = 60 \dots 75$ мм; $\alpha = 20 \dots 27^\circ$.	$h = 80 \dots 100$ мм; $\alpha = 30 \dots 35^\circ$.

Як видно з таблиці, кожний етап дослідження включає три досліді, загальна кількість дослідів – 9. Вплив дисків на ґрунт буде різним при зміні кута атаки h і глибини ходу a . Геометричні параметри диска (діаметр D , радіус кривизни R , кут i загострення різальної крайки) в залежності від технологічних параметрів (кут атаки α , глибина ходу h) по-різному впливають на ґрунт.

2.7. Висновки за розділом 2

1. Розробили програму та методику проведення експериментів. Вона включає дослідження впливу режимних параметрів на енергетичні та якісні показники роботи диска луцильника

2. Для проведення досліджень було спроектовано та виготовлено три експериментальних диски луцильника з різними геометричними параметрами, що досліджувалися.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Результати експериментальних досліджень

Результати проведених досліджень впливу геометричних параметрів диска луцильника на якість обробітку ґрунту представленні у вигляді банку даних, див. табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Банк даних експерименту

Послідовність проведення експерименту		Результати експерименту				
		Тяговий опір R_x , кН	Структурність ґрунту. Агрономічно-цінні фракції, %	Водостійкість ґрунту, γ	Глибина борозни, мм	Дальність відкидання пласту, мм
Етап 1	Дослід 1	0,22	13,7	14	30	50
	Дослід 2	0,41	19,74	14	60	200
	Дослід 3	0,64	12,5	12	90	220
Етап 2	Дослід 1	0,35	12,1	16	35	40
	Дослід 2	0,68	18,2	14,5	52	215
	Дослід 3	0,81	11,8	12,5	135	230
Етап 3	Дослід 1	0,52	11,83	12	40	35
	Дослід 2	0,74	16,1	12	50	200
	Дослід 3	0,9	10,5	10	200	280

Як видно з таблиці 3.1, найменший тяговий опір дискового знаряддя виникає при куті атаки $\alpha = 10...17^\circ$ і глибині обробітку ґрунту $h = 45...60\text{мм}$. Але при таких технологічних параметрах глибина борозни, що утворюється від проходу диска, дуже мала. Відкидання пласту ґрунту при таких параметрах є незначною. Кількість агрономічно-цінних фракцій у ґрунті незначна.

При збільшенні кута атаки до $\alpha = 20...27^\circ$ і глибини ходу до $h = 60...75\text{мм}$ спостерігається незначне збільшення тягового опору диска. При цьому значно збільшується глибина борозни. Дальність відкидання пласту збільшується в декілька разів. Значно підвищується рівень вмісту агрономічно-цінних фракцій у ґрунті. Робочій процес дисків за номером 2, 3 супроводжується налипанням вологого ґрунту, що збільшує їх тяговий опір. Налипання ґрунту

на диск 1 майже відсутнє за рахунок меншого радіусу кривизни.

При збільшенні кута атаки до $\alpha = 30..35^{\circ}$ і глибини ходу до $h = 80..100\text{мм}$. спостерігається утворення глибокої борозни і відкидання крупного пласту на велику відстань. При цьому вміст агрономічно-цінних фракцій у ґрунті спадає до мінімального значення. Робочий процес дисків за номером 2, 3 супроводжується значним налипанням ґрунту. При цьому їх тяговий опір значно зростає. Робочий процес диска за номером 1 супроводжується відкиданням крупного пласту, що значно підвищує його тяговий опір.

Таким чином, результати експериментальних досліджень показали, що якість обробки ґрунту може змінюватись в залежності від технологічних і геометричних параметрів робочого органу.

3.2. Результати впливу кута атаки експериментальних дисків на якість обробки ґрунту

Кут атаки є технологічним параметром встановлення дискового робочого органу, який впливає на якість обробітку ґрунту і тяговий опір дискового знаряддя. Відповідно до результатів експериментальних досліджень, занесених до таблиці 3.1, отримуємо графіки (див. рис. 3.1).

З графіка видно, що найбільший вміст агрономічно-цінних фракцій у ґрунті (19,5%) досягається при обробітку ґрунту диском за номером 1, геометричні параметри якого приведені в таблиці 2.1, при куті атаки в межах $\alpha = 20..27^{\circ}$. Менший вміст агрономічно-цінних фракцій (18 %) досягається при обробітку ґрунту диском за номером 2 при такому ж куті атаки. Найменший вміст агрономічно-цінних фракцій (16%) досягається при обробітку ґрунту диском за номером 3 при аналогічному куті атаки. Вміст агрономічно-цінних фракцій у ґрунті підвищується із збільшенням кута атаки дискового робочого органу і досягає максимального значення при. З подальшим збільшенням кута атаки до $\alpha = 35^{\circ}$ вміст агрономічно-цінних фракцій знижується і прямує до нуля.

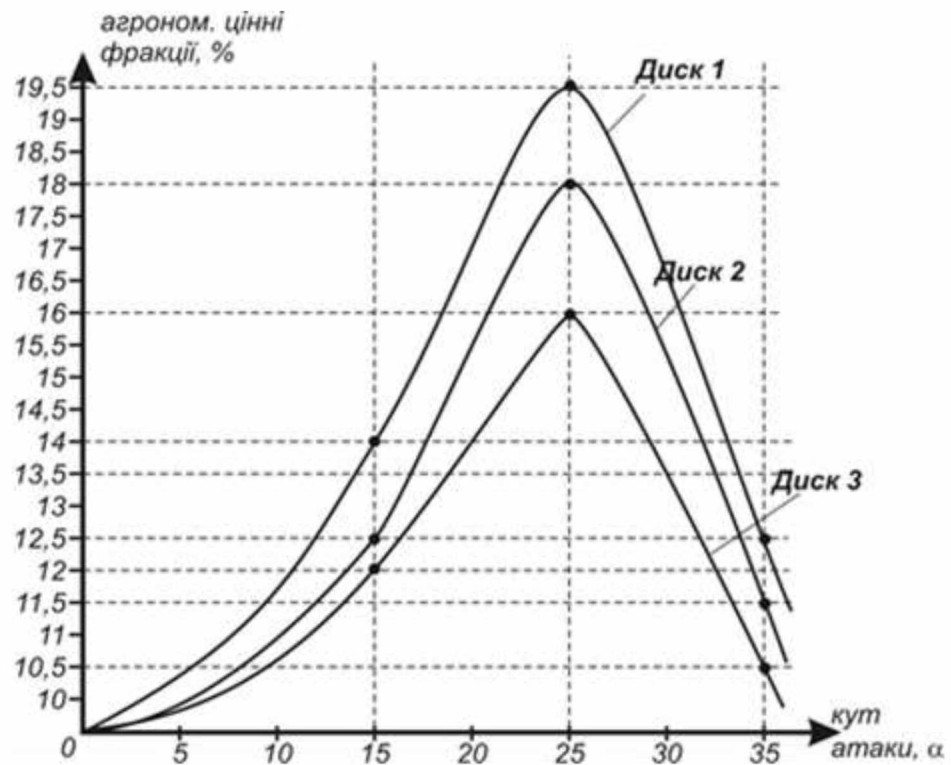


Рисунок 3.1. – Графік впливу геометричних параметрів дисків на вміст агрономічно-цінних фракцій у ґрунті в залежності від кута атаки.

Маємо наступну залежність водостійкості ґрунту від кута атаки дискового знаряддя.

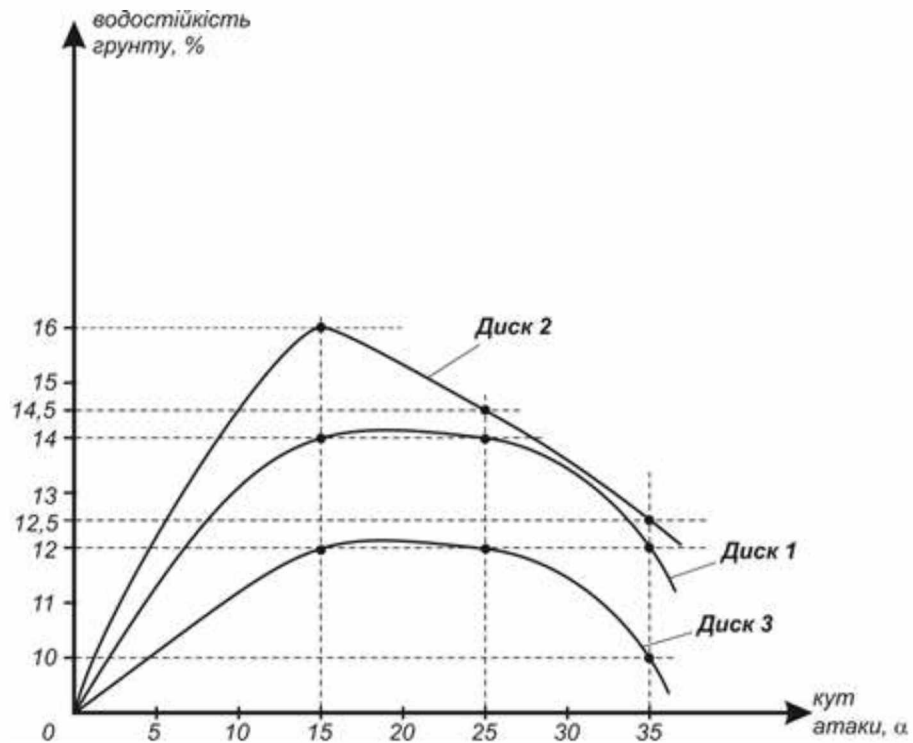


Рисунок 3.2. – Графік впливу геометричних параметрів дисків на водостійкість ґрунту в залежності від кута атаки.

З графіка 3.2 видно, що найбільш водостійкі фракції ґрунту (16%) утворюються в результаті обробітку ґрунту диском за номером 2 (таблиця 3.1) при куті атаки $\alpha = 10..17^{\circ}$. Менш водостійкі грудочки (14%) утворюються при обробітку ґрунту диском за номером 1 при куті атаки в межах $\alpha = 15..25^{\circ}$. При обробітку ґрунту диском за номером 3 водостійкість агрономічно-цінних фракцій γ становить 12 % при куті атаки $\alpha = 15..25^{\circ}$.

При обробітку ґрунту диском за номером 2 водостійкість γ підвищується із збільшенням кута атаки дискового робочого органу і досягає максимального значення при $\alpha = 15^{\circ}$. При подальшому збільшенні кута атаки диска за номером 2 водостійкість γ зменшується. При максимальному куті атаки $\alpha = 35^{\circ}$ водостійкість γ становить 12,5%.

При обробітку ґрунту дисками за номерами 1 та 3 водостійкість γ підвищується із збільшенням кута атаки до $\alpha = 15^{\circ}$ і не змінюється до $\alpha = 25^{\circ}$. З подальшим збільшенням кута атаки водостійкість γ зменшується. При максимальному куті атаки $\alpha = 35^{\circ}$ водостійкість γ становить 12% (диск за номером 1) і 10% (диск за номером 3).

3.3. Результати впливу глибини ходу експериментальних дисків на якість обробітку ґрунту

Глибина ходу, як і кут атаки, впливає на якість обробітку ґрунту та на тяговий опір. Відповідно до результатів експериментальних досліджень, (див. табл. 3.1.), отримали графіки рис. 3.3, 3.4. З графіка 3.3 видно, що найбільший вміст агрономічно-цінних фракцій ґрунту досягається при обробітку дисками на глибину $h = 70 \text{ мм.}$ Найбільший вміст агрономічно-цінних фракцій (19,5%) утворюється при обробітку ґрунту диском за номером 1. Із подальшим збільшенням глибини ходу вміст агрономічно-цінних фракцій зменшується. Менший вміст (18%) – диском за номером 2. Найменший вміст (16%) утворюється використовуючи диск за номером 3.

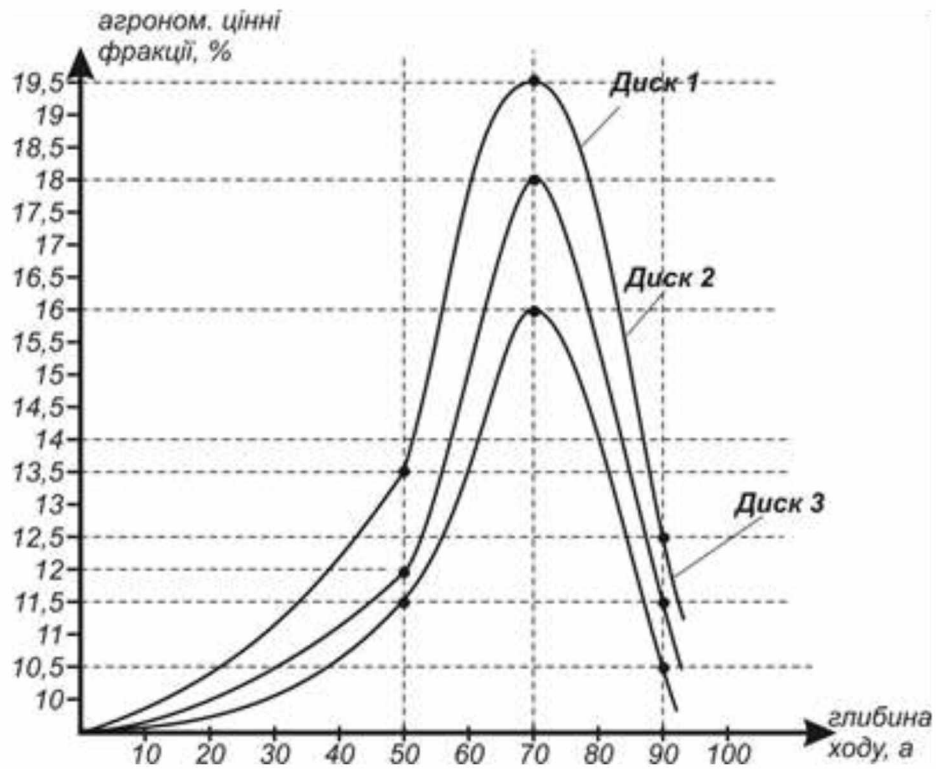


Рисунок 3.3. – Графік впливу геометричних параметрів дисків на вміст агрономічно-цінних фракцій у ґрунті в залежності від глибини ходу диска.

Маємо наступну залежність водостійкості ґрунту від глибини обробітку

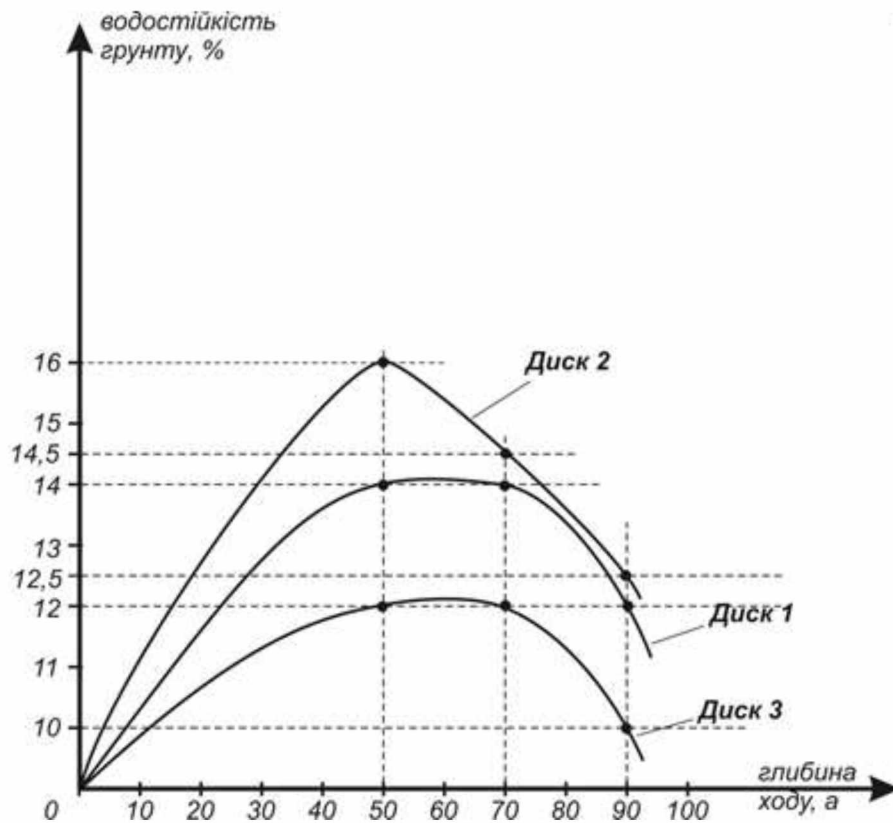


Рисунок 3.4. – Графік впливу геометричних параметрів дисків на водостійкість ґрунту в залежності від глибини обробітку

З графіка видно, що найбільш ефективна водостійкість агрономічно-цінних фракцій γ (16%) утворюється при обробітку ґрунту диском за номером 2 на глибині $h=50\text{мм}$. При обробітку ґрунту диском за номером 1 найвища водостійкість γ (14%) досягається при глибині обробітку $h=50\text{...}70\text{мм}$. При обробітку ґрунту диском за номером 3 найвища водостійкість γ складає 12% при глибині $h=50\text{...}70\text{мм}$.

При обробітку ґрунту диском за номером 2 водостійкість γ підвищується із збільшенням глибини ходу дискового робочого органу і досягає максимального значення при $h=50\text{мм}$. Із подальшим збільшенням глибини ходу диска за номером 2 до $h=90\text{мм}$ водостійкість γ знижується до 12,5%. При обробітку ґрунту дисками за номерами 1 та 3 водостійкість підвищується із збільшенням глибини ходу і досягає максимального значення при $h=50\text{...}70\text{мм}$. Із подальшим збільшенням глибини ходу до $h=90\text{мм}$ водостійкість знижується до 12% (диск 1) і до 10% (диск 3).

3.4. Результати впливу технологічних параметрів процесу на тяговий опір дискових робочих органів

За результатами експериментальних досліджень складено графічну залежність зміни тягового опору від кута атаки і глибини ходу дискового робочого органу (див. рис. 3.5). З графіка 3.5 видно, що тяговий опір дисків зростає із збільшенням кута атаки. Найменший тяговий опір виникає при обробітку ґрунту диском за номером 1. Середній за значенням тяговий опір диска за номером 2. Найвищий тяговий опір має диск за номером 3. Відповідно до таблиці 4.1, при малих кутах атаки $\alpha=10\text{...}17^\circ$ диски виконують мілку борозну, а при максимальних кутах атаки $\alpha=30\text{...}35^\circ$ борозна утворюється дуже глибокою, що супроводжується налипанням ґрунту на всі диски. При куті атаки $\alpha=20\text{...}27^\circ$ отримаємо оптимальну глибину борозни.

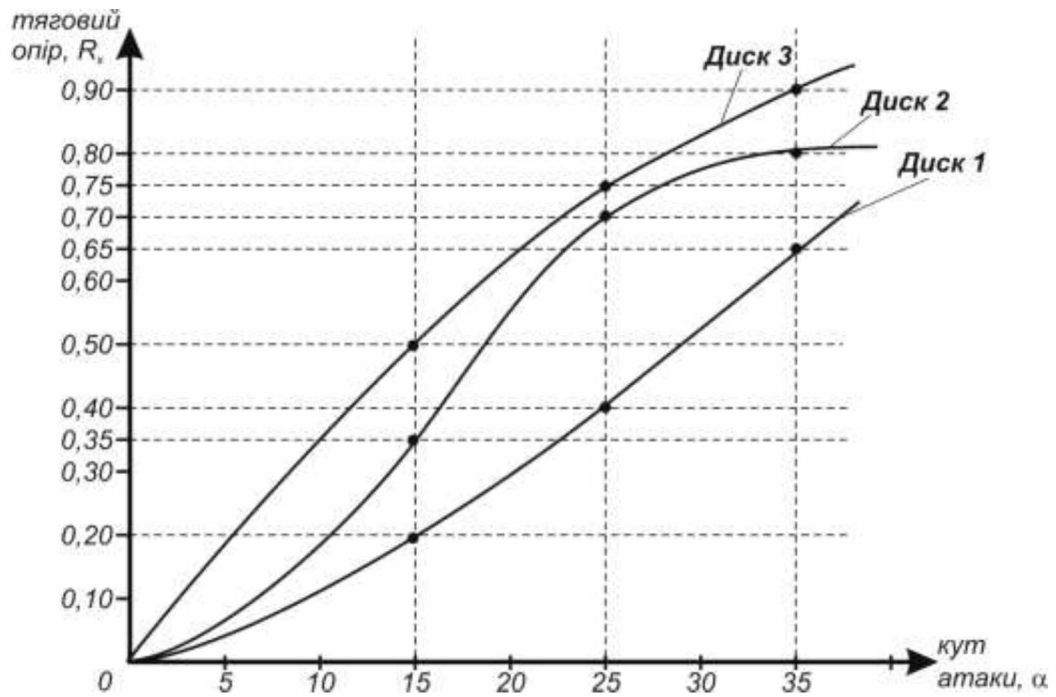
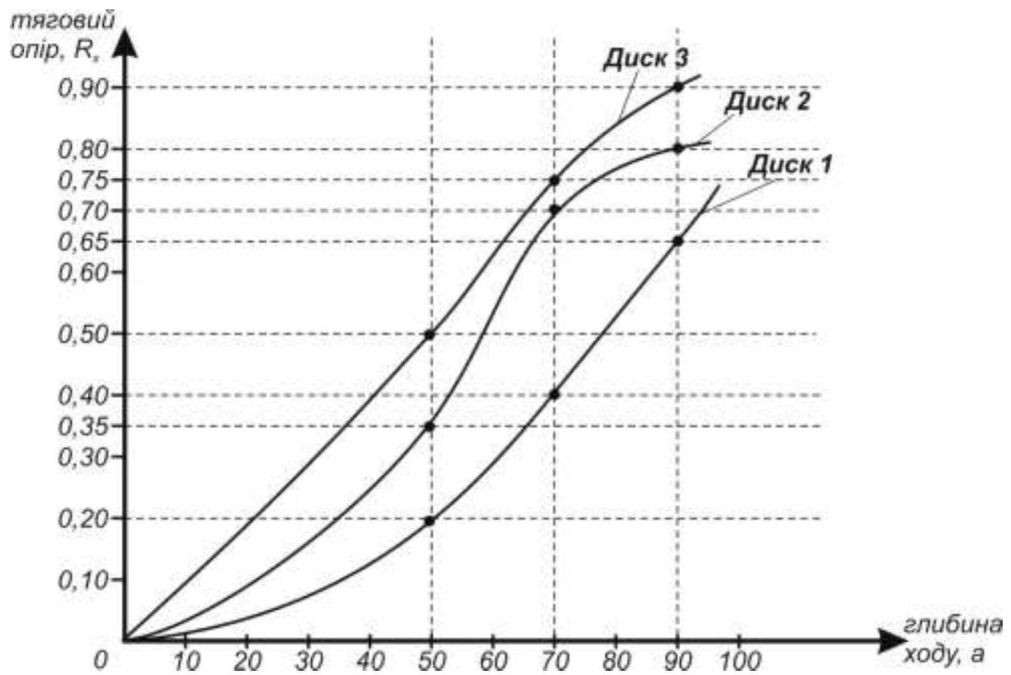


Рисунок 3.5. – Графік впливу геометричних параметрів дисків на тяговий опір в залежності від кута атаки.

Для диска 1 тяговий опір $R_x = 0,40 \text{ кН}$. Для диска 2 тяговий опір $R_x = 0,70 \text{ кН}$. Для диска 3, $R_x = 0,75 \text{ кН}$. Маємо наступну залежність тягового



опору від глибини обробки (див. рис. 3.6).

Рисунок 3.6. – Графік впливу геометричних параметрів дисків на тяговий опір в залежності від глибини обробки.

З графіка 3.6 видно, що тяговий опір дисків зростає із збільшенням глибини ходу. Закономірність зміни тягового опору дисків при збільшенні глибини ходу аналогічна до його зміни при збільшенні кута атаки дисків.

Відповідно до таблиці 3.1, оптимальна глибина борозни і дальність відкидання пласту диском утворюється при середній глибині ходу $h = 60...75\text{мм.}$ При такому значенні глибини ходу тяговий опір $R_x = 0,40\text{кН}$, для диска за номером 1. Робочий процес дисків за номерами 2 та 3 супроводжується налипанням ґрунту, в результаті чого тяговий опір R_x зростає. Для диска за номером 2, $R_x = 0,70\text{кН}$. Для диска 3, $R_x = 0,75\text{кН}$.

Отримані фото при проведенні експериментального дослідження впливу геометричних параметрів диска лушильника на якість обробки ґрунту, яскраво демонструє процес налипання (див. рис. 3.7, 3.8).



Рисунок 3.7. – Фото експериментального дослідження диска за номером 1. Вимірювання глибини борозни і дальності відкидання пласту ґрунту при куті атаки $\alpha = 30...35^\circ$ і глибині ходу $h = 80...100\text{мм.}$

Як видно наглядно з рис. 3.7., при максимальних значеннях кута атаки і глибини обробітку, диск утворює глибоку борозну та великі шматки пласту

грунту, який відкидається ним на значну відстань. Процес супроводжується налипанням ґрунту на диск, в результаті чого значно підвищується тяговий опір (див. Додаток А).



Рисунок 3.8. – експериментального дослідження диска за номером 3. Дослідження впливу геометричних параметрів диска на якість обробки ґрунту при куті атаки $\alpha = 20..27^\circ$ і глибині обробки $h = 60..75\text{мм}$.

Як видно наглядно з рис. 3.8, при середніх значеннях кута атаки і глибини обробки ґрунту диском за номером 3 утворюється глибока борозна та значний пласт ґрунту. Процес супроводжується налипанням ґрунту, що підвищує тяговий опір знаряддя.

Отже, найвдалішою конструкцією диска луцильника слід вважати: радіусі кривизни $R = 960\text{мм}$, кут загострення $i = 25^\circ$, товщина диска $\delta = 3,17\text{мм}$. Оптимальними технологічними параметрами є кут атаки $\alpha = 20..27^\circ$ і глибина ходу дискового робочого органу $h = 60..75\text{мм}$. Тяговий опір робочого органу складатиме $R_x = 0,41\text{кН}$.

3.5. Висновки за розділом 3

1. Результати експериментальних досліджень показали, що сферичний диск лушильника може виконувати якісний обробіток ґрунту при радіусі кривизни $R = 960\text{мм}$, куті загострення $i = 25^\circ$, товщині диска $\delta = 3,17\text{мм}$.

2. Оптимальними технологічними параметрами є кут атаки $\alpha = 20..27^\circ$ і глибина ходу дискового робочого органу $h = 60..75\text{мм}$.

3. При вказаних геометричних і технологічних параметрах дисковий робочий орган при обробітку ґрунту буде виконувати борозну глибиною 60 мм, відкидати пласт на 200 мм, що задовольняє агротехнічні вимоги на лушення.

4. Тяговий опір робочого органу складатиме $R_x = 0,41\text{кН}$. Налипання ґрунту на робочий орган відсутнє.

5. Кількість агрономічно-цінних фракцій у ґрунті при цьому складатиме 19,74 % при водостійкості $\gamma = 14\%$. Такі умови є оптимальними для росту і розвитку культурних рослин.

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Рекомендації щодо алгоритму впровадження результатів дослідження у виробництво

Експериментальні дослідження впливу геометричних параметрів диска луцильника на якість обробітку ґрунту проводилися в лабораторних умовах кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту Інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету. Оскільки в зимовий період є неможливим проведення такого дослідження в польових умовах, а як результат, отримати достовірні дані та більш глибокий аналіз проблеми. Тому складено алгоритм продовження подальшого детального дослідження впливу геометричних параметрів диска луцильника на якість обробки ґрунту в польових умовах. Алгоритм приведено на рис. 4.1 [18].



Рисунок 4.1. – Блок-схема планування і проведення польового експерименту

Таким чином, показники експериментальних лабораторних досліджень, графіки залежності технологічних і геометричних параметрів, фото матеріали свідчать про те, що геометричні і технологічні параметри дисків впливають на якість обробітку ґрунту. Оптимальними є геометричні параметри диска за номером 1, який має найменший радіус кривизни R і максимальний кут загострення i . При його роботі, за рахунок малого радіусу кривизни, не виникає налипання ґрунту і, як результат, не утворюється глибокої борозни і крупних шматків пласту ґрунту. Тому показники якості ґрунту (кількість агрономічно-цінних фракцій, вологостійкість γ) є найвищими в порівнянні із дисками з номерами 2 та 3.

Тяговий опір диска за номером 1 є найменшим в порівнянні із дисками 2, 3, що свідчить про його ефективну економічну доцільність використання при луштіні.

Лабораторні дослідження показали, що якість обробітку ґрунту буде найвищою при радіусі кривизни $R = 960 \text{ мм}$, кут загострення $i = 25^\circ$, товщина диска $\delta = 3,17 \text{ мм}$. Оптимальними технологічними параметрами є кут атаки $\alpha = 20..27^\circ$ і глибина ходу дискового робочого органу $h = 60..75 \text{ мм}$. Тяговий опір робочого органу складатиме $R_x = 0,41 \text{ кН}$.. Глибина борозни становитиме 60 мм, відкидання пласту ґрунту на 200 мм, вміст агрономічно-цінних фракцій у ґрунті складає 19,74% і водостійкість фракцій становить 14%, що задовольняє агротехнічні вимоги.

4.2. Екологічна експертиза

Проведення екологічної експертизи передбачено Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 07 липня 2022 р. [19] та Законом України «Про екологічну експертизу» від 18 грудня 2017 р [20]. Закон передбачає (розділ 6, стаття 26, 27) обов'язкове проведення екологічної експертизи в процесі господарської, управлінської та іншої діяльності, що впливає на стан природного оточуючого середовища, а також проекти на

будівництво, реконструкцію виробництв і об'єктів, які можуть мати негативний вплив на оточуюче середовище.

Оскільки дослідно-виробнича перевірка результатів роботи проводилися безпосередньо з використанням трактора ЮМЗ-6КЛ та сільськогосподарської машини ЛДГ-5А, тому дослідження по екологічній експертизі безпосередньо пов'язані з даним машинно-тракторним агрегатом.

Для покращення екологічного стану при виконанні технологічної операції лушення стерні ґрунту ми передбачили [65]:

1. Для боротьби з ерозією ґрунту розробити зональні комплекси взаємодоповнюючих агротехнічних, лісомеліоративних, гідротехнічних та організаційно-господарських протиерозійних заходів. Агротехнічні заходи (лушення ділянок впоперек схилів, весняне розпушування зябу смугами) сприяють регулюванню стоку талих і дощових вод і значно зменшують змив ґрунту.

2. З метою зменшення поширення вітрової ерозії замість оранки застосовувати обробіток ґрунту лушильниками із збереженням та перемішуванням стерні на поверхні (ґрунтозахисна технологія обробітку ґрунту), що зменшує розпорощення і сприяє більшому накопиченню ґрунтової вологи.

3. У районах, схильних до ерозії, рекомендуємо використовувати ґрунтозахисні сівозміни, а також посіви сільськогосподарських культур між куліс з високостеблевих рослин. Корисно також впроваджувати правильне чергування культур, виконувати нарізання полів перпендикулярно напрямку вітрів, застосовувати смугове розміщення культур.

4. Рекомендовано застосовувати лісомеліоративні заходи в боротьбі проти ерозії ґрунтів. Ефективно себе зарекомендували захисні лісові насадження (полезахисні, прибалкові лісові смуги). У сукупності це дозволить звести до мінімуму руйнування ґрунту, забезпечити раціональне використання землі, підвищити урожай сільгоспкультур.

Дані заходи, які передбачені до впровадження дозволять зменшити вплив водної та вітрової ерозії ґрунту та шкідливих факторів на оточуюче середовище.

Отже врахувавши запропоновані заходи з екологічної експертизи в даній роботі, можна уникнути виникнення загрози навколишньому середовищу.

Висновком є виконання передбачених заходів які дадуть можливість зберегти навколишнє середовище, зменшивши вплив шкідливих факторів як на організм людини, так і на оточуюче його навколишнє середовище.

4.3. Охорона праці

При експлуатації агрегату у складі ЮМЗ-6КЛ+ЛДГ-5А для передпосівного обробітку ґрунту за технологією міні-тіл, необхідно дотримуватись наступних вимог охорони [20]:

- виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов навчання, інструктаж з охорони праці і до якої допущений працівник, відповідальним за безпечне виконання робіт;

- не допускати до роботи ненавчених і сторонніх осіб;

- застосовувати необхідне для безпечної роботи справне устаткування, використовувати його тільки для тих робіт, для яких воно призначене;

- стежити за роботою лушпильника, періодично проводити його візуальний огляд з метою виявлення пошкоджень механізмів, захисних пристроїв, витоку мастила і ін.;

- пошкоджені елементи обладнання повинні бути правильно відремонтовані або замінені;

- при виявленні поломки обладнання, інших порушень вимог охорони праці, які не можуть бути усунені власними силами, і можуть викликати загрозу здоров'ю, особистої або колективної безпеки працівникові слід

повідомити про це керівника. Не приступати до роботи до усунення виявлених порушень;

- при роботі з лушильником необхідно дотримуватися правил його експлуатації відповідно до інструкцій з охорони праці;

- правильно застосовувати засоби індивідуального захисту (беруші, окуляри, рукавиці);

- здійснювати обробіток ґрунту при швидкості, що зазначена в керівництві по експлуатації заводу-виготовлювача;

- при луценні обирати підвищену передачу;

- після проходження першої смуги перевірити глибину обробітку ґрунту, при необхідності провести регулювання дискової батареї лушильника. Регулювання слід проводити відповідно до інструкції з експлуатації заводу-виготовлювача, при вимкненому двигуні, із застосуванням захисних рукавичок;

- при роботі на схилах обробіток ґрунту проводити тільки в поперек них і ніколи не в гору або зі схилу. Забороняється обробляти ґрунту на схилах крутизною понад 25%;

- при зміні напрямку роботи (повороті, розвороті) переводити важіль перемикачів передач в нейтральне положення;

- експлуатувати обладнання так, щоб не допускати вдихання відпрацьованих вихлопних газів;

- уникати попадання масла і палива на гарячі частини двигуна;

- стежити за тим, щоб двигун трактора не перегріватися. При втраті потужності слід вимкнути двигун і дати йому охолонути протягом 30-40 хвилин;

- зупиняти двигун при: перервах в роботі; технічних оглядах культиватора; заправці трактора паливом; заміні робочих органів лушильника;

- обслуговування, ремонт та очищення виконувати при вимкненому і охолодженому двигуні;

- при обслуговуванні використовувати тільки оригінальні запасні частини. Використання нестандартних запасних частин і приладдя забороняється;

- при роботі з лушчильником ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:
- передавати обладнання стороннім особам;
- використовувати обладнання не за призначенням;
- експлуатувати пристрій без захисних пристосувань;
- експлуатувати двигун з несправним глушником;
- перемикати передачі при увімкненому зчепленні;
- працювати з обладнанням босоніж або у відкритих сандалях;
- наближати ноги або руки до рухомих частин;
- щоб уникнути опіків торкатися до глушника і блоку циліндрів;
- допускати підвищені оберти двигуна без навантаження;
- працювати з обладнанням під впливом наркотиків, алкоголю, ліків.

4.4. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Експериментальні дослідження показали, що геометричні і технологічні параметри мають значний позитивний вплив на якість обробітку ґрунту. Впровадження конструкції найбільш ефективного експериментального диска дасть можливість підвищити врожайність на 2,5... 4% за рахунок якісно обробленого ґрунту. Необхідно обґрунтування експериментальних досліджень шляхом економічних розрахунків [21].

Середня врожайність озимої пшениці складає $Y_{cp} = 4,1 \text{ т/га}$. Наробіток на один машинно-тракторний агрегат у складі ЮМЗ-6КЛ+ЛДГ-5А в середньому складає $F_{cp} = 400 \text{ га}$. При порушенні агротехнічних вимог, які висуваються до лушення стерні культури попередника якість майбутнього урожаю знижується на $\Pi_1 = 2,0..2,5\%$. Знайдемо загальну кількість урожаю пшениці з поля, яке обробляв лушчильник:

$$U_{\text{заг}} = F_{\text{ср}} \cdot Y_{\text{ср}}, m; \quad (4.1)$$

де $F_{\text{ср}}$ – наробіток на один машинно-тракторний агрегат у складі ЮМЗ-6КЛ+ЛДГ-5А в середньому на рік, $F_{\text{ср}} = 400 \text{га}$;

$Y_{\text{ср}}$ – середня врожайність озимої пшениці у 2022 році, $Y_{\text{ср}} = 4,1 \text{м/га}$.

$$U_{\text{заг}} = 400,0 \cdot 4,1 = 1640,0 \text{м}.$$

Втрати урожаю від порушення агротехнічних вимог складуть:

$$U_{\text{втр}} = U_{\text{заг}} \cdot P_1, m; \quad (4.2)$$

де $U_{\text{заг}}$ – загальна кількість урожаю пшениці з поля, яке обробляв лушильник, т;

P_1 – відсоток зниження майбутнього урожаю за рахунок не якісного обробітку ґрунту, $P_1 = 2,0 \dots 2,5\%$.

$$U_{\text{втр}} = 1640,000 \cdot 0,025 = 41 \text{м}$$

Середня вартість 1 т зерна у 2022 році складає $C_{\text{ср}} = 5640 \text{грн/т}$ [22].

Знайдемо втрату коштів при порушенні агротехнічних вимог при лушінні:

$$C_{\text{втр}} = U_{\text{втр}} \cdot C_{\text{ср}}, \text{грн}; \quad (4.3)$$

де $U_{\text{втр}}$ – Втрати урожаю від порушення агротехнічних вимог, т;

$C_{\text{ср}}$ – середня вартість 1 т зерна у 2022 році в Полтавській області, $C_{\text{ср}} = 5640 \text{грн/т}$.

$$C_{\text{втр}} = 41 \cdot 5640 = 231240, \text{грн}$$

Якщо припустити, що лушення проводитиметься без порушень агротехнічних вимог, відповідно до нормативів, то маємо 1640 т врожаю. Впровадження конструкції найбільш ефективного експериментального диска дасть можливість підвищити врожайність на $P_2 = 2,5 \dots 4,0\%$ за рахунок якісного обробітку ґрунту. Знайдемо кількість зерна, яку можна отримати в результаті обробітку ґрунту експериментальними дисками:

$$U_{\text{дод}} = U_{\text{заг}} \cdot P_2, m; \quad (4.4)$$

де $U_{\text{заг}}$ – загальну кількість урожаю пшениці з поля, яке обробляв лушильник, т;

P_2 – підвищення врожайності за рахунок якісного обробітку ґрунту,
 $P_2 = 2,5..4,0\%$

$$U_{\text{дод}} = 1640,0 \cdot 0,04 = 65,6, m.$$

Таким чином, з полів, оброблюваних лушильником, можна отримати 1640 т пшениці. Знайдемо вартість додаткової кількості зерна:

$$C_{\text{дод}} = U_{\text{дод}} \cdot C_{\text{ср}}, грн; \quad (4.5)$$

де $U_{\text{дод}}$ – додаткова кількість зерна урожаю отримана з використанням модернізованого лушильника, т;

$C_{\text{ср}}$ – середня вартість 1 т зерна у 2022 році в Полтавській області,
 $C_{\text{ср}} = 5640 \text{ грн} / m.$

$$C_{\text{дод}} = 65,6 \cdot 5640,0 = 369984,0 \text{ грн}$$

Знайдемо середню вартість зерна при втратах урожаю 35 т:

$$C_{\text{ср}} = (U_{\text{заг}} - U_{\text{втр}}) \cdot C_{\text{ср}}, грн.; \quad (4.6)$$

де $U_{\text{заг}}$ – загальна кількість урожаю пшениці з поля, яке обробляв лушильник, т;

де $U_{\text{втр}}$ – Втрати урожаю від порушення агротехнічних вимог, т;

$$C_{\text{ср}} = (1640 - 41) \cdot 5640 = 9018360, \text{ грн}$$

Середня вартість зерна при додатковій кількості урожаю 65,6 т:

$$C_{\text{ср.дод}} = (U_{\text{заг}} + U_{\text{дод}}) \cdot C_{\text{ср}}, грн; \quad (4.7)$$

де $U_{\text{дод}}$ – втрати урожаю від порушення агротехнічних вимог, т;

$$C_{\text{ср.дод}} = (1640,0 + 65,6) \cdot 5640,0 = 9619584,0 \text{ грн}.$$

Річний (сезонний) економічний ефект складає:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{ср.дод}} - C_{\text{ср}}, \text{ грн}; \quad (4.8)$$

де $C_{\text{сер.дод}}$ – Середня вартість зерна при додатковій кількості урожаю 65,6 т;

$C_{\text{сер}}$ – середню вартість зерна при втратах урожаю 35 т.

$$C_{\text{заг}} = 9619584 - 9018360 = 601224, \text{ грн.}$$

Питомий економічний ефект від впровадження результатів дослідження розраховується за формулою:

$$C_{\text{шиг}} = C_e - E_n \cdot K_{\text{тит}}, \text{ грн}, \quad (4.9)$$

де $C_{\text{шиг}}$ – питомий економічний ефект від впровадження результатів дослідження, грн;

C_e – питома економія використання запропонованої розробки, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень при впровадженні технологій, рівний 0,15;

$K_{\text{тит}}$ – питомі капітальні вкладення при впровадженні результатів дослідження, грн.

$$E_n = \frac{1}{T_{\text{окуп}}}, \quad (4.10)$$

де $T_{\text{окуп}}$ – термін окупності капітальних вкладень, років.

$$C_e = \frac{C_{\text{заг}}}{U_{\text{заг}} + U_{\text{дод}}}, \quad (4.11)$$

де $C_{\text{заг}}$ – сумарний економічний ефект від впровадження, грн/т;

$$C_e = \frac{601224,0}{1640,0 + 65,6} = 352,5 \text{ грн} / \text{т}$$

$$K_{\text{тит}} = \frac{C_{\text{кап.вкл.}}}{U_{\text{заг}} + U_{\text{дод}}}, \quad (4.12)$$

де $C_{\text{кап.вкл.}}$ – розмір капітальних вкладень при впровадженні технології (вартість проектування, виготовлення дисків, вартість металу, вартість монтажу), грн.

$$K_{\text{тит}} = \frac{63000,0}{1640,0 + 65,6} = 36,94 \text{ грн} / \text{т} .$$

$$C_{\text{тит}} = 352,50 - 0,15 \cdot 36,94 = 346,96 \text{ грн} / \text{т} .$$

Тоді сумарний економічний ефект складе:

$$C_{\text{сумарний}} = C_{\text{тит}} \cdot (U_{\text{заг}} + U_{\text{дод}}), \text{ грн} ; \quad (4.13)$$

$$C_{\text{сумарний}} = 346,96 \cdot (1640,00 + 65,60) = 591774,98 \text{ грн} .$$

Отже, при обробітку ґрунту луцильником, оснащеним експериментальними дисками, сумарний річний економічний ефект складатиме 591774,98 грн.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. – Техніко-економічна ефективність використання експериментальних дисків луцильника

Показники	Існуючий варіант	Новий варіант
Врожайність, %	Зниження на 2...2,5%	Підвищення на 2,5...4%
Втрати (прибуток) врожаю, т	Втрати 41,0	Прибуток 65,6
Вартість втрат (прибутку), грн.	231240	369984
Вартість зерна при втратах (прибутку), грн..	9018360	9619584
Річний економічний ефект, грн.	591774,98	

Як видно з таблиці 4.1, в результаті впровадження рекомендованих параметрів дискових робочих органів, можна отримати підвищення врожайності. Річний економічний ефект в 591774,98 грн. показує доцільність використання дисків відповідної конструкції. Розмір річного економічного ефекту може змінюватись в залежності від обсягу робіт луцильника, типу врожаю, ціни за одиницю врожаю.

4.5. Висновки за розділом 4

Висновком є виконання передбачених заходів які дадуть можливість зберегти навколишнє середовище, зменшивши вплив шкідливих факторів як на організм людини, так і на оточуюче його навколишнє середовище. Дотримання рекомендацій з охорони праці, дозволить безпечно виконувати технологічні операції

Встановлено що, при обробітку ґрунту лушильником, оснащеним експериментальними дисками, сумарний річний економічний ефект складатиме 591774,98 грн..

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз існуючих розробок в галузі обробітку ґрунту дисковими лушцильниками дає змогу висунути припущення в необхідності додаткових досліджень стосовно уточнення оптимальних геометричних параметрів дисків лушцильників, їх впливу на якість обробітку ґрунту та економічні показники процесу.

Дослідження впливу геометричних параметрів сферичних дисків лушцильника на якість обробітку ґрунту проводилися методами теоретичного і експериментального аналізу.

Теоретичне дослідження базувалося на історично-науковому аналізі, який дозволив узагальнити дослідження і дискусії щодо мінімізації обробітку ґрунту, які сприяли перегляду поглядів на глибину обробітку. За всю історію обробітку ґрунту пряма й опосередкована дія на ґрунт допомагала регулювати доступність до рослин поживних речовин, впливати на окремі компоненти родючості ґрунту. Ґрунтообробна техніка розвивалася та вдосконалювалася протягом багатьох років.

Експериментальні дослідження були зосереджені на геометричних параметрах диска лушцильника і технологічних параметрах процесу обробітку ґрунту. Дослідження показали, що геометричні параметри дискового робочого органу мають вплив на якість обробітку ґрунту відповідно до технологічних параметрів технологічного процесу лушення. При зміні вказаних параметрів утворюються різні умови для росту і розвитку культурних рослин, а як результат, кількість і якість врожаю буде змінюватись.

Результати експериментальних досліджень підлягали глибокому аналізу, відповідно до якого зроблено наступні висновки:

1. Сферичний диск лушцильника може виконувати якісний обробіток ґрунту при радіусі кривизни $R = 960 \text{ мм}$, кут загострення $i = 25^\circ$, товщина диска $\delta = 3,17 \text{ мм}$.

2. Оптимальними технологічними параметрами є кут атаки $\alpha = 20..27^{\circ}$ і глибина ходу дискового робочого органу $h = 60..75\text{мм.}$

3. При вказаних геометричних і технологічних параметрах дисковий робочий орган при обробітку ґрунту буде виконувати борозну глибиною 60 мм, відкидати пласт на 200 мм, що задовольняє агротехнічні вимоги на лущення.

4. Тяговий опір робочого органу складатиме $R_x = 0,41\text{кН}$. Налипання ґрунту на робочий орган відсутнє.

5. Кількість агрономічно-цінних фракцій у ґрунті при цьому складатиме 19,74 % при водостійкості $\gamma = 14\%$. Такі умови є оптимальними для росту і розвитку культурних рослин.

6. Економічні показники застосування дисків із вказаними параметрами показують про доцільність їх впровадження. Річний економічний ефект в 591774,98 грн. показує доцільність використання дисків відповідної конструкції

Такими є результати проведення дослідження оптимальних геометричних параметрів диска лущильника, які підтвердженні експериментальними випробуваннями.