

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ _____ ” _____ 2024р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
магістр
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Удосконалення способів підвищення ефективності
передпосівної підготовки ґрунту при посіві сої в умовах лісостепу»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 22 м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208«Агроінженерія»
Майборода І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник канд. с-г наук, доцент Головатюк А.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма магістр

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

А.В. Войтік

“ ” _____ **2024р**

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Студенту: _____ Майбороді Іллі Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення способів підвищення ефективності передпосівної підготовки ґрунту при посіві сої в умовах лісостепу»

керівник роботи Головатюк Анатолій Анатолійович, канд. с-г наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 24 ” вересня 2024 р. № 01-06/258

2. Строк подання студентом роботи 20.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: теоретичні аспекти формування енерговитрат у технології вирощування сої.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: вступ; дослідження конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони та котка ударної дії; охорона праці; економічна ефективність; загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; планування багатофакторного експерименту; результати досліджень конструктивних параметрів та режимів роботи котка; енергетична та економічна ефективність; висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент: _____ Майборода І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Головатюк А.А.,

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Процес виробництва сільськогосподарської продукції заснований на чергуванні послідовно виконуваних операцій відповідно до технології виконання робіт. Використання різних засобів механізації можливе при обробітці одних і тих самих сільськогосподарських культур. Основне завдання оптимізації полягає в тому, щоб знайти таке поєднання засобів механізації сільськогосподарського виробництва, яке дозволило б отримати продукцію з найкращими показниками. Вирішення цієї задачі дозволяє виявити оптимальне поєднання засобів механізації для даної технології вирощування сільськогосподарської культури. Оцінку варіантів оптимізації зробимо за критерієм – повні енерговитрати виробництва готової продукції.

Мета дослідження - підвищення ефективності технології обробітки сої за рахунок збільшення врожайності зниження енерговитрат шляхом удосконалення конструктивних параметрів та режимів роботи засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та посіву в умовах .

Завдання дослідження:

- провести аналіз засобів механізації, що застосовуються для передпосівної підготовки ґрунту, способів посіву сої та технічних засобів для висіву її насіння;
- розробити математичну модель для оцінки ефективності використання засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та висіву насіння сої на основі зниження повних енерговитрат;
- обґрунтувати конструктивні параметри та режими роботи засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та висіву насіння сої;
- провести енергетичну та економічну оцінку використання засобів механізації на передпосівній підготовці ґрунту та посіві сої.

Об'єкт дослідження - процес взаємодії засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту і посіву в технології вирощування сої.

Предмет дослідження – закономірності, що визначають вплив конструктивних параметрів та режимів роботи засобів механізації,

використовуються на передпосівній підготовці ґрунту і посіву, на ефективність технології вирощування сої.

Наукова новизна. Запропоновано аналітичні залежності, що дозволяють визначити агротехнічно обґрунтовані способи передпосівної обробки ґрунту . Виявлено закономірності впливу конструктивних параметрів і режимів роботи ґрунтообробних та посівних машин на якість проведення операцій та формування повних енерговитрат при вирощуванні сої.

Загальною методологічною основою проведених досліджень є застосування комплексно-системного підходу, що забезпечує всебічний розгляд процесу підвищення ефективності функціонування технології та засобів механізації при обробі сої з урахуванням реального взаємозв'язку системоутворюючих параметрів. У теоретичних дослідженнях використано методи та закони прикладної механіки, математики, теорії статистики та ймовірності, економіко-математичного моделювання.

Експериментальні дослідження проводилися в умовах експлуатації сільськогосподарської техніки з використанням установок, електронних приладів, тензометрування.

Обробку результатів досліджень проведено за допомогою методів математичної статистики.

Структура та обсяг роботи. Робота містить: вступ, п'ять розділів, висновки, список літератури. Робота викладена на 79 сторінках друкованого тексту, включає 43 рисунки і 3 таблиці. Список літератури складається із 55 найменувань.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 СТАН ПРОБЛЕМИ. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
1.1 Соя та її роль у вирішенні продовольчої та енергетичної проблеми.....	8
1.2 Технічне забезпечення підготовки ґрунту у сільськогосподарських організаціях та аналіз існуючих систем та технічних засобів для обробки ґрунту під сою.....	10
1.3 Аналіз конструкцій та роботи ґрунтообробних котків.....	20
1.4 Аналіз існуючих способів посіву сої та конструкцій механічних апаратів точного висіву.....	25
2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕПОСІВНОЇ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ І ПОСІВУ СОЇ	
2.1 Теоретичні аспекти формування енерговитрат у технології вирощування сої.....	34
2.2 Теоретичні засади підвищення ефективності передпосівної підготовки ґрунту та основи взаємодії робочої поверхні котка з ґрунтом.....	37
2.3 Обґрунтування конструкції ґрунтообробної котка. Висновки по розділу.....	42
3 ЗАВДАННЯ, МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ І ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1 Основні етапи та завдання експериментальних досліджень.....	45
3.2 Методика дослідження конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони та котка ударної дії. Лабораторна установка для проведення досліджень на ґрунтовому каналі.....	45
3.3 Визначення тягового опору.....	48
3.4 Визначення величини ковзання ґрунтообробного котка та планування багатофакторного експерименту з дослідження параметрів дискової борони.....	51
3.5 Планування багатофакторного експерименту щодо дослідження параметрів котка ударної дії та проведення польових досліджень.....	54
3.6 Результати досліджень конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони.....	56
3.7 Результати досліджень конструктивних параметрів та режимів роботи котка ударної дії та вплив конструктивних параметрів котка ударної дії на характер переміщення внутрішнього барабана.....	57
3.8 Результати лабораторних досліджень показників якості прикочування ґрунту.....	60
3.9 Результати польових досліджень прикочування ґрунту. Висновки по розділу.....	62
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Вимоги з найважливіших завдань охорони праці	67
4.2 Вимоги безпеки до виробничого обладнання.	68
5 ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ.	
5.1 Енергетична ефективність впровадження результатів досліджень.....	69
5.2 Економічна ефективність впровадження результатів досліджень.....	72
ВИСНОВКИ.....	73
ЛІТЕРАТУРА.....	75

ВСТУП

Соя – цінна продовольча, кормова та технічна культура, займає одне з перших місць забезпечення населення рослинним білком. Не багато рослин здатні конкурувати з соєю за кількістю цінних для людини продуктів, які виробляються з одиниці площі.

Як сировина соя знаходить широке застосування у харчовій, хімічній, текстильній та інших галузях промисловості.

Соя є однією з основних культур, що визначають розвиток та функціонування агропромислового комплексу України.

Природно – кліматичні умови сприятливі для вирощування сої та дозволяють отримувати високі врожаї за дотримання агробіологічних та агротехнічних вимог. Проте ґрунти регіону відрізняються важким механічним складом, безструктурністю, запливають і ущільнюються в результаті періодів перезволоження і посухи, що входять до кінця, в результаті агротехнічні заходи з передпосівної підготовки ґрунту відрізняються підвищеними енерговитратами. Крім того, поля відрізняються малою довжиною гону і складною конфігурацією. Зазначені особливості накладають свої специфічні умови на вибір засобів механізації, які застосовуються при вирощуванні сої.

Одним із її рішень є проведення посіву з рівномірним розподілом насіння. У той же час, якщо врахувати, що без належної передпосівної підготовки ґрунту посівні операції з дотриманням агробіологічних вимог культури здійснити неможливо, виникає питання про необхідність розробки таких засобів механізації, які б дозволили поряд із покращенням якості виконуваних робіт знизити енерговитрати.

І СТАН ПРОБЛЕМИ. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Соя та її роль у вирішенні продовольчої та енергетичної проблеми.

Соя - цінна сільськогосподарська культура, яка не має рівних собі за змістом та якістю білка. Зерно сої містить 38 – 48 % повноцінного білка, збалансованого за амінокислотами, 20 – 26 % жиру та понад 20 % вуглеводів. У 1 кг насіння сої – 320 – 450 г протеїну, 21,9 г лізину, 4,85 г метіоніну, 4,92 г триптофану. У соєвій макусі – 38 – 39 % білка, 5,5 % жиру; з 10 ц зерна одержують 7 - 7,5 ц шроту, що містить 40% протеїну, 1,4% жиру. 100 кг зерна еквівалентні 131 кормовій одиниці, 100 кг зеленої маси - 21 кормовій одиниці, причому на 1 кормову одиницю припадає 223 г перетравного протеїну [1, 8, 17]. Такий склад визначає універсальність використання сої, яка є одночасно продовольчою, технічною [1, 4, 8, 9, 29].

Світовий досвід показує, що вдосконалення технології промислової переробки зерна та розвиток харчової промисловості сприяють все більшому впровадженню у виробництво продуктів живлення на основі сої, вартість таких продуктів значно нижча, але за харчовою цінністю, вмістом білка, смаковими якостями вони мало відрізняються від м'ясних [1, 9, 21]. Харчова цінність сої дає можливість вирішити проблему білка як продукту живлення людини [19, 24].

Виробництво продуктів із сої практично не має відходів. Шляхом віджиму із соєвих бобів отримують олію. Шрот, що залишився після віджимання олії, переробляється на комбікорм. Також зі шроту шляхом хімічного вилучення залишків жиру отримують продукти з вмістом білка 98 - 99%, звані ізолятами, і концентрати, що містять 80% білка, що використовуються в м'ясній та молочній промисловості [18, 29].

При перемелюванні соєвих бобів судалення лущиння зародка отримують повножирну муку. Для виробництва напівжирного і знежиреного борошна перемелюють шрот. З знежиреного соєвого борошна виробляється текстурат, що має нейтральний смак і здатний переймати смак тих продуктів, з

якими його готують. Соєвий текстурат активно використовується у м'ясопереробній промисловості [18, 29].

Промислове виробництво харчових соєвих білків і продуктів на основі соєвої сировини в нашій країні має стійку тенденцію до зростання [1, 9, 14]. Вітчизняні підприємства освоїли випуск різних видів харчових соєвих продуктів, таких як соєве борошно та крупка, текстуровані соєві білки, соєве молоко та напої, соєвий сир, соєвий сир, соєвий соус та багато інших видів продуктів живлення.

Особливо широке застосування для харчових та технічних цілей соя отримала у США, Бразилії, Аргентині, Китаї. Площа, де вирощується соя у країнах, становить 85 % від загальносвітової, а валовий збір - до 90 % загальносвітового валового збору товарної сої [1, 8, 9].

Соя має перспективу як сировину під час виробництва палива для двигунів внутрішнього згоряння. Так, 28 січня 2003 року у Великій Британії почався продаж біодизельного палива [25]. Цей вид палива можна застосовувати в дизельних двигунах як самостійно, так і в суміші із звичайним дизельним паливом. Для його виробництва використовуються різні рослинні олії, основними з яких є рапсове та соєве. Біодизельне паливо має низку істотних переваг: згоряє практично без токсичних відходів; при його використанні знижується виділення вуглекислого газу; кількість кіптяви зменшується до 50%; має гарні мастильні властивості в порівнянні з мінеральним дизельним паливом; не має неприємного запаху; розлите на землю паливо 90% розкладається мікроорганізмами через 3 тижні; виробництво біодизельного палива можна організувати з урахуванням фермерського господарства [1, 14].

В даний час 48 країн нормативно закріпили і розвивають виробництво енергії біологічного типу. Активно використовуються джерела енергії з сільськогосподарської сировини в США, Бразилії, Японії, Китаї, Індії, Канаді, країнах ЄС [28].

Практика багатьох господарств вказує на різноманітні можливості застосування сої на корм тваринам. Соя підвищує поживну цінність корму, покращує збалансованість його за білком і за низкою дефіцитних амінокислот [12, 14], що дозволяє скоротити витрату виробництва продукції тваринництва і знизити її собівартість. Продукти переробки зерна сої – шрот та макуха йдуть на згодовування тваринам. Хорошим об'ємним та білковим кормом служить солома сої. За якістю вона не поступається лугового сіну і містить до 4% білка [10]. Високі кормові якості мають також зелена маса рослин сої, сіно, статі. На увагу заслуговують спільні посіви сої та кукурудзи [14].

Соя, як просапна культура, що вимагає міжрядних обробок, дозволяє успішно боротися з бур'яном [6, 15].

Соя - одна з найдавніших культурних рослин, відома в Китаї ще в 5 столітті до нашої ери [9, 13, 22, 24]. Соя стала відома у Європі після міжнародної виставки у Відні 1873 р., де китайці експонували багато продуктів із соєвої сировини [10, 27].

У перші тридцятиліття XX століття сою вирощували, переважно, у Китаї, Індонезії, Японії та Кореї. У 1940 р. у США було вироблено сої більше, ніж у Китаї та на всьому Сході. У цей же період сою починають обробляти на Кубі, Канаді, Бразилії, Австралії та Африці [2, 22]. До 1985 р. США було зосереджено майже 60 % світової площі посівів сої (26 млн. га) і близько 70 % всіх валових зборів її зерна [6, 15].

Світове виробництво сої збільшується дуже високими темпами. За останні 30 років воно зросло більш ніж на 400%, при цьому собівартість білків сої за сировиною у 27 разів нижча порівняно з білками тваринного походження.

1.2 Технічне забезпечення підготовки ґрунту у сільськогосподарських організаціях та аналіз існуючих систем та технічних засобів для обробки ґрунту під сою.

Формування парку сільськогосподарської техніки має відбуватися у тісному взаємозв'язку з агротехнічними вимогами до обробітку культур, природно – кліматичними та ґрунтовими умовами регіону.

При комплектуванні агрегатів необхідно враховувати розміри полів, на яких планується вирощування сільськогосподарських культур.

Використання посівних комплексів при сівбі сої на полях невеликих розмірів, економічно неефективне, що підтверджує аналіз технічного забезпечення господарств.

Ґрунтово - кліматичні умови накладають свої вимоги до ґрунтообробних машин, зокрема до машин для передпосівної обробки ґрунту, де, як показує аналіз парку техніки, у пріоритеті знаходяться борони. У таких умовах необхідно мати парк машин, що забезпечують можливість їх ефективного застосування, як з енергетичної, так і з економічної точки зору, суто агробіологічних вимог оброблюваних культур і природно - виробничих умов регіону.

Основне завдання обробітку ґрунту полягає в тому, щоб створити сприятливі умови для проростання насіння, зростання та розвитку сільськогосподарських рослин [1, 2, 6]. На думку багатьох вчених обробка ґрунту повинна забезпечувати щільність складання оброблюваного шару, що відповідає агробіологічним вимогам оброблюваної культури, знищення бур'янів, збереження родючості, створення сприятливого водного та повітряного режимів [1, 7, 8, 19, 27]. Обробітку ґрунту присвячені праці В.П. Горячкіна, В.І. Беляєва, В.А. Желіговського, Ф.М. Канарьова, Є.П. Камачадалова, Б.М., Є.П. Яцука та інших.

У процесі історичного розвитку системи обробки пройшли шлях від примітивних форм механічного впливу на ґрунт до сучасних – відвальна, безвідвальна, плоскорізна, нульова. На всіх етапах розвитку систем обробки ґрунтів виникало питання ефективності їх використання в різних ґрунтово - кліматичних умовах [2, 3, 9, 14, 30].

В умовах негативний вплив на фактори, що беруть участь у формуванні врожаю сої, надають періоди посухи і перезволоження ґрунту, що чергуються. Зниження потенційної врожайності сої в такі роки багато в чому пов'язане з невеликим орним шаром більшості типів ґрунтів, що акумулюють вкрай малий

обсяг опадів, що випадають, якого ледве вистачає для підтримки нормального зростання та розвитку рослин протягом 5-12 днів. Надалі, за відсутності опадів, рослини сої відчують нестачу вологи, що зрештою впливає величину врожаю. Тому ефективність ресурсозбереження при виконанні прийомів обробітку ґрунту багато в чому обумовлена оптимальною забезпеченістю рослин сої вологою протягом усього періоду вегетації, що досягається при систематичному збільшенні орного шару ґрунту шляхом поступового приорювання або періодичного розпушування підзолистого горизонту [4, 9].

Система обробки ґрунту під сою включає основну, передпосівну і післяпосівну. Обробіток ґрунту потребує великих матеріальних та енергетичних витрат. При основній обробітку ґрунту залежно від попередників використовуються такі агроприйоми: лушення стерні, оранка, обробка дискаторами. Лушення стерні зазвичай виробляють дисковими лушильниками, а на полях, засмічених кореневідпорними бур'янами - лемешними лушильниками. Оранка -найбільш енергоємний прийом обробки ґрунту, здійснюється плугами. Широке застосування знаходять дискатори різних видів, володіючи високими робочими швидкостями, ці агрегати дозволяють робити якісне фарбування ґрунту [1, 21].

Основні напрямки мінімізації передбачають зменшення кількості та глибини обробітків, заміну відвальних прийомів обробітку ґрунту безвідвальним, поєднання технологічних операцій та прийомів в одному процесі при використанні комбінованих машин, зменшення оброблюваної поверхні при використанні вискоефективних засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників [23, 24].

Кожен регіон має свої особливості у системі обробітку ґрунту. В Україні хороші результати забезпечує чергування оранки під сою з поверхневими обробками під зернові культури що знижує засміченість та сприяє зростанню врожайності культур у сівозміні [2, 15, 26].

Системи основної та передпосівної обробки ґрунту під сою:	
Інтенсивна	Мінімальна
Відвальна обробка	Безвідвальна обробка
Раннє весняне боронування Глибока культивуація Суцільна культивуація Передпосівне коткування	Посів
Посів	

Рисунок 1.1 – Системи обробітку ґрунту під сою

Поєднання відвальних та безвідвальних обробок сприяє накопиченню та збереженню вологи у ґрунті, запобіганню ерозії, підвищенню ефективних заходів боротьби з бур'янами та зменшенню кількості шкідників [18].

Відвальні прийоми обробки ґрунту більшою мірою змінюють його фізичні та мікробіологічні властивості. Оранка фізично стиглого ґрунту має свої позитивні сторони і дозволяє шляхом інтенсивного розпушування створити в оброблюваному шарі оптимальні умови для проникнення коренів, води, повітря, дозволяє ефективно боротися з бур'янами, шкідниками, збудниками хвороб, якісно закладати добрива, поживні залишки, поліпшити. Разом з тим, зайві інтенсивні обробки руйнують природну будову ґрунту, яка часто є оптимальною для культур, позбавляють ґрунт природної мульчі. Внаслідок механічної обробки відбувається зниження здатності ґрунту до біологічного розуцільнення підорного шару, формування плужної підшви [2–4].

При безвідвальній обробці, порівняно з відвальною, підвищується продуктивність праці, скорочуються терміни проведення польових робіт, знижується собівартість продукції. Одночасно зменшуються втрати гумусу з допомогою зниження темпів його мінералізації, знижуються втрати нітратів з допомогою низхідної міграції. Поліпшується протиерозійна стійкість ґрунту, зменшуються втрати вологи з нього. Оптимізація водно-повітряного режиму ґрунту сприяє появі дружних сходів, кращому зростанню та розвитку культур, підвищується їх конкурентоспроможність по відношенню до бур'янів [18].

За всіх переваг безвідвальної обробки ґрунту їй притаманні певні недоліки: збільшується засміченість посівів, особливо при підвищеному

зволоженні, виникають протиріччя між біологізацією та вимушеним збільшенням застосування пестицидів. При тривалій поверхневій обробці ґрунту через ущільнення підорних шарів знижується водопроникність і повітропроникність, посилюється процес диференціалізації горизонтів і складається «верхній тип» живлення рослин. У зв'язку з мульчуючим ефектом рослинних залишків зменшується температура поверхневого шару ґрунту, що в умовах короткого вегетаційного періоду негативно впливає на ріст та розвиток рослин сої [2, 3, 4].

Передпосівна обробка ґрунту проводиться з метою знищення проростків та вегетативних пагонів бур'янів, вирівнювання поверхні поля, створення оптимального посівного шару, забезпечення рівномірного розміщення насіння по глибині загортання та створення умов для проростання насіння та нормального росту рослин сої [13, 14].

У міру розморожування ґрунту проводиться закриття вологи, зазвичай зубними боронами різних модифікацій. Далі проводять 1-2 передпосівні культивації, спрямовані на створення пухкого верхнього шару ґрунту, вирівнювання поверхні, закладення ґрунтових гербіцидів. Зважаючи на те, що від вирівняності поверхні поля залежить якість посіву та збирання сої, особливо при використанні широкозахоплювальних машин, необхідно звертати увагу на цей стан ґрунту [24].

Перед посівом проводять коткування ґрунтообробними котками. Цей агроприйом спрямований на забезпечення рівномірності розподілу насіння, вирівнювання поверхні поля, запобігання втратам вологи.

Враховуючи, що найбільш ефективними при поверхневій обробці ґрунту є дискові робочі органи, а передпосівне коткування проводиться ґрунтообробними котками, зупинимося на особливостях цих конструкцій докладніше.

Дискові робочі органи знаходять широке застосування в плугах, луцильниках, боронах, сівалках, картоплесаджалках та інших сільськогосподарських машинах. Дослідженню дискових робочих органів

присвячено роботи І.Д. Кобякова, А.Б. Лур'є, П.С. Нартова, І.М. Панова, Г.М. Синєокова, В.Ф. Стрільбицького та інших вчених.

Дискові робочі органи як рухаються поступально разом із рамою машини чи зброї, а й обертаються під впливом реакції ґрунту. Обертальний рух впливає на характер підрізування ґрунтового пласта робочою кромкою диска, змінює траєкторію переміщення ґрунтової маси по поверхні диска, за рахунок чого дискові робочі органи меншою мірою, ніж робочі органи, що поступально рухаються, забиваються рослинними залишками, забезпечуючи мінімальну енергоємність процесу [1, 8, 13, 23].

При обробці важких пересохлих ґрунтів дисковими робочими органами великі брили, що виникають в результаті обробки таких ґрунтів лемешними плугами, не утворюються.

Плоскі диски (рисунок 1.2) знаходять широке застосування завдяки простоті конструкції, простоті виготовлення, запасу міцності. Використовуються як дискові робочі органи плугів, борін, призначених для подрібнення пластів і брил на поверхні зораного поля, весняної передпосівної обробки зябку. Луцильники, що містять плоскі диски, застосовуються для лущення стерні, а також для обробки ґрунтів, схильних до вітрової ерозії. Ґрунт обробляється без обороту пласта, із збереженням стерні [1, 5, 14].

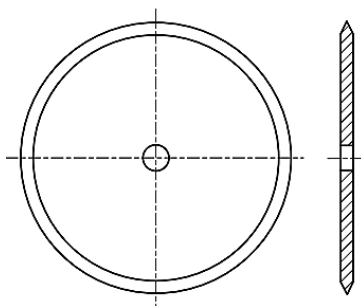


Рисунок 1.2 - Плоский диск

Сферичні диски (рисунок 1.3) використовуються як робочі органи дискових плугів, луцильників, борін. Дискові плуги, що містять сферичні диски як робочих органів, призначені для обробки важких, сухих ґрунтів, ґрунтів, пронизаних корінням рослин, а також для оранки рисових полів на глибину 25 – 30 см [1, 4, 15].

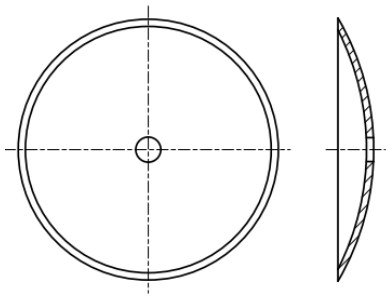


Рисунок 1.3 – Сферичний диск

Ріжуча кромка диска, встановленого під кутом до напрямку руху, званим кутом атаки, в процесі роботи відрізає смужку ґрунту та піднімає її на внутрішню поверхню диска, внаслідок чого ґрунт кришиться, частково обертається та переміщується. Зі збільшенням кута атаки дисковий робочий орган глибше занурюється у ґрунт, її крошення зростає [1, 8].

Сферичні диски з вирізами на робочій кромці встановлюють на важких боронах, які застосовують як для первинної обробки важких задернілих ґрунтів, так і для обробки зв'язкових пластів, піднятих при оранці болотяних і чагарниково-болотних земель. Вони інтенсивно впливають на ґрунт, перерізають коріння рослин [23].

Робочий орган дискової борони (рисунок 1.4), що є сферичним диском з вирізами на ріжучій кромці, виконаними по логарифмічній спіралі (розробники С.А. Булавін, В.Н. Любін, А.В. Рижков) [2, 9], виконаний цілісним, що збільшує запас його міцності. Форма ріжучої кромки дозволяє зменшити опір різання ґрунту, рослинних залишків та скоротити енерговитрати на обробіток ґрунту.

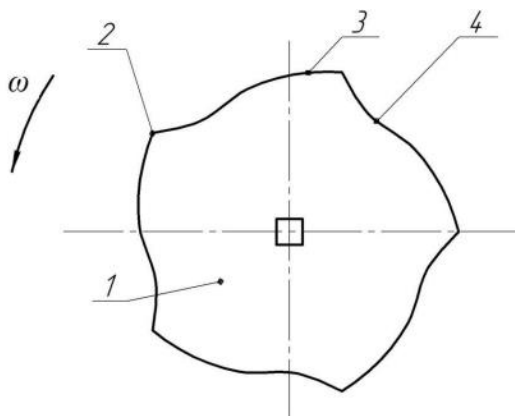


Рисунок 1.4 - Диск із вирізами на ріжучій кромці у вигляді логарифмічної спіралі: 1 – диск; 2 – вершина зуба; 3 – робоча частина зуба; 4 – тильна частина зуба.

Дисковий робочий орган, розроблений (Рисунок 1.5), та виготовлений у вигляді диска з вирізами, додатково підданого зміцненню. Така конструкція, на думку авторів, забезпечує якісне фарбування ґрунту з реалізацією ефекту самозаточення. До недоліків конструкції слід віднести технологічні складності при виготовленні та зниження міцності порівняно із суцільним диском за рахунок наявності вирізів.

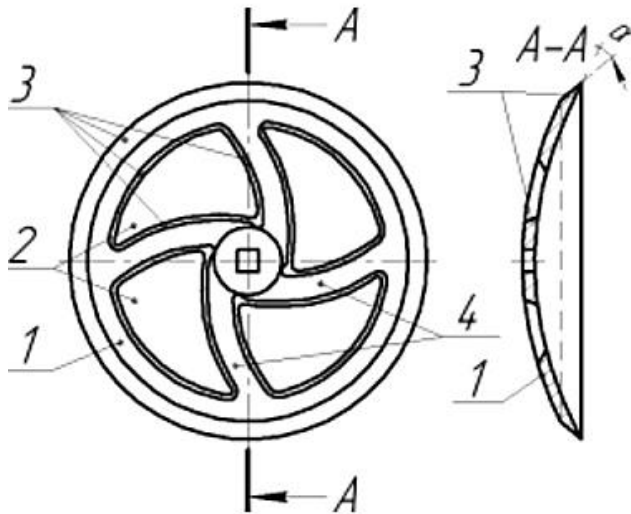


Рисунок 1.5 – Вирізний диск: 1 – диск; 2 – виріз; 3 – ріжуча кромка; 4 – ніж.

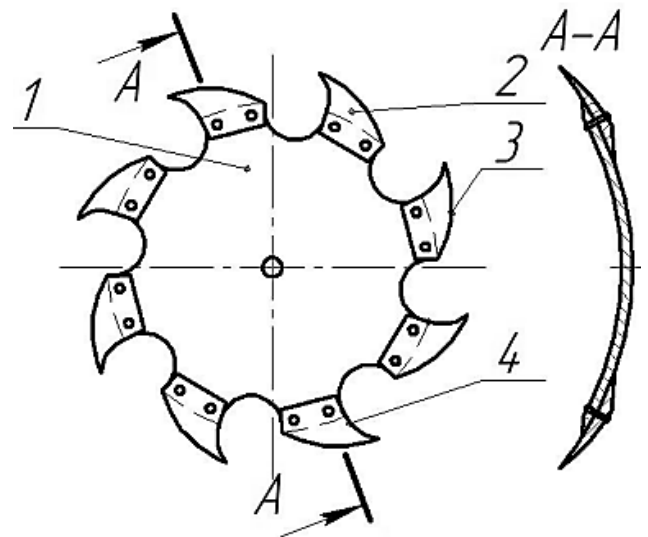


Рисунок 1.6 – Дисковий робочий орган зі знімними ріжучими елементами: 1 – диск; 2 – знімний ріжучий елемент; 3 – ріжуча кромка; 4 – тильна частина.

Робочий орган дискової борони, розроблений (рисунок 1.6), виготовлений з вирізами та виступами на ріжучій кромці, а також знімними ріжучими елементами, що мають форму криволінійного трикутника. Кожен із ріжучих елементів закріплений основою на виступі ріжучої кромки диска. Завдяки наявності ріжучих елементів забезпечується збільшення проникаючої та подрібнюючої здатності робочого органу, тим самим підвищується продуктивність.

Диск сферичний секторної конструкції В.Г. Боброва та ін [24] (рисунок 1.7) для збільшення терміну служби та якісної обробки ґрунтів важкого механічного складу містить ріжучі елементи у вигляді термооброблених змінних секторів. При зносі секторів рівня диска, вони замінюються на нові.

Дисковий ґрунтообробний робочий орган з похило-зубчастою ріжучою кромкою [25] (автор розробки Е.Ф. Мітін), показаний на рисунку 1.8, полегшує перерізання пожнивних і

рослинних залишків забезпечує стабільність показників роботи протягом усього періоду експлуатації від початку до повного зносу. Зміцнення зовнішньої поверхні рифлень зносостійким матеріалом створює ефект самозагострення в процесі ґрунтообробки. Основний недолік конструкції – складність виготовлення.

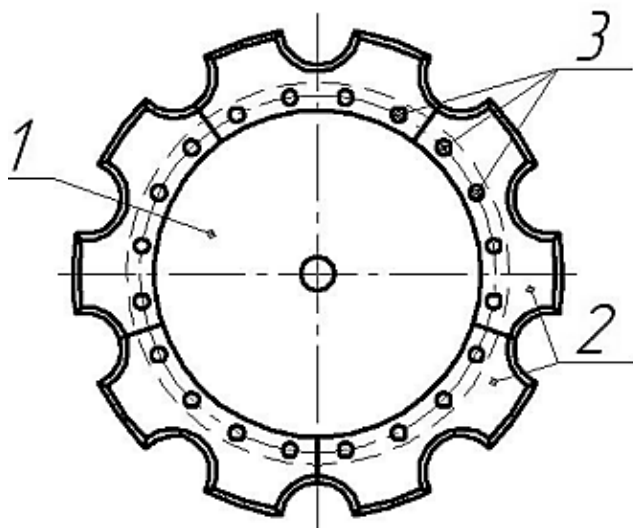


Рисунок 1.7 – Дисковий робочий орган зі знімними ріжучими елементами: 1 – диск; 2 – знімний ріжучий елемент; 3 – заклепки.

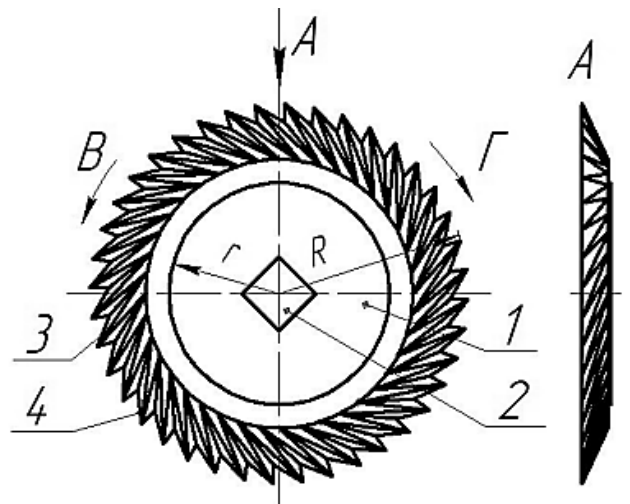


Рисунок 1.8 – Дисковий робочий орган із рифленою ріжучою кромкою: 1 – диск; 2 – отвір під вісь чи вал; 3, 4 – ріжуча кромка

Основним геометричним параметром дискового робочого органу є зовнішній діаметр диска [1, 4, 13, 22, 23].

Теоретично та експериментально встановлено, що раціональним для середніх та легких борін є діаметр диска, що дорівнює 0,45 – 0,50 м, для важких борін, з глибиною обробки до 0,25 м, раціональне значення діаметра диска становить 0,65 м [13, 22].

Діаметр і радіус кривизни диска пов'язані між собою залежністю [22]

Важливим параметром, що визначає якісні та енергетичні показники, що характеризують роботу дискової борони, є товщина диска [13, 23]. Для сферичних дисків її рекомендується визначати за емпіричною формулою

Характер деформації та переміщення ґрунту під дією дискових робочих органів залежить від розміру та кривизни дисків, кута їх установки у горизонтальній та вертикальній площинах, розмірів пласта, що вирізується кожним диском, а також від швидкості поступального руху агрегату та властивостей ґрунту.

Кут атаки диска та глибину обробки ґрунту слід віднести до регульованих параметрів.

Вибір значень перелічених параметрів не може бути довільним, тому що для них по кожному типу дискових робочих органів існують свої вироблені практикою межі.

Незважаючи на те, що основні конструктивні та геометричні параметри дискових робочих органів теоретично та експериментально обґрунтовані, робота над пошуком нових більш досконалих конструкцій продовжується.

Основне завдання борон, у тому числі і дискових - забезпечення обробки ґрунту відповідно до агротехнічних вимог, що пред'являються при обробітку сільськогосподарських культур, зокрема - поліпшення показників глибистості, гребеністості, забезпечення рівномірності обробки поглибини. але й у поліпшенні якості обробітку ґрунту, що забезпечує рослинам потенціал для розвитку та, в результаті, підвищення врожайності.

Запропоновано велику кількість технічних рішень, спрямованих як на підвищення якості обробітку ґрунту, так і на поліпшення експлуатаційних властивостей ґрунтообробних машин [20, 26, 27, 28].

У дискових борін глибина обробітку ґрунту регулюється за допомогою зміни кута атаки диска, а також шляхом створення додаткового вертикального навантаження на диск за рахунок застосування баластових вантажів [14, 27].

Від кута атаки залежить не тільки ступінь кришення ґрунту, а й ширина захоплення диска, ступінь перемішування ґрунту та рослинних залишків. Ці показники зростають у міру збільшення кута атаки. При надмірному збільшенні кута атаки знижується кутова швидкість диска, починається волочіння, як

наслідок зростає тяговий опір і відбувається забивання простору між дисками ґрунтами і рослинними залишками [13].

На забиваність дискових борін ґрунтом та рослинними залишками впливає також міждискова відстань у батареях [22], яка визначається з виразу

При взаємодії свертикальною диском ґрунт сприймає, в основному, деформацію зсуву, піднімається на невелику висоту, погано переміщується з рослинними рештками. При нахилі диска підйом пласта полегшується, знижується тяговий опір.

Таким чином, для ефективної взаємодії дискового робочого органу з ґрунтом, необхідно розташовувати диски в батареях під деяким кутом, що забезпечує якість ґрунтообробки, що відповідає агробіологічним вимогам культури, що обробляється, і зниження тягового опору сільськогосподарської машини, що сприяє зменшенню енерговитрат.

До основних недоліків дискових борін при їх застосуванні на важких за механічним складом ґрунтах можна віднести такі: високі енерговитрати при проведенні агротехнічних операцій; низькі показники рівномірності обробітку ґрунту по глибині; недостатнє подрібнення ґрунтового пласта.

1.3 Аналіз конструкцій та роботи ґрунтообробних котків

Передпосівне коткування-це агротехнічний прийом, спрямований на збільшення щільності ґрунту і вирівнювання поверхні поля, здійснюється ґрунтообробними котками. Дослідженням у галузі вдосконалення процесу прикочування ґрунту присвячені роботи П.М.Василенко, В.А. Желіговського, С.А. Інаєкяна, Н.С. Краснощоківа, Н.М. Крашеніннікова, Ю.І. Кузнєцова, О.М. Мацепура, С.С. Саакяна та інших вчених.

До гладких котків відносяться СКГ-2, СКГ-2,2, СКГ-2,3 та ЗКВГ-1,4. Трьохланковий каток водоналивний гладкий ЗКВГ – 1,4 з шириною захоплення ланки 1,4 метра, призначений для весняного прикочування багаторічних сіяних трав при боротьбі з випиранням вузлів куштиння, для прикочування зелених

добрів перед заоранням та ущільнення ґрунту перед посівом або після посіву дрібнонасінневих культур.

Гладкі циліндричні котка мають ряд недоліків. При обробці поверхні поля малі грудки роздавлюються барабаном котка або вдавлюються в ґрунт, виходить гладка поверхня, що утруднює повітрообмін і при збільшенні вологості, що покривається кіркою. Для роздроблення великих грудок цей тип котків не придатний. Налипання ґрунту на поверхню барабана характерне для гладких котків, це негативно позначається на якості ущільнення ґрунту та сприяє підвищенню тягового опору [7, 8, 20, 27, 28]. Гладкі котка деформують ґрунт у двох напрямках.

Клиновий каток ребрами трикутного профілю деформує ґрунт у вертикальному і поздовжньому, а й у поперечному напрямі [16]. До цього типу котків відноситься каток КВП-3,8, призначений для знищення бур'янів шляхом їх вичісування, вирівнювання верхнього шару ґрунту та часткового ущільнення ґрунту на заданій глибині.

Недоліком клинових котків є погана якість ущільнення, незважаючи на те, що деформація ґрунту відбувається у трьох напрямках. При проходженні котка по оброблюваній поверхні утворюються поздовжні гребені заввишки 20 – 30 мм, які через їх невелику ширину розсипаються, утворюючи поверхні розпушений шар ґрунту [13].

Деформують ґрунт у трьох напрямках також зубчасті та шпорові котка.

Котка кільчасто-шпорові ЗККШ-6 призначені для передпосівного і післяпосівного прикочування ґрунту, розпушування верхнього та ущільнення підповерхневого шару ґрунту, розбивки грудок, руйнування кірки ґрунту та часткового вирівнювання поверхні зораного поля.

Шахове розташування дисків забезпечує їх самоочищення під час роботи на зволожених ґрунтах. Агрегатується з тракторами тягового класу 1,4 кН або тракторами тягових класів 3 - 5 кН за допомогою широкозахватних зчіпок [28].

Відомі конструкції кільчасто-зубчастих ґрунтообробних котків КЗК-10, ККН-2,8, 2ККН та 3ККН-2,8.

Кільчасто-зубчаста котка КЗК-10 призначені для передпосівного та післяпосівного прикочування ґрунту. При роботі котка кільчасті диски з виступами руйнують великі грудки ґрунту і ущільнюють поверхневий шар, а зубчасті вирівнюють поле.

Котка кільчасто-зубчасті причіпні ККН-2,8, 2ККН і 3ККН-2,8 призначені для дроблення грудок, передпосівного прикочування ґрунту та часткового вирівнювання його поверхні.

До недоліків кільчасто-шпорових і кільчасто-зубчастих котків можна віднести високу металоємність і, як наслідок, високі енерговитрати при виконанні передпосівного прикочування, а також недостатнє розпушування верхнього та ущільнення нижнього шару ґрунту [145]. Для поліпшення якості обробки ґрунту та скорочення енерговитрат промисловість виробляє комплексні ґрунтообробні машини, які часто включають пруткові або спіралеподібні котка [18].

До недоліків пруткових ґрунтообробних котків можна віднести такі: оскільки пруткові катки здебільшого використовуються для обробки пластів трав і покладу, спостерігається порушення технологічного процесу внаслідок попадання всередину барабанів подрібненої дернини або рослинності, а також невисока якість вирівнювання поверхневого шару.

На схилах, що сильно продуваються вітрами, використовують спіралеподібні протиерозійні котка [16], які одночасно з прикочуванням утворюють замкнені осередки. У процесі роботи котка гвинтова смуга, встановлена під кутом до утворюючої циліндра, що описує гвинтовий каток в процесі руху, обертається разом з валом, врізається в ґрунт, підрізає її, при цьому підповерхневий шар ґрунту прикочується, підрізується ґрунт подрібнюється і спускається з одночасним. та бур'янів, з укладанням їх на поверхню поля. Гвинтовими механізмами котка рівномірно регулюється глибина обробки, а зміною кута атаки встановлюється вирівняність поверхні, що прикочується. Однак ця котка має істотний недолік: на її гладку поверхню

налипає вологий ґрунт, тому формуються валики, які не усувають повністю змив ґрунту зі схильних полів.

До кільчастих котків відносяться зубчасті, що працюють наступним чином: при переміщенні котка по поверхні поля, барабан котка починає обертатися, разом з ним починають обертатися зуби, які подрібнюють великі грудки на поверхні ґрунту, а барабан своєю вагою ущільнює ґрунт [2, 8]. Основним недоліком таких котків є низьке ущільнення ґрунту та сильне розпушення поверхневого шару, що призводить до утворення щільної кірки зі збільшенням вологості або випадання опадів.

Відомі конструкції ґрунтообробних котків ударної дії, робота яких заснована на енергії вібрації [7, 8, 21]. До недоліків котків цього типу відноситься сильне ущільнення підповерхневого шару ґрунту, що зменшує її повітроємність і негативно позначається на розвитку рослин.

Незважаючи на всі напрямки вдосконалення конструкцій ґрунтообробних котків, основним залишається питання про можливість регулювання навантаження, що створюється катком на ґрунт [12, 15, 18, 26, 28]. Проте досліджень з обґрунтованого значення такого навантаження на ґрунт, залежно від умов функціонування ґрунтообробної котка, недостатньо, як наслідок, не реалізується можливість автоматичного регулювання створюваного катком тиску на ґрунт.

Якщо розглянути існуючі конструкції ґрунтообробних котків з точки зору управління, то для того, щоб виконати технологічну операцію прикочування, вони повинні отримувати від енергетичного засобу та баласту (додаткового вантажу) необхідні команди (швидкість руху, тиск на ґрунт). Сукупність цих команд, вкладених у правильне перебіг технологічного процесу (прикочування) в керованому об'єкті, є алгоритмом функціонування даного об'єкта.

Енергетичний засіб та баласт можна вважати керуючими пристроями, а команди (швидкість, вага баласту), які від них на об'єкт управління (каток) будуть керуючими впливами, що позначаються функцією $\mu(t)$.

Параметр, що визначає якість виконання технологічного процесу (щільність ґрунту) - керована величина (функція $y(t)$). У реальних умовах на будь-який об'єкт управління, крім керуючих впливів, діє безліч незапланованих, так званих збурювальних впливів (функцій $F_i(t)$), які погіршують якісні характеристики технологічного процесу.

Стосовно процесу передпосівного прикочування одним з основних впливів, що впливають на якість виконання агротехнічної операції, є твердість ґрунту [14].

Обурювальні впливи можуть бути найрізноманітнішими. Найбільш поширеним є стрибкоподібна зміна обурювального впливу, що відповідає миттєвому збільшенню або зменшенню навантаження.

Обурювальна дія може змінюватися як за цілком певними законами, так і випадково. У першому випадку закон зміни впливу, що обурює, детермінований, тобто. заданий як функції часу. Таке вплив, що обурює, характерно тим, що знання його в початковий момент часу визначає значення його в усі наступні моменти часу. У другому випадку, коли вплив, що обурює, змінюється випадково, закон зміни впливу, що обурює, є стохастатичним. Знання цього закону в початковий момент часу дозволяє визначити лише ймовірність того чи іншого значення впливу на наступні моменти часу.

Випадкові впливи, що обурюють, найчастіше являють собою безперервно продовжуються впливу. Характер зміни твердості ґрунту є випадковим [5, 14, 20]. У випадку [16] його можна подати у вигляді графіка, показаного рисунку 1.9.

Випадковий характер зміни твердості ґрунту негативно позначається на рівномірності ущільнення ґрунту ґрунтообробними котками, що мають функціональну схему, представлену на рисунку 1.9.

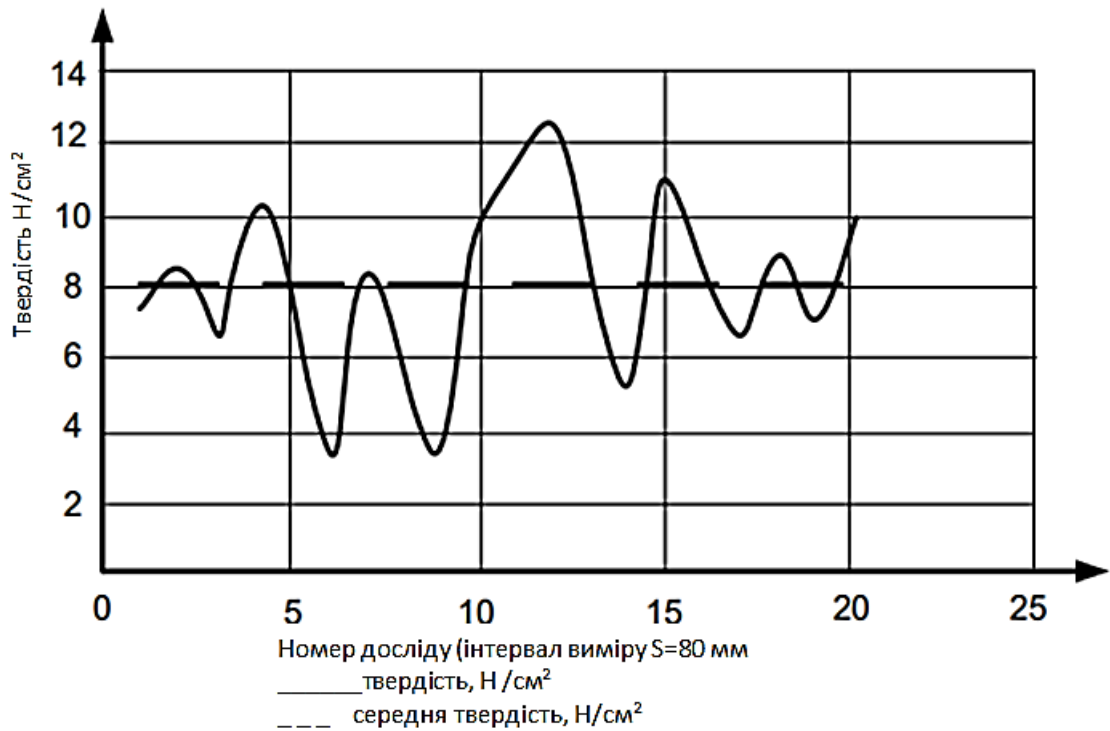


Рисунок 1.9 - Розподіл твердості ґрунту

Проведений аналіз конструкцій ґрунтообробних котків показав, що існуючі конструкції не повною мірою забезпечують рівномірність ущільнення ґрунту. До недоліків конструкцій котків можна віднести: недостатню ефективність існуючих способів очищення від налипання ґрунту, що призводить до порушень вимог щодо підготовки поверхневого шару; значну металоємність; використання тільки механічного впливу статичним навантаженням; відсутність автоматичного регулювання створюваного котком тиску на ґрунт залежно від його стану.

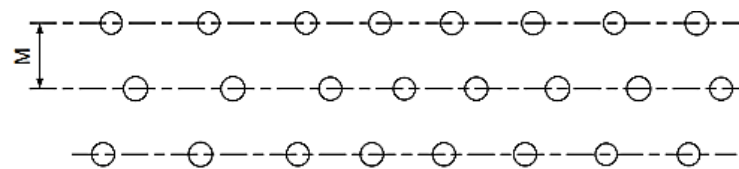
1.4 Аналіз існуючих способів посіву сої та конструкцій механічних апаратів точного висіву.

Біологія сої пред'являє певні вимоги до технологічного процесу посіву цієї культури. Від способу посіву залежить рівномірність розподілу рослин за площею, ступінь їх освітленості, ефективність у боротьбі з бур'янами і, певною мірою, забезпеченість рослин співвілагою та поживними речовинами.

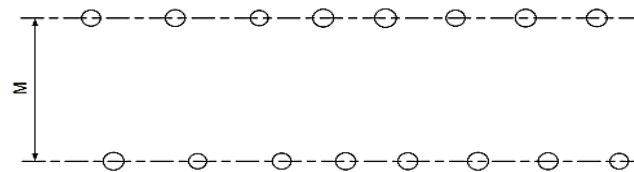
Питанням посіву та присвячені праці І.Ф. Белікова, Л.А. Білозерова, А.П. Ващенко, М.Г. Гершевича, Б.І. Кашпур, В.Ф. Кузіна, Г.Ф. Калініча, В.Т.

Синегівській, А.В. Сюмака, В.А. Тільба, Ю.В. Терентьєва, Н.П. Улітіна, Б.Х. Федченко, О.К. Чайка, О.В. Щегорець та інших вчених.

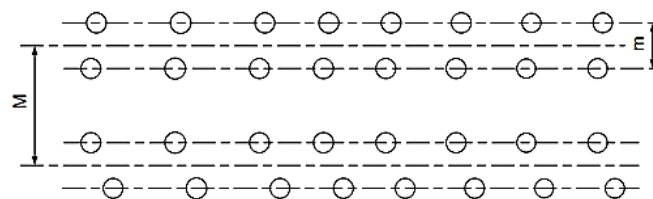
Багато досліджень, що стосуються технології посіву, проводилися без урахування якісних показників посівних машин, розглядаючи процес посіву тільки з агробіологічної сторони. Тому висновки таких досліджень мають суто академічний характер для сучасного механізованого виробництва сої. Труднощі вирішення цієї проблеми до певної міри пояснюється різноманітністю ґрунтово - кліматичних умов районів, що з'єднуються, відмінністю оброблюваних сортів і відсутністю спеціалізованих для посіву машин. Схеми основних способів посіву сої наведено на рисунках 1.10, 1.11.



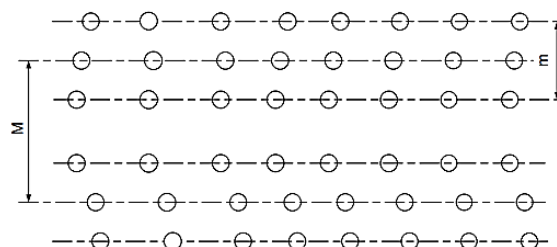
а) рядовий



б) широкорядний

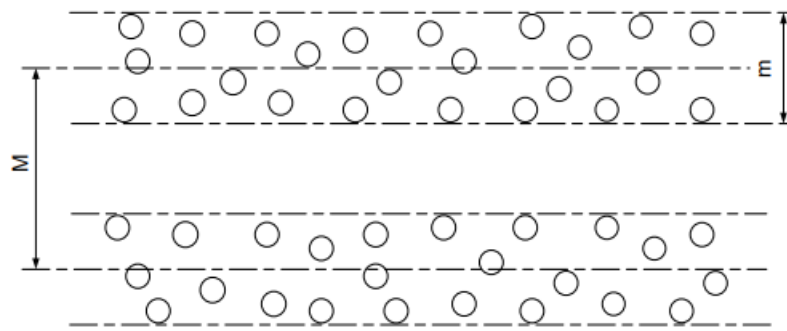


в) стрічковий дворядковий

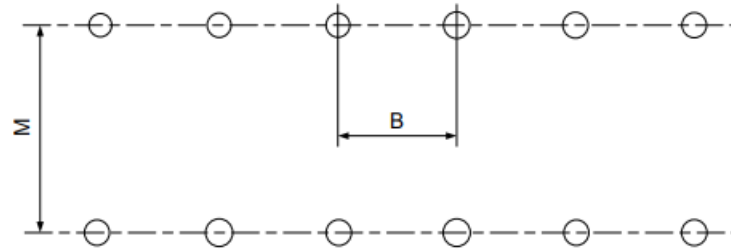


г) стрічковий трирядковий

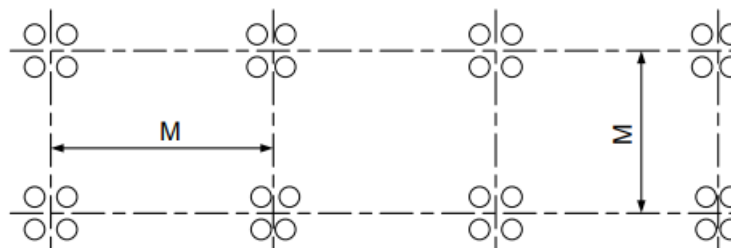
Рисунок 1.10 – Схеми способів посіву сої.



д) смуговий (стрічково-безрядковий)



е) пунктирний



ж) гніздовий

Рисунок 1.11 – Схеми способів посіву сої.

Рациональне розміщення рослин сої за площею живлення з метою створення оптимальних умов для проходження процесу фотосинтезу та функціонування кореневої системи довгий час є предметом вивчення [15, 16, 24]. Наявні дані наукових установ про вплив способів посіву на врожай сої дуже обмежені та суперечливі, що пояснюється, головним чином, відсутністю досконалих засобів для їхньої широкої перевірки.

В даний час найпоширенішим є широкорядний спосіб посіву сої з діапазоном міжрядь від 0,45 до 0,60 м. На порівняно бідних засмічених ґрунтах застосовується різновид цього способу - стрічковий посів з міжряддями 0,51 м. При цьому в одних випадках стрічка складається з двох рядків, в інших - з трьох при відстані між ними відповідно 0,15 і 0,075 м [23, 29].

Посіви сої з міжряддями 15 см, які свого часу займали великі площі, у наші дні втратили значення. При такому способі посіву рослини отримують недостатнє бічне освітлення, внаслідок чого листя жовтіє і опадає. У вузлах опалого листя через погіршення живлення незабаром опадають і боби, що веде до зниження врожаю [2, 19].

Аналіз структури врожаю [6, 15, 16, 19] показує, що відмінність у врожайності, що спостерігається в залежності від способу посіву сої, визначається різною крупністю насіння та їх кількістю з однієї рослини. Помічено, що соєва рослина відрізняється великою здатністю в певних межах змінювати свою продуктивність відповідно до площі живлення, що в кінцевому підсумку призводить до однакового виходу зерна з одиниці площі. Підвищення врожайності при пунктирному та частково смуговому та Трирядкові способи посіву отримано за рахунок збільшення ваги 1000 зерен і додаткових бобів з гілок. У цьому випадку гілки є досить продуктивною частиною соєвої рослини. Кількість зерен у бобах рослин сої за різних способів її посіву практично не змінювалося.

За даними Г. Ф. Калініча рослини сої при різних способах посіву формують урожай з приблизно однаковою вагою 1000 зерен, але найбільш вирівняні за вагою насіння, що володіють високими посівними якостями, виходять при трирядковому способі посіву.

При вузькорядному способі посіву нерівномірне розміщення та погіршення умов освітленості обумовлює напруженість внутрішньовидових взаємин рослин сої. При цьому сильні рослини пригнічують ріст та розвиток більш слабких, затіняють їх та забирають поживні речовини [15, 19]. У результаті продуктивність посівів знижується.

При різних способах посіву мають значення всі сторони біології культури, в тому числі ставлення її до водного, повітряного, світлового, теплового режимів, ґрунтових умов і др. [6, 14, 15, 23]. Дані росте, розвитку формування врожаю сої показують, що при однаковій площі живлення трирядковий, смуговий і пунктирний посіви за рахунок рівномірності

розміщення рослин у більш повній мірі відповідають біології оброблюваних в Україні сортів. Рівномірне розміщення рослин при цих способах посіву, особливо при пунктирному, сприяє кращому їхньому харчуванню і освітленості, причому в одній мірі для всіх рослин. Сприятливі умови розвитку, збільшення площі асиміляційного апарату при одночасному підвищенні його продуктивності сприяють утворенню на рослині сої додаткових (вторинних) репродуктивних органів [1, 15]. Це, у свою чергу, зумовлює збільшення розгалуження та бобоутворення, що зрештою призводить до підвищення врожайності.

Недоліком пунктирного посіву є необхідність при проведенні міжрядних обробок кожної сторони рядка залишати захисні зони шириною 0,10 - 0,12 м [6, 15, 16, 19]. Це означає, що з прохід агрегату обробляється 40 – 45 % площі посіву, а його частина залишається недоступною робочих органів просапного культиватора. Залишені без догляду пунктирні рядки в межах захисних зон представляють розсадник бур'янів, які успішно конкурують з рослинами сої. Це призводить до пригнічення рослин сої, недостатності освітлення та низького ступеня продуктивного кушіння. При зменшенні захисних зон та можливому зміщенні робочих органів культиватора відбувається повне вирізування рослин на ширину захоплення просапного агрегату, що веде до виріджування посівів.

З огляду на це пунктирний посів сої не отримав визнання виробництвом, але в елітних господарствах, де досить висока культура землеробства та хороша обробка полів, такий спосіб забезпечить економне використання насіння при посіві та дозволить репродукувати насіння кращої якості [2, 6, 6, 14].

Головною перевагою смугового (стрічково - безрядкового) посіву, як зазначають М. Г. Гершевич, Л. Т. Хаткової [2, 6], є обробка посівів «під смугу», зі зменшеними до 0,05 м захисними зонами. і в цьому випадку не виключаються, але при смуговому посіві вирізається не весь ряд рослин, а тільки їх частина. Рослини, що залишилися, можуть компенсувати втрати за рахунок додаткового розгалуження і, тим самим, збільшення числа бобів, а, отже, і продуктивності для формування врожаю зерна. Значно збільшується

продуктивність агрегатів та площа посівів сої, доступна для машинної обробки [6, 15]. Рациональне значення ширини стрічки при смуговому посіві, поданим А.К. Слобідяна [2, 20], становить 0,16 - 0,20 м, ширини міжрядь - 0,60 - 0,70 м.

Протягом ряду років у дослідях ДальНДІСГ, Благовіщенського СХІ, на Амурській та Приморській дослідних станціях досліджувалися квадратно-гніздові способи посіву сої. Однак ці способи посіву не отримали визнання в практиці співсесія, а дані наукових установ обих ефективності дуже суперечливі (таблиця 1.6) [2, 9]. Грунтуючись на біологічних вимогах рослин, А. Г. Новак та І. Ф. Беліков [16, 18] вважають цей спосіб посіву сої перспективним. А. А. Васильченко [4, 6] встановив, що при квадратно - гніздовому посіві сої визріває більше бобів, збільшується крупність насіння і продуктивність рослин. періодичного перезволоження ґрунту часом важко провести навіть дві міжрядні обробітки в одному напрямку.

Дослідження В. В. Бурлака, Є. М. Старостіна, В. М. Пенчукова, Я. Я. Скродерса, В. І. Моїсеєнко, В. А. Радикорської [3, 9, 11, 17, 20] переконують у перспективності та необхідності для підвищення врожаю сої на перезволожуваних ґрунтах та у північних районах, що з'єднують, проводити посів на гребенях та грядках.

Гребенева та грядкова поверхня соєвого поля дозволяє збільшити потужність орного шару, посилити поверхневий стік у період сильних опадів та покращити водно – повітряний та тепловий режими ґрунту. За такої технології підвищується ефективність боротьби з бур'яном і врожайність на 2,6 - 4 ц/га по порівняно з посівами на рівній поверхні [6, 15]. Однак, гребені – грядкова технологія вирощування сої не позбавлена недоліків. Зокрема, великі енерговитрати на гребнеутворення та невелику продуктивність посівних агрегатів не завжди дозволяють провести посів сої в агротехнічно оптимальні терміни. У період збирання сої комбайном на гусеничному ході спостерігається збільшення втрат зерна [3, 7], підвищений знос ходової частини, складність використання на гребеневій поверхні поля транспортних засобів.

Вибір ширини міжрядь є одним з найбільш важливих питань механізованого виробництва сої. Питання про доцільну ширину міжрядь посівів сої ускладнюється тим, що ширина міжрядь істотно впливає не тільки на вибір засобів механізації, але і на форму площі живлення рослин, яка накладає свій певний відбиток на їх умови розвитку та продуктивність [1, 7, 16, 18, 23, 28, 29, 30].

Дослідження А. К. Лещенка, засновані на аналізі численних джерел, показали, що соя допускає без зниження врожайності значні коливання в ширині міжрядь, розширення міжрядь посівів до 0,9 м не знижує врожайності сої.

Якщо в перші десятиліття вирощування сої в нашій країні економічна ефективність широкорядних посівів не викликала сумнівів, то наступні роки намітилася тенденція до зменшення ширини міжрядь. Якщо виходити з біологічних особливостей цієї культури, то, як переконують спеціальні дослідження І. Ф. Белікова, підстав для посіву сої з вузькими міжряддями немає. виправдовувалися тим, що з обробки широких міжрядь не вистачало техніки [26]. Напрямок звуження міжрядь посівів сої підтримувалося рядом дослідників. Так, П. І. Колосков вважав, що за наявності більш ніж достатнього освітлення і цілком достатньої кількості літньої вологи, при більш менш родючому ґрунті, в широкорядному способі посіву сої немає необхідності.

На думку А.А. Васильченко ширина міжрядь має обґрунтовуватися як біологічно, а й рівнем виробництва. Дотримуючись цієї точки зору, багато дослідників зазначали, що широкорядні посіви сої найповніше відповідають вимогам механізованої обробки.

Раціональні розміри міжрядь відкривають великі можливості з ефективного використання просапних агрегатів. При цьому збільшується площа машинної обробки, продуктивність агрегатів і подовжується період, протягом якого можлива механізована обробка посівів [65].

Суперечливість результатів досліджень за способами посіву сої, пояснюється її здатністю в певних межах змінювати свою продуктивність

відповідно до площі живлення, що призводить, в результаті, до майже однакового виходу зерна з одиниці площі .

Аналізуючи вищесказане, можна дійти невтішного висновку у тому, що найбільш врожайними з агротехнічної точки зору з застосовуваних умов способів посіву сої є пунктирний, що відрізняється зниженою нормою висіву і дозволяє рівномірно розподіляти насіння за площею живлення і смуговий (стрічково - безрядковий), що надає можливість проводити міжрядні обробки зі зменшеними захисними зонами. При цьому ширина міжрядь повинна визначатися виходячи з наявних засобів механізації.

Мето досліджень є підвищення ефективності технології обробітку сої за рахунок збільшення врожайності зниження енерговитрат шляхом удосконалення конструктивних параметрів та режимів роботи засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та посіву.

Завдання дослідження:

- проаналізувати особливості природно-кліматичних і ґрунтових умов та їх вплив на ефективність функціонування технології та засобів механізації при вирощуванні сої;
- провести аналіз засобів механізації, що застосовуються для передпосівної підготовки ґрунту, способів посіву сої та технічних засобів для висіву її насіння;
- розробити математичну модель для оцінки ефективності використання засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту;
- обґрунтувати конструктивні параметри та режими роботи засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та висіву насіння сої;
- провести енергетичну та економічну оцінку використання засобів механізації на передпосівній підготовці ґрунту та посіві сої.

Висновки по розділу.

Проведений аналіз сучасного стану проблеми передпосівної підготовки ґрунту в умовах дозволяє зробити наступні висновки:

1. Соя є однією з основних культур, що визначають розвиток та функціонування сільськогосподарської галузі. Маючи високий продовольчий, кормовий, технічний і енергетичний потенціал, дотримання агробіологічних і агротехнічних вимог, здатна давати високі врожаї в природно-кліматичних умовах регіону.

2. Проведений аналіз наявних у господарствах засобів механізації сої показав, що борони є основним технічним засобом передпосівної підготовки ґрунту через їх значне кількісне перевантаження

3. Аналіз технічних засобів передпосівної підготовки ґрунту показав ефективність застосування дискових робочих органів на ґрунтах важкого механічного складу, до яких відноситься більшість ґрунтів. З метою дотримання агротехнічних вимог до передпосівної підготовки ґрунту під сою необхідно після проведення обробки дисковими робочими органами провести передпосівне коткування ґрунтообробними котками. Існуючі конструкції котків для передпосівного прикочування не повною мірою забезпечують рівномірність ущільнення верхнього шару ґрунту через відсутність контролю над його впливом, що обурює.

4. Встановлено, що найбільш повнобіологічним особливостям відповідає пунктирний спосіб посіву, що відрізняється зниженою нормою висіву і дозволяє рівномірно розподіляти насіння по площі живлення, але вимагає збільшених захисних зон при міжрядній обробці. Смушний (стрічково - безрядковий) посів, що застосовується, дозволяє мінімізувати захисну зону, проте існуючі технічні засоби для його здійснення не дозволяють провести одиничний відбір насіння, відрізняються підвищеною нормою висіву і травмуванням посівного матеріалу.

5. Удосконалення засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту і посіву сої необхідне для збільшення врожайності, зниження енерговитрат і, в результаті, підвищення ефективності технології обробітку.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕПОСІВНОЇ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ І ПОСІВУ СОЇ.

2.1 Теоретичні аспекти формування енерговитрат у технології вирощування сої.

Процес виробництва сільськогосподарської продукції заснований на чергуванні послідовно виконуваних операцій відповідно до технології виконання робіт. Використання різних засобів механізації можливе при обробітці одних і тих самих сільськогосподарських культур. Основне завдання оптимізації полягає в тому, щоб знайти таке поєднання засобів механізації сільськогосподарського виробництва, яке дозволило б отримати продукцію з найкращими показниками. Вирішення цієї задачі дозволяє виявити оптимальне поєднання засобів механізації для даної технології вирощування сільськогосподарської культури. Оцінку варіантів оптимізації зробимо за критерієм – повні енерговитрати виробництва готової продукції.

З усіх оброблених в Україні сільськогосподарських культур соя посідає чільне місце у структурі посівних площ. Високий урожай сої може бути отриманий за суворого дотримання науково обґрунтованих технологій обробітки та використання пристосованих до умов регіону районованих сортів.

Природно-виробничі особливості мають суворо виражений прикладний зональний характер. При цьому стан матеріально-технічної базигосподарств, організація управління, технологія, що склалася, наявні засоби механізації, в сукупності зумовлюють необхідність адаптації розроблених технологій безпосередньо до ґрунтово-кліматичних зон мікрозон.

Технологія обробітки сої у загальному вигляді включає чотири основні блоки агротехнічних операцій:

- 1 – основну обробку ґрунту;
- 2 – передпосівну обробку ґрунту;
- 3 – посів;
- 4 – обробку посівів.

Аналіз технологій обробітку сої з урахуванням специфічних ґрунтово – кліматичних та природно – виробничих умов регіону, показує, що без належної передпосівної підготовки ґрунту якісне проведення посівних операцій здійснити неможливо, при цьому передпосівна підготовка ґрунту та посів відрізняються значними енергетичними витратами. У той же час, якщо врахувати, що проведення посіву з рівномірним розміщенням насіння за площею живлення та за глибиною загортання для сої є запорукою високого врожаю, виникає питання необхідності розробки таких засобів механізації, які б дозволили поряд з поліпшенням якості виконуваних робіт знизити енерговитрати.

Існуюча технологія обробітку співів якості підпосівної підготовки ґрунту включає боронування зубними боронами або боронами, що містять як робочі органи сферичні диски, далі виробляються 1 - 2 культивації і коткування ґрунтообробними котками.

Зниження енерговитрат на передпосівну підготовку ґрунту можливе за рахунок удосконалення параметрів застосовуваного сільськогосподарської техніки з метою зниження її тягового опору та підвищення якості ґрунтообробки, а також внаслідок скорочення або об'єднання деяких агротехнічних операцій. У запропонованому варіанті передпосівної підготовки ґрунту, за рахунок підвищення якості обробки ґрунту удосконаленою конструкцією оборони, що містить як робочий орган плоский диск, скорочується агротехнічна операція «культивація».

Як показав аналіз способів посіву та їхнього впливу на врожайність сої, різні способи посіву відрізняються врожайністю, яка залежить від рівномірності розподілу насіння площею живлення. Тому, енерговитрати, обумовлені нерівномірністю розподілу насіння, можуть бути оцінені вмістом енергії в усіх насінні в недоотриманому обсязі врожаю з одиниці площі при порівнянні існуючого варіанта розташування насіння по площі з запропонованим варіантом. Рівномірність розподілу насіння за площею живлення визначається

можливістю конструкції висівного пристрою виробляти висів насіння з рівномірним їх розташуванням.

Енерговитрати, обумовлені точністю дозування насіння висівним апаратом, залежать, насамперед, від конструкції висівного апарату, тобто. що вище точність дозування, то нижча витрата посівного матеріалу і менше відповідні енерговитрати. Так, якщо широкорядний спосіб посіву, що здійснюється висівним апаратом котушкового виконання, вимагає висіву 500 – 600 тисяч насіння сої на гектар, то схожий з ним пунктирний спосіб посіву, з розкладкою насіння із заданим інтервалом по довжині рядка, при висіві апаратом, що забезпечує одиничний і точний висів, відрізняється нормою висіву в 350 - 450 тисяч насінин сої на гектар, при цьому пунктирний спосіб посіву, як показав аналіз, дає кращі показники врожайності. Тому, при порівнянні технологій обробітку сої, енерговитрати, зумовлені точністю дозування насіння висівним апаратом.

Енерговитрати відтравмування насіння оцінюються енергомісткою травмованого висівним апаратом посівного матеріалу, а також енергомісткою насіння сої в недоотриманому за рахунок травмування врожаю. Цей вид енерговитрат залежить від конструкції висівного апарату і, в першу чергу, від способу відбору насіння (групового чи одиничного). Найкращі результати при висіві сої показують апарати, що здійснюють одиничний відбір насіння. При підвищеному травмуванні насіння норми висіву при налаштуванні висівного апарату збільшують пропорційно кількості травмованого насіння.

З урахуванням вищевикладеного, пріоритетним напрямом зниження енерговитрат на передпосівній підготовці ґрунту є підвищення якості ґрунтообробки за рахунок удосконалення конструктивних параметрів застосовуваних ґрунтообробних машин, що супроводжується зниженням тягового опору. На сівбі зменшення повних енерговитрат може бути досягнуто шляхом зміни конструктивних параметрів висівних апаратів, що впливають на показники рівномірності розподілу насіння, точності дозування, зниження травмування насіння. Комплексний підхід до вирішення проблеми дозволить

підвищити якість передпосівної підготовки ґрунту та посіву та знизити повні енерговитрати.

2.2 Теоретичні засади підвищення ефективності передпосівної підготовки ґрунту та основи взаємодії робочої поверхні котка з ґрунтом.

У ґрунтово-кліматичних умовах, коли ґрунти відрізняються важким механічним складом, безструктурністю, запливають в результаті періодів перезволоження і посухи, що передуються, передпосівна підготовка ґрунту є важливою агротехнічною операцією, що закладає фундамент в основі формування високого врожаю оброблюваної культури.

На підставі проведеного аналізу дискових робочих органів встановлено перспективність їх застосування для підготовки ґрунту під посів сої за умов . Для підвищення ефективності передпосівної підготовки ґрунту, поліпшення показників глибистості, гребенистості, рівномірності обробки ґрунту по глибині, з метою підвищення врожайності сої та зниження енерговитрат на ґрунтообробку, розроблена конструкція дискової борони [2, 7, 20, 26, 28], схема якої представлена.

Як робочий орган борони застосовано суцільний плоский диск з змінним кутом різання, жорстко закріплений на валу, що обертається, під кутом α до його осі (рисунок 2.2).

Секція дискової борони складається з рами 1, на якій встановлені як мінімум два, вільно обертаються в підшипниках 4, вала 2, з'єднаних ланцюговою передачею 3. Робочий орган - суцільний плоский диск 5 нерухомо закріплений на валу 2 з можливістю регулювання робочого кута диска α 2.6) та відстані між дисками в батареї. Диски в батареях розташовані послідовно, шаховому порядку, величина робочого кута дисків першої батареї дорівнює величині робочого кута дисків другої батареї, кожен наступний ряд дисків розташований з перекриттям відносно попереднього. Напрямок нахилу дисків першого і другого рядів різний, при цьому обидва вали розташовані на відстані один від одного, де радіус диска.

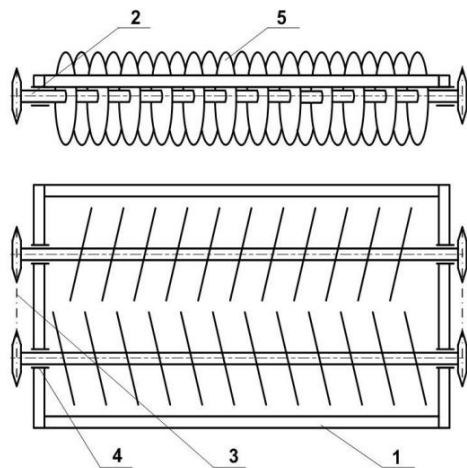


Рисунок 2.1 – Схема секції дискової борони: 1 – рама; 2 – вал; 3 – ланцюгова передача; 4 – підшипник; 5 – дисковий робочий орган.

Секція борони містить парну кількість валів (мінімум два), з'єднаних ланцюговою передачею. Ланцюгова передача необхідна для синхронізації обертання батарей – наступна батарея дисків обробляє проміжки ґрунту, що залишилися необробленими після попередньої батареї.

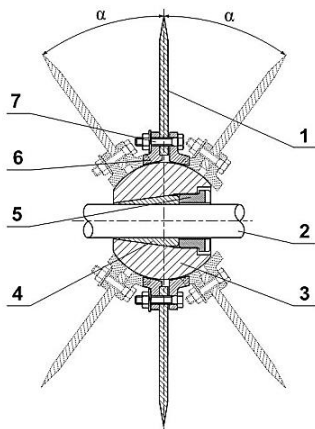


Рисунок 2.2 – Робочий орган дискової борони: 1 – диск; 2 – вал; 3 – маточина; 4 – вкладиш; 5 – фіксатор; 6 – кільце; 7 – болтове з'єднання.

При русі борони диски заглиблюються в ґрунт на глибину обробки, регульовану робочим кутом диска і установкою баластових вантажів, і, за рахунок установки дисків під кутом, відбувається не тільки розпушування, але і різання з кутом атаки, що змінюється, при цьому диск підрізає кореневу систему бур'янів, відбувається підкопування частини ґрунту з одного боку диска та роздавлювання ґрунтових грудок з іншого сторони. Процес боронування відбувається з інтенсивним впливом на ґрунтовий пласт, що

виникає внаслідок того, що точки ріжучої кромки розташованого під кутом диска рухаються складною траєкторією.

Траєкторія руху точок ріжучої кромки дискового робочого органу дозволяє робити інтенсивний вплив на грудки ґрунту та кореневу систему бур'янів. При обертанні диска навколо осі його крайні точки і послідовно приймають положення при повороті на 90° , при повороті на 180° , при повороті на 270° і займають вихідне положення при повороті на 360° (рисунок 2.3). За один оберт диск робить два коливання з амплітудою і круговою частотою (рисунок 2.4).

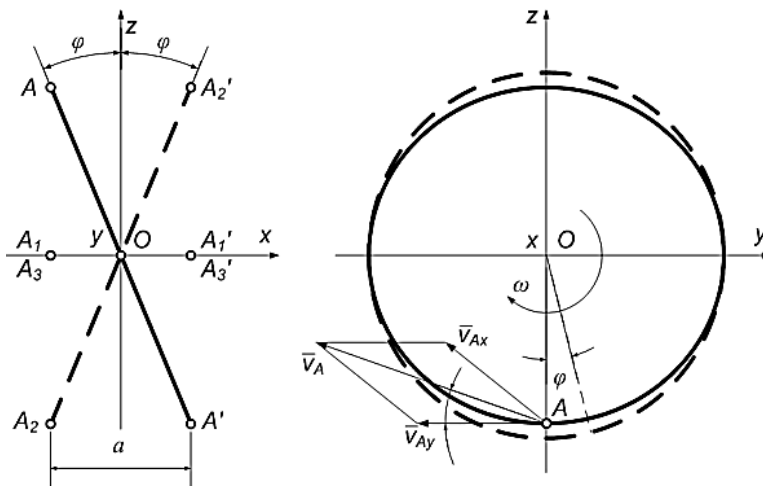


Рисунок 2.3 – До визначення кінематичних параметрів диска

Величину амплітуди коливань диска визначаємо, використовуючи схему (рисунки 2.3, 2.4), де R – радіус диска; a – амплітуда коливань.

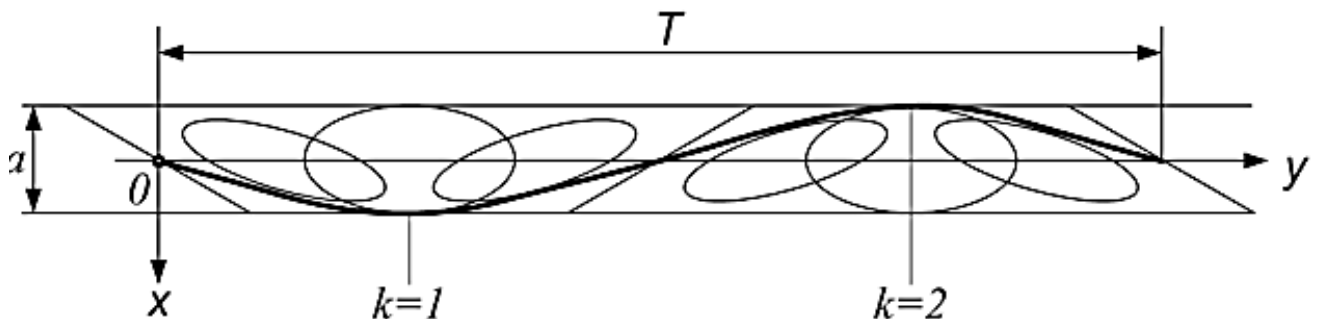


Рисунок 2.4 – До визначення траєкторії руху точки диска

Рух дискового робочого органу в ґрунті характеризується крім кінематичних параметрів динамічними, тобто відбувається силова взаємодія диска з оброблюваним ґрунтом.

Для оцінки силової взаємодії, що відбувається між ґрунтом і робочою поверхнею рухається поступово з обертанням плоского дискового робочого органу, виділимо елемент диска, що взаємодіє з ґрунтом (рисунок 2.5). На поверхні диска виділимо елементарний майданчик.

При взаємодії площини з ґрунтом у ґрунті виникають напруги закон зміни яких, залежно від величини деформації h ,

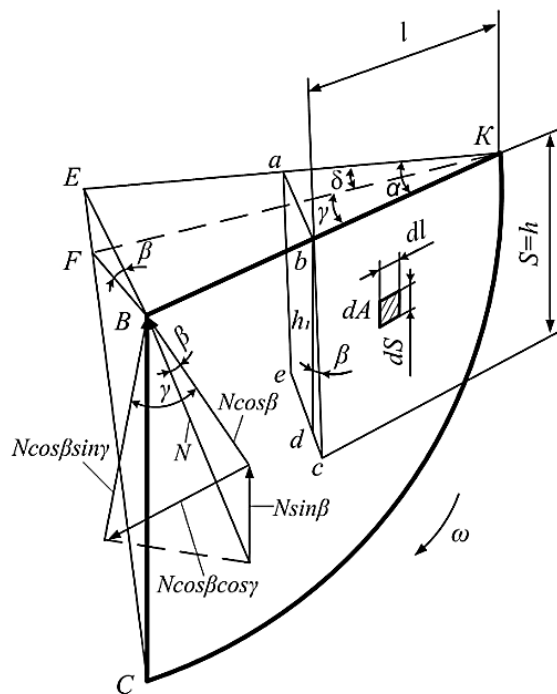


Рисунок 2.5 – Виділений елемент диска

Величину стиснення ґрунту визначимо через l та S (рисунок 2.5)

Межі інтегрування визначаються контуром площі, яка обмежена знизу дугою кола, зверху прямий.

Результати теоретичних досліджень тягового опору дискової борони представлені як графічних залежностей рисунку 2.6.

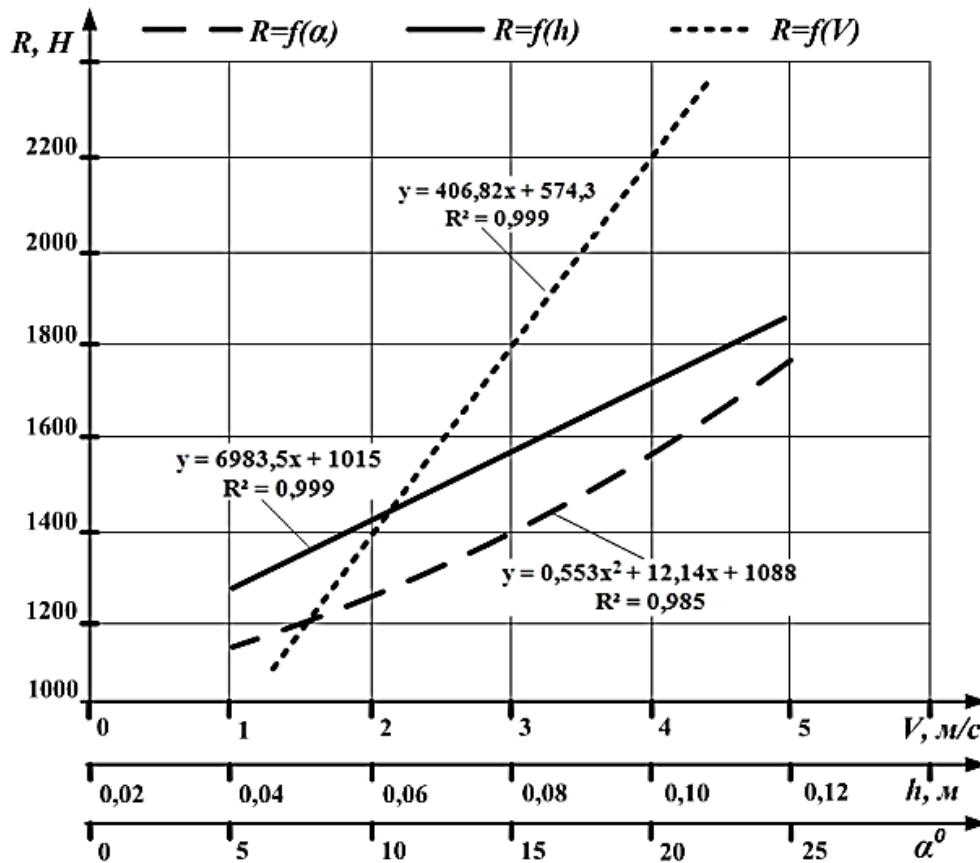


Рисунок 2.6 - Залежності тягового опору дискової борони від робочої швидкості, від глибини обробки, від кута нахилу диска.

Таким чином, застосовуючи для передпосівної підготовки ґрунту дискову борону пропонованої конструкції, можна не лише покращити якісні показники ґрунтообробки, а й за рахунок зниження тягового опору, а також зменшення маси агрегату, знизити повні енерговитрати під час виконання агротехнічної операції «боронування».

Стан ґрунту характеризується фізико-механічними властивостями, частина яких у процесі взаємодії ґрунту з робочими органами сільськогосподарських машин змінюється, інша частина залишається незмінною.

Основною характеристикою ґрунту, що відображає її будову, фізичні властивості та біологічну активність є об'ємна маса. Зважаючи на неоднорідність полів напружень, створюваних впливом робочих органів, об'ємна маса ґрунту по перерізу орного шару є нерівномірною. Отже, будь-який вид обробітку ґрунту, у тому числі і коткування, повинен сприяти збільшенню

дисперсності ґрунту в орному шарі. Оскільки ґрунт представляє дисперсне середовище, що складається з твердої, рідкої та газоподібної фаз, то залежно від їх співвідношення змінюється характер деформації ґрунту від зовнішнього впливу. Враховуючи, що прикочування проводиться при вологості ґрунту до 22%, у цьому стані він має пружно – пластичні властивості.

Для оцінки впливу робочої поверхні котка на ґрунт розглянемо схему діючих сил і деформацій у орному шарі з щільним підорним горизонтом, характерним для ґрунтів (рисунок 2.7).

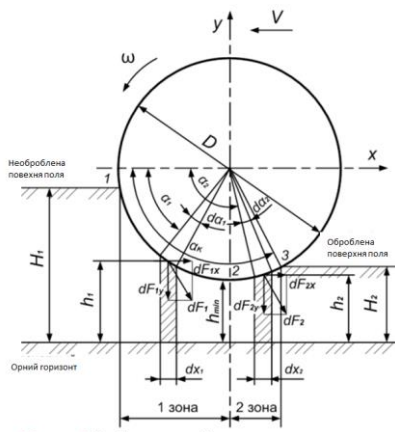


Рисунок 2.7 - Схема взаємодії котка з ґрунтом

Від дії стискаючого навантаження ґрунт деформується не тільки у вертикальному, а й у поперечному русі котка напрямку.

2.3 Обґрунтування конструкції ґрунтообробної котка

Проведений аналіз конструкцій та роботи ґрунтообробних котків виявив у них один загальний недолік - відсутність автоматичного регулювання впливу котка на оброблювану поверхню в залежності від її щільності. з обурення [2, 7, 8, 13, 18, 19], покладений в основу розробленої конструкції ґрунтообробної котка ударної дії (рисунок 2.8).

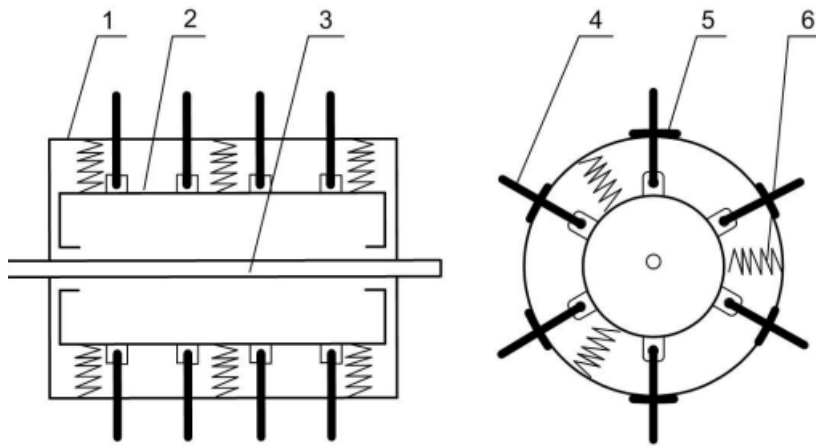


Рисунок 2.8 – Схема конструкції котка ударної дії: 1-зовнішній барабан; 2 – внутрішній барабан; 3 – вісь; 4 – шпора; 5 – захисний кожух; 6 – пружина.

Конструкція котка (рисунок 2.8) представлена зовнішнім барабаном 1, жорстко закріпленим на осі 3, внутрішнім барабаном 2, пов'язаним із зовнішнім барабаном за допомогою пружин 6. На внутрішньому барабані 3 закріплені шпори 4, які через технологічні отвори проходять крізь зовнішній барабан 1. Для запобігання попаданню ґрунту у внутрішню частину котка передбачений захисний кожух 5, виконаний з гумової стрічки і прикріплений до зовнішнього барабана 1.

Зовнішній барабан котка, що є об'єктом управління, впливає на ґрунт, здійснюючи коливальні рухи у вертикальній площині. Для забезпечення заданих вихідних параметрів керованої величини необхідно знати характер руху зовнішнього барабана та швидкість котка, при якій відбувається максимально ефективний вплив на ущільнення ґрунту. Рух котка представимо як рух пружної системи.

Передпосівне коткування ґрунту котком ударної дії дозволить знизити повні енерговитрати на даній операції внаслідок зниження тягового опору та маси агрегату.

Висновки по розділу.

1. На підставі аналізу структури витрат енергії під час виконання агротехнічних операцій, відповідно до прийнятої математичної моделю, визначено шляхи зниження повних енерговитрат на передпосівну підготовку ґрунту та посів сої. Встановлено, що виконання умов залежить від зниження тягового опору сільськогосподарських машин та їхньої маси, збільшення продуктивності, зменшення енерговитрат, пов'язаних зі зниженням агротехнологічних показників.

2. Розроблено конструкції дискової борони, котка ударної дії що дозволяє разом із підвищенням якості вироблених ними агротехнічних операцій знизити повні енерговитрати.

3. В результаті теоретичного аналізу взаємодії робочих органів дискової борони та котка ударної дії з ґрунтом визначено залежність тягового опору від умов роботи.

3 ЗАВДАННЯ, МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТИ ТА АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ І ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Основні етапи та завдання експериментальних досліджень

На першому етапі експериментальних досліджень визначаються умови та методика їх проведення. Необхідні для досліджень фізико- механічні властивості ґрунту визначаються відповідно до загальновідомих методик [14, 15, 22]. Далі досліджується вплив конструктивних параметрів та режимів роботи засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та посіву на якісні показники виконуваних агротехнічних операцій. Наступним етапом роботи є розробка експериментальних зразків засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та посіву. Останній етап досліджень -перевірка теоретичних передумов досвідченим шляхом.

Завдання експериментальних досліджень:

1. Дослідити вплив конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони та котка ударної дії на якість передпосівної підготовки ґрунту та встановити їх оптимальні значення.

3. Дати енергетичну та економічну оцінку впровадження запропонованих засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту та технологію вирощування сої.

3.2 Методика дослідження конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони та котка ударної дії. Лабораторна установка для проведення досліджень на ґрунтовому каналі.

Для проведення експериментальних досліджень виготовлено лабораторна установка, встановлена на ґрунтовому каналі.

Лабораторна установка (рисунок 3.1) складається з рухомого візка 1, на якій знаходиться рама для кріплення силової установки 2 електродвигуна 4 для приводу гідравлічної навішування 6 підйомної рами 7 на якій закріплено досліджуване знаряддя. Можлива навішування як секції дискової борони, котка ударної дії, так і посівної секції. Тягове зусилля передається через повідець 9 із закріпленим тензометричним вузлом 10.

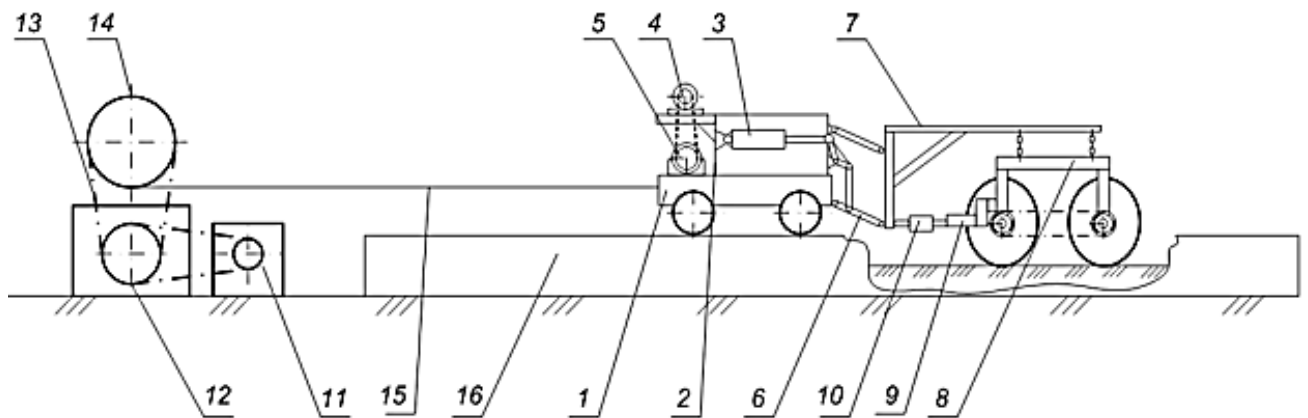


Рисунок 3.1 - Схема лабораторної установки на ґрунтовому каналі: 1 - рухомий візок; 2 – рама для кріплення силової установки; 3 – гідроциліндр; 4 – електродвигун; 5 – насос; 6 - навішування гідравлічне; 7 - підйомна рама; 8 – рама секції борони; 9 - повідець; 10 – тензометричний вузол; 11 – електродвигун; 12 – варіатор; 13-передача ланцюгова; 14 - барабан; 15 – трос; 16 - ґрунтовий канал.

Як силовий агрегат приводної станції (рисунок 3.4) використаний електродвигун 11, який за допомогою гідропередачі 12, що складається з гідронасоса і гідромотора, через ланцюгову передачу 13 передає обертання на барабан 14, з'єднаний через трос 15 з силовою установкою. Загальний вид лабораторної установки із встановленими на ній агрегатами представлений на рисунках 3.2 – 3.3.



Рисунок 3.2 – Експериментальна секція дискової борони на ґрунтовому каналі.



Рисунок 3.3 – Експериментальна модель котка ударної дії на ґрунтовому каналі.

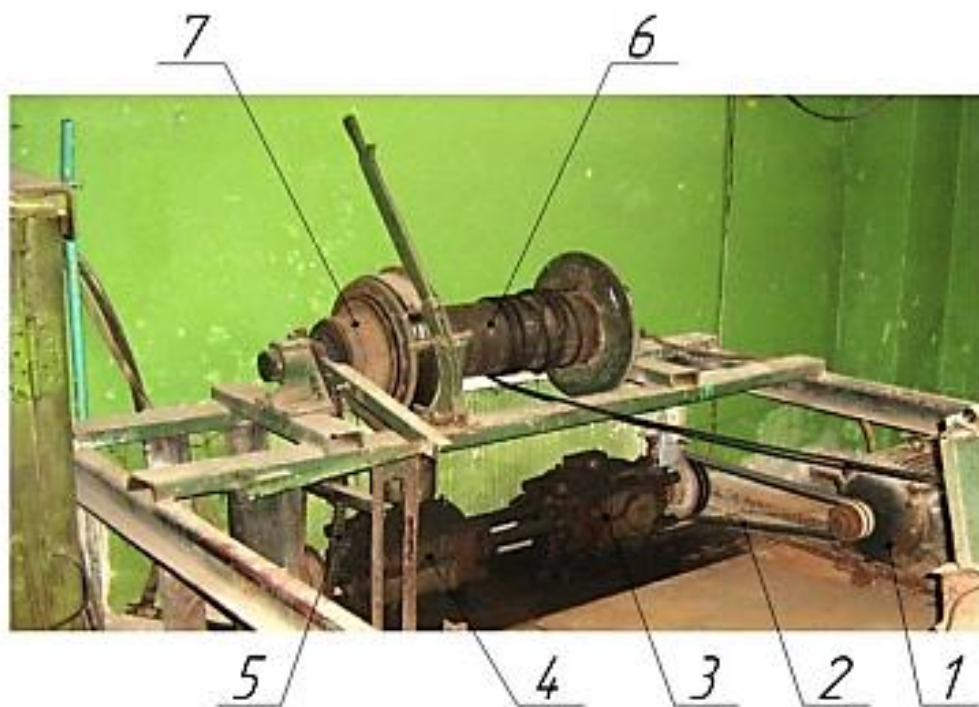


Рисунок 3.4-Привідна станція: 1-електродвигун; 2 – ремінна передача; 3 – редуктор; 4 – варіатор; 5 – ланцюгова передача; 6 – приводний барабан; 7 – фрикційна муфта

Для вимірювання пройденого шляху передбачено шляховимірювальне колесо (рис. 3.5), пов'язане з контактним датчиком оборотів (рис. 3.7). З метою підвищення точності вимірювання датчик має 11 пар контактів. За один оберт

колеса формується 11 імпульсів, кожен з яких дорівнює пройденому шляху 0,04 м. Інформація з датчиків обертів подається на один з каналів апаратури ЕМА-П.



Рисунок 3.5 – Колесо дорожнього вимірювання

3.3 Визначення тягового опору

Основним показником енергоємності процесу обробітку ґрунту є тяговий опір ґрунтообробної машини. Його визначення необхідне вибору найбільш продуктивного складу і режиму роботи агрегату, встановлення технічно обґрунтованих норм вироблення і витрати палива.

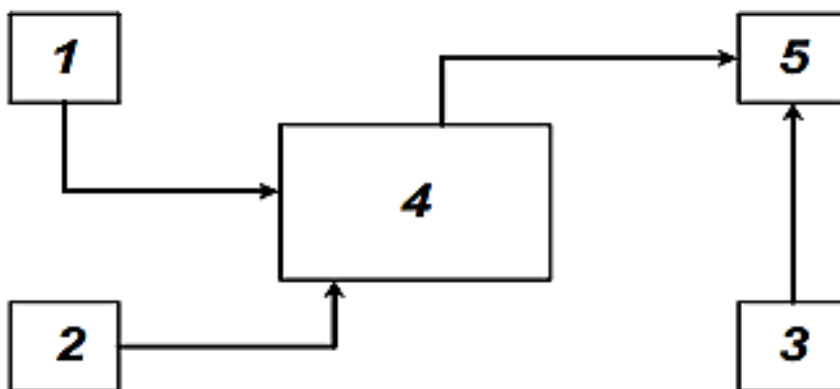


Рисунок 3.6-Блок-схема управління вимірювальним обладнанням: 1 – тензометричний вузол; 2 – датчик обертів; 3 – відмітник часу дослідів; 4 – підсилювально – перетворювальна апаратура; 5 – прилад реєстрації дослідів.

Для визначення величини тягового опору використовувалася апаратура, що складається з тензометричного вузла 1, датчика обертів 2, відмітників часу

дослідують, підсилювально-перетворювальної апаратури 4 та приладів реєстрації дослідують 5 (рисунки 3.7).

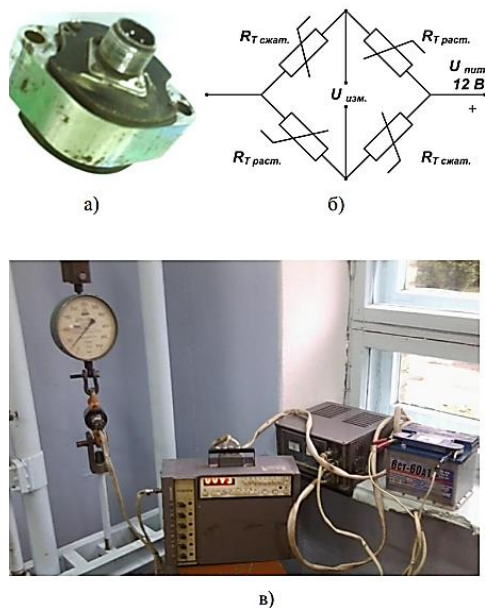


Рисунок 3.7 – а) тензометричний вузол; б) бруківка схема з'єднання тензорезисторів тензометричного вузла; в) тарувальний стенд

За допомогою тензометричного вузла 1 (рисунки 3.7 а) вимірюється тяговий опір досліджуваної зброї [4, 8, 17]. По окремому кабелю виміру передаються на прилад реєстрації дослідують. Датчик оборотів 2 пов'язаний із приладом реєстрації дослідують окремим кабелем. Відмітник часу дослідують 3, отримуючи імпульси від датчика обертів, фіксує час дослідують.

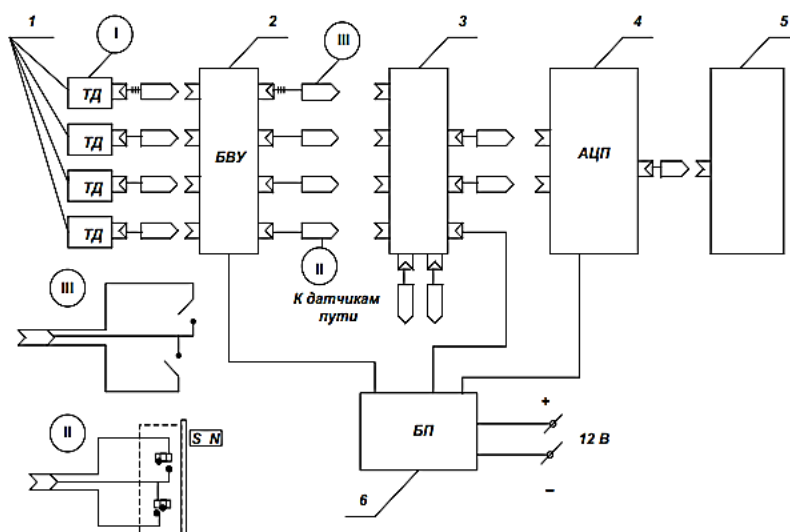


Рисунок 3.8 – Блок – схема апаратури ЕМА – П: 1 – тензодатчики; 2 – блок входних пристроїв; 3 – електронний блок; 4 - аналогово-цифровий перетворювач АЦП; 5 – блок реєстрації дослідують; 6 - блок живлення.

Підсилювально-перетворювальна апаратура⁴ забезпечує надійність сигналу та безперебійне живлення вимірювального обладнання, вона з'єднана з джерелом постійного струму. Прилад реєстрації досліду 5 призначений для зчитування імпульсів, що надходять від датчиків, відображення їх на табло і виведення на цифровий друк. З метою підвищення чутливості тензорезисторів тензометричному вузлі наклеєні та з'єднані за мостовою схемою (рисунок 3.7 б) [1, 9, 12]. Два тензорезистори марки 1 ПКП–10–200 ХА сприймають деформацію стиснення, два деформацію розтягування. При цьому тензорезистори, які сприймають однакову деформацію, знаходяться на протилежних плечах моста. До однієї з діагоналей моста подається живлення, з іншого знімається сигнал, що надходить на відповідний канал апаратури ЕМА – П (рисунок 3.8).

Повірку та тарування тензометричної апаратури ЕМА-П проводили за допомогою тарувального стенду Д-20, і динамометра ДПУ-0,5–2 (рисунок 3.8 в).

При проведенні досліджень тягового опору в польових умовах використовувалась апаратура розташовувалась у кабіні трактора, що був енергетичним засобом, кріплення тензометричного вузла показано на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – Розміщення апаратури та тензометричного вузла при польових дослідженнях

3.4 Визначення величини ковзання ґрунтообробного котка та планування багатофакторного експерименту з дослідження параметрів дискової борони.

Для визначення величини ковзання котка на ділянці шляху відомої протяжності вимірювалася кількість обертів котка за допомогою встановленого датчика числа обертів (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Дослідження ковзання: а) модель кільчасто-шпорової котка з встановленим датчиком обертів; б) каток ударної дії із встановленим датчиком обертів

Кількість шпор на експериментальній ковзанці змінювалося від 8 до 16, жорсткість пружин змінювалася установкою пружин різної жорсткості.

Характер переміщення внутрішнього барабана та амплітуда його руху значною мірою визначають ефективність роботи та енергоємність котка ударної дії.

Дослідження переміщення внутрішнього барабана проводилося за допомогою відеозйомки через прозорий пластиковий екран з нанесеною на ньому масштабною сіткою, встановлений з торця зовнішнього барабана котка ударної дії (рисунок 3.11). Під час обробки результатів дослідження вимірювалося переміщення внутрішнього барабана.

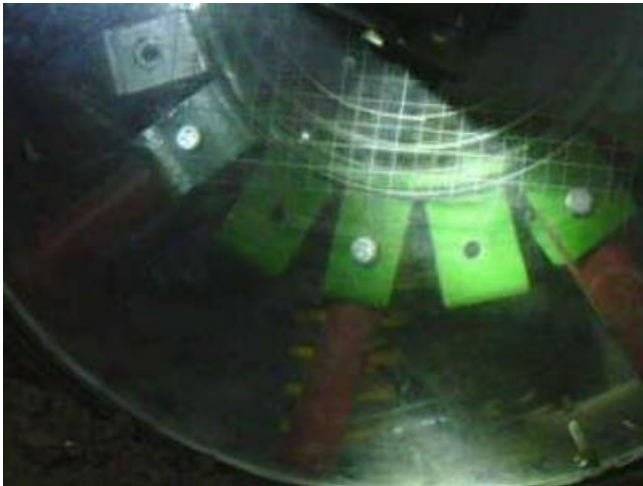


Рисунок 3.11 – Дослідження переміщення внутрішнього барабана

Для визначення факторів, які найбільше впливають на якість обробітку ґрунту, прийняте за критерій оптимізації, застосований метод апріорного ранжування [8]. У результаті виділено три основних варіюючих фактора: робочий кут диска (робочий кут), вертикальне навантаження на батарею із шести дисків (навантаження), робоча швидкість агрегату (робоча швидкість).

Область варіювання для фактора «робочий кут» встановлена від 3° до 27° на підставі дослідження робочих органів ґрунтообробних машин та фізико-механічних властивостей ґрунтів. Для фактора «навантаження» область варіювання встановлено від 180 Н до 570 Н. Для фактора «робоча швидкість» область факторного простору від 1,1 до 4,5 м/с встановлено з урахуванням рекомендованого діапазону робочої швидкості для операції «дискування», відповідно до агротехнічних вимог обробки ґрунту та з урахуванням результатів попередніх експериментів.

Для проведення багатфакторного експерименту використана матриця центрального композиційного ортогонального плану типу 23 представлена в таблиці 3.2.

Досліди в експерименті проведені у триразовій повторності, при довірчій ймовірності 0,95 та помилці вимірів $\pm 3\sigma$ де σ – середнє квадратичне відхилення результатів дослідів.

Таблиця 3.2-Матриця центрального композиційного ортогонального планування $y = 23$

Повнофакторний експеримент	i				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	u	m ₁	m ₂	m ₃	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃
	1	2	3	5	1	-1	-1	-1	0,27	0,27	0,27	1	1	1
	2	4	1	1	1	1	-1	-1	0,27	0,27	0,27	-1	-1	1
	3	8	4	6	1	-1	1	-1	0,27	0,27	0,27	-1	1	-1
	4	1	6	2	1	1	1	-1	0,27	0,27	0,27	1	-1	-1
	5	3	5	4	1	-1	-1	1	0,27	0,27	0,27	1	-1	-1
	6	7	2	7	1	1	-1	1	0,27	0,27	0,27	-1	1	-1
	7	5	7	8	1	-1	1	1	0,27	0,27	0,27	-1	-1	1
	8	6	8	3	1	1	1	1	0,27	0,27	0,27	1	1	1
	9	9	14	10	1	-1,215	0	0	0,75	-0,73	-0,73	0	0	0
	10	12	12	11	1	1,215	0	0	0,75	-0,73	-0,73	0	0	0
	11	14	15	14	1	0	-1,215	0	-0,73	0,75	-0,73	0	0	0
	12	15	10	12	1	0	1,215	0	-0,73	0,75	-0,73	0	0	0
	13	11	9	15	1	0	0	-1,215	-0,73	0,75	0,75	0	0	0
	14	13	13	9	1	0	0	1,215	-0,73	-0,73	0,75	0	0	0
	15	10	11	13	1	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	0	0	0
Зоряні точки														

Для трьох факторів $\alpha=1,215$. Перетворення квадратичних змінних x_i^2 зроблено при трьох факторах.

Для початку форми математичної моделі функції відгуку визначено величина де коефіцієнти регресії $b_0, b_1, \dots, b_n, b_{12}, \dots, b_{nn}$ визначені незалежно один від одного.

Перевірка відтворюваності експерименту за рівної кількості вимірювань у кожній вибірці проводилася за критерієм Кохрена.

Як оцінку дисперсії відтворюваності використовувалася середня дисперсія в p де m - Число паралельних дослідів.

Значимість коефіцієнтів перевірялася за критерієм Стюдента.

Якщо $t_j > t$ при заданому рівні достовірності, то оцінку b_j визнають значущою.

Адекватність рівнянь перевірялася за критерієм Фішера.

3.5 Планування багатфакторного експерименту щодо дослідження параметрів котка ударної дії та проведення польових досліджень.

Критерієм оцінки ефективності роботи котка, що прикочує є щільність ґрунту, що створюється у верхніх шарах після його проходу.

В результаті аналізу наукових праць [1, 8, 9, 10, 14, 21, 24, 27] встановлено, що оптимальна щільність ґрунту для розвитку рослин в умовах повинна становити у шарі 0-5 см -0,96-1,1 г /см³, у шарі 5-10 см - 1,17-1,24 г/см³.

Теоретичні дослідження роботи котка ударної дії показали, що на процес ущільнення ґрунту впливатимуть такі фактори: робоча швидкість; діаметр шпори; число шпор за діаметром барабана ; жорсткість пружини.

Для проведення багатфакторного експерименту необхідно визначити область існування варіюючих факторів.

Область існування фактора «робоча швидкість» приймаємо в діапазоні від 4,5 км/год до 12 км/год згідно з методикою випробування ґрунтообробних котків, враховуючи плече «зоряного» рівня.

Області існування факторів «діаметр шпори» та «число шпор» приймаємо на підставі нижченаведених міркувань. Для ґрунтів радіус області пластичного руйнування залежить від модуля деформації ґрунту не більше від $1,63d$ до $3,15d$, у своїй глибина розподілу ядра ущільнення дорівнює $(5..6)d$ [23]. Тоді, враховуючи властивості міцності деформаторів, приймаємо діаметр шпори $d=20 - 30$ мм. Число шпор за діаметром барабана, згідно з умовою утворення ядра ущільнення, перебуватиме в інтервалі від 8 до 16 штук. Крок розміщення шпор приймаємо рівним 100 - 150 мм.

Область існування фактора «жорсткість пружини» встановлюємо на підставі проведених досліджень стійкості пружної системи від 5000 Н/м до 13000 Н/м.

Для проведення багатфакторного експерименту використовувалася матриця

Для досліджень були підібрані ділянки з типовою основних районів, що рівний рельєф і зазвичай попередником сої – пшеницю. Ґрунт ділянок середньої родючості, з орним горизонтом 18 - 22 см, за механічним складом - середній суглинок.

Розроблені конструкції дискової борони, котка ударної дії агрегувалися з трактором тягового класу 1,4 (рисунки 3.12, 3.13).



Рисунок 3.12 – Експериментальна дискова борона у складі агрегату



Рисунок 3.13 – Котка ударної дії у складі агрегату

Загальна оцінка якості обробітку ґрунту проводилася на на підставі комплексного розгляду показників рівномірності глибини обробки, глибистості та гребнистості.

Вибрані методики, контрольно-вимірювальні прилади та обладнання, розроблені та виготовлені установки дозволяють провести експериментальні дослідження з вивчення залежності показників якості обробітку ґрунту від конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони, кутка ударної дії, та встановити оптимальні їх значення.

3.6 Результати досліджень конструктивних параметрів та режимів роботи дискової борони.

Експериментальні дослідження проводяться з метою підтвердження теоретичних передумов. У лабораторних умовах дослідження проводили на ґрунтовому каналі відповідно до прийнятої методики. Робочу швидкість агрегату регулювали зміною параметрів роботи приводної станції.

В результаті досліджень встановлено, що теоретичні закономірності зміни тягового опору дискової борони в залежності від робочої швидкості, глибини обробки та робочого кута диска узгоджуються з отриманими експериментально в межах довірчого інтервалу.

Залежність зміни тягового опору борони від робочої швидкості), отримана як теоретично, так експериментально, носить лінійний характер. Зростання тягового опору відбувається зі зростанням робочої швидкості. В інтервалі робочих швидкостей від 1,4 до 4,2 м/с зміна тягового опору відбувається в діапазоні 1310 - 2313 Н.

Отримана теоретично залежність тягового опору дискової борони від глибини обробки змінюється за лінійним законом, лінія апроксимації експериментальної залежності виражена параболічною кривою.

Аналіз результатів багатofакторного експерименту показує, що максимальне значення критерію оптимізації = 9,8 балів, за який прийнято якість обробітку ґрунту, досягається при наступних значеннях варіюючих факторів:

робочий кут = 100; навантаження = 480 Н; робоча швидкість = 2,3 м/с (8,3 км/год).

Показники якості передпосівної підготовки ґрунту виготовленого відповідно до обґрунтованих в результаті проведених досліджень параметрів бороною, що містить як робочий орган розташований під кутом суцільний плоский диск, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники якості проведення передпосівного боронування із застосуванням запропонованої конструкції дискової борони

№ досліджу	Оцінка, бал		
	Рівномірність глибини обробки	Глиняність	Гребнистість
1	4	4	4
2	4	5	4
3	4	5	4

Таким чином, передпосівна підготовка ґрунту, здійснена за допомогою запропонованої конструкції дискової борони, відповідає агротехнічним вимогам.

3.7 Результати досліджень конструктивних параметрів та режимів роботи котка ударної дії та вплив конструктивних параметрів котка ударної дії на характер переміщення внутрішнього барабана

Після передпосівного боронування необхідно провести коткування ґрунту ґрунтообробною ковзанкою.

Переміщення внутрішнього барабана котка ударної дії, яке можна охарактеризувати величиною ексцентриситету, впливає на ефективність ущільнення ґрунту. Для оцінки впливу жорсткості пружин, кількості і діаметра шпор на переміщення внутрішнього барабану проведено ряд досліджень. Зменшення діаметра шпор, при постійній жорсткості пружин, сприяє зниженню величини ексцентриситету. При досягненні ексцентриситетом критичних значень пружна система стає нестійкою.

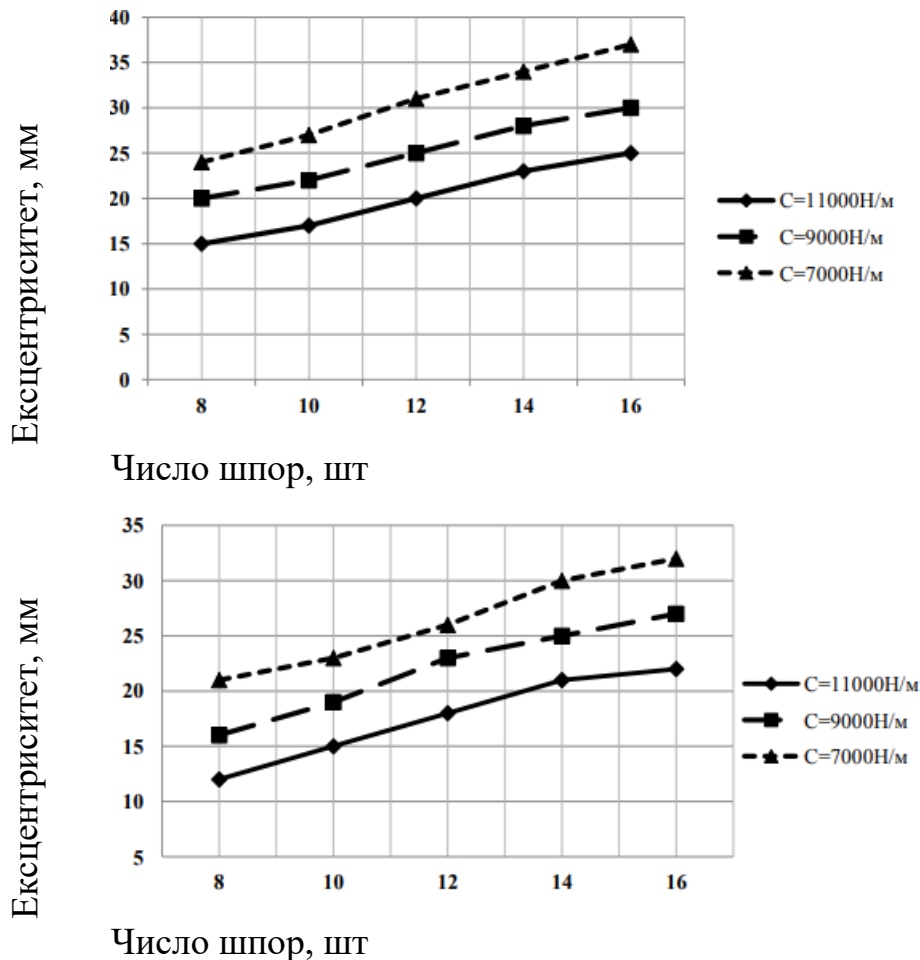


Рисунок 3,13 - Залежність ексцентриситету внутрішнього барабана від жорсткості пружин та числа шпор: а) при діаметрі шпори $d=25$ мм; б) при діаметрі шпори $d=20$ мм

Амплітуда коливань внутрішнього барабана котка ударної дії значною мірою впливає на стійкість його руху. У результаті проведених досліджень залежності амплітуди від жорсткості пружину встановлено, що зменшення жорсткості підпружиненої системи амплітуда коливань внутрішнього барабана збільшується, зі збільшенням жорсткості зменшується (рисунок 3.14).

При жорсткості пружин менше 5000 Н/м спостерігається різке збільшення амплітуди коливань внутрішнього барабану, система стає нестійкою і не повертається у вихідний стан після припинення на неї силового впливу. При жорсткості пружин понад 11000 Н/м амплітуда коливань мінімальна і прагне постійного значення.

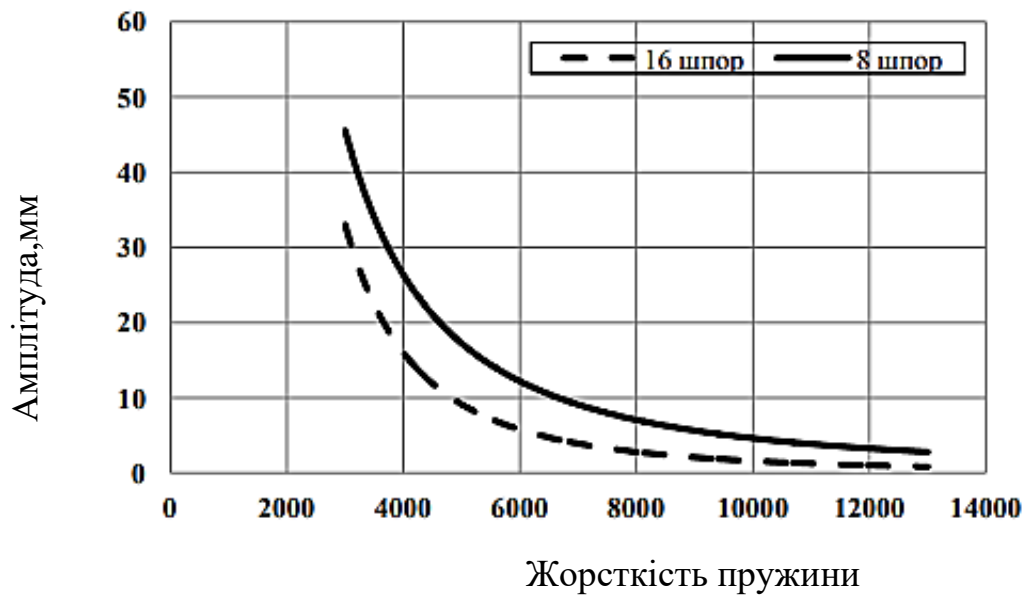


Рисунок 3.14 - Залежність амплітуди коливань внутрішнього барабана експериментальної котка від жорсткості пружин та числа шпор при робочій швидкості 2 м/с

Проаналізувавши отримані результати (рисунки 3.13, 3.14), для збереження стійкості руху котків процес роботи ефективного впливу на ґрунт за рахунок ексцентриситету внутрішнього барабана, приймаємо жорсткість пружин в інтервалі від 5000 до 13000 Н/м.

Для ефективного ущільнення ґрунту каток, що прикочує здійснювати поступальний рух з одночасним обертанням барабана. Результати дослідження ковзання залежно від кількості шпор, жорсткості пружин та робочої швидкості котка представлені рисунку 3.15.



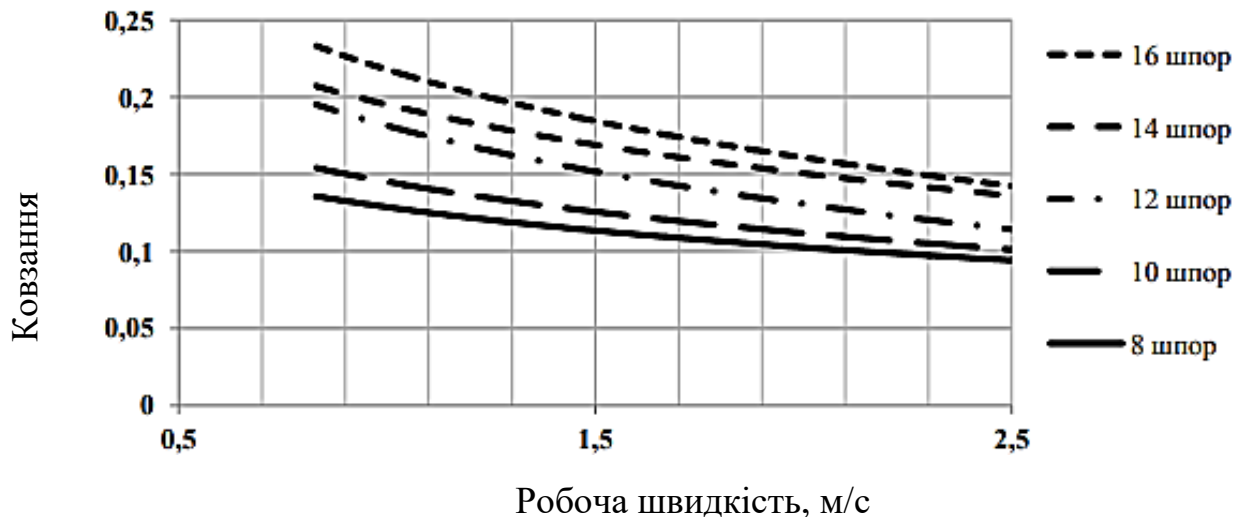


Рисунок 4.15 - Залежність ковзання експериментальної котка від робочої швидкості та числа шпор: а) при жорсткості пружин $C=11000$ Н/м; б) при твердості пружин $C=7000$ Н/м.

Ковзання показує, яку частину шляху барабан котка ковзає без перекочування. Зниження ковзання при котку є позитивним моментом з точки зору зменшення деформації зсуву оброблюваного ґрунтового шару, що сприяє поліпшенню його повітроємності і вологоємності.

Аналіз результатів експерименту (рисунок 4.10) показує, що зі збільшенням робочої швидкості ковзання котка зменшується. Зниження ковзання котка при зменшенні числа шпор та меншій жорсткості пружин пояснюється збільшенням площі контакту зовнішнього барабана з ґрунтом. Тому для ефективної взаємодії котка з ґрунтом робоча швидкість повинна перевищувати 2 м/с при жорсткості пружин не більше 11000 Н/м.

3.8 Результати лабораторних досліджень показників якості прикочування ґрунту

Основний показник якості роботи ґрунтообробної котка, призначеної для передпосівного прикочування – рівномірність ущільнення верхнього шару ґрунту до заданих показників щільності.

При лабораторних дослідженнях, що проводяться на ґрунтовому каналі, вивчалася рівномірність ущільнення ґрунту до та після проходження експериментальної котка ударної дії та кільчасто-шпорової котка ЗКШ – 6, досліджувалася структура ґрунту, вимірювалася її твердість.

Результати дослідження рівномірності ущільнення ґрунту, представлені на рисунках 4.17 і 4.18, показують, що при обробці котком ударної дії рівномірність ущільнення ґрунту збільшилася на 60%, при обробці ґрунту кільчасто - шпоровим котком рівномірного ущільнення ґрунту.

Кращі показники рівномірності ущільнення ґрунту котком ударної дії в порівнянні з серійною конструкцією котка досягнуті за рахунок внесення функціональну схему експериментальної конструкції додаткових елементів, що дозволяють сприймати і оцінювати збурювальну дію ґрунту, в результаті ущільнення ґрунтового шару відбувається з зусиллям, адекватно.

Результати дослідження твердості ґрунту, що є впливом, що обурює, представлені на рисунках 3.16, 3.17, підтверджують випадковий характер розподілу.

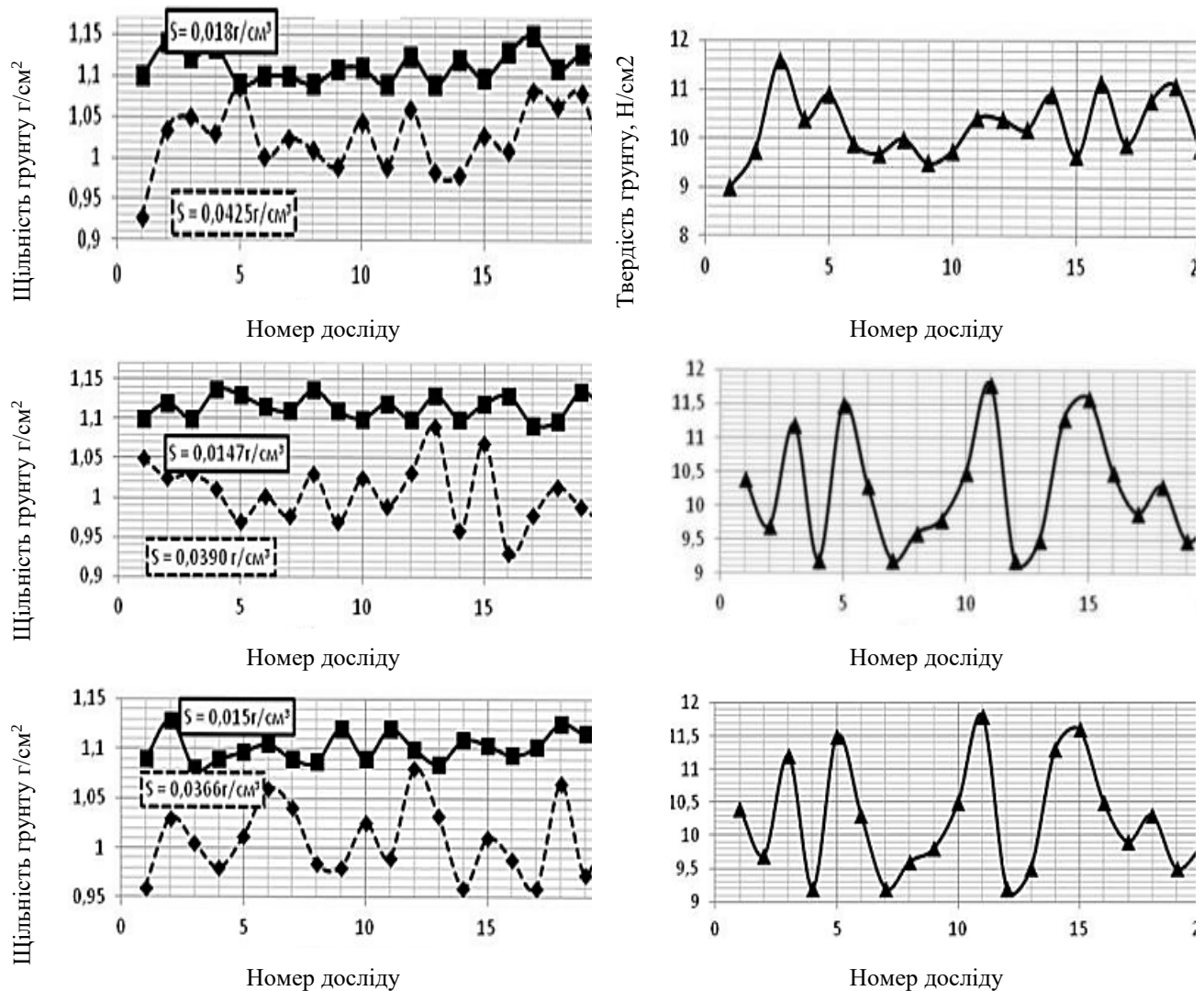


Рисунок 3.16 – Результати лабораторних досліджень рівномірності ущільнення ґрунту експериментальним котком ударної дії: а – досвід на першій ділянці; б - досвід на другому ділянці; в – досвід на третій ділянці.

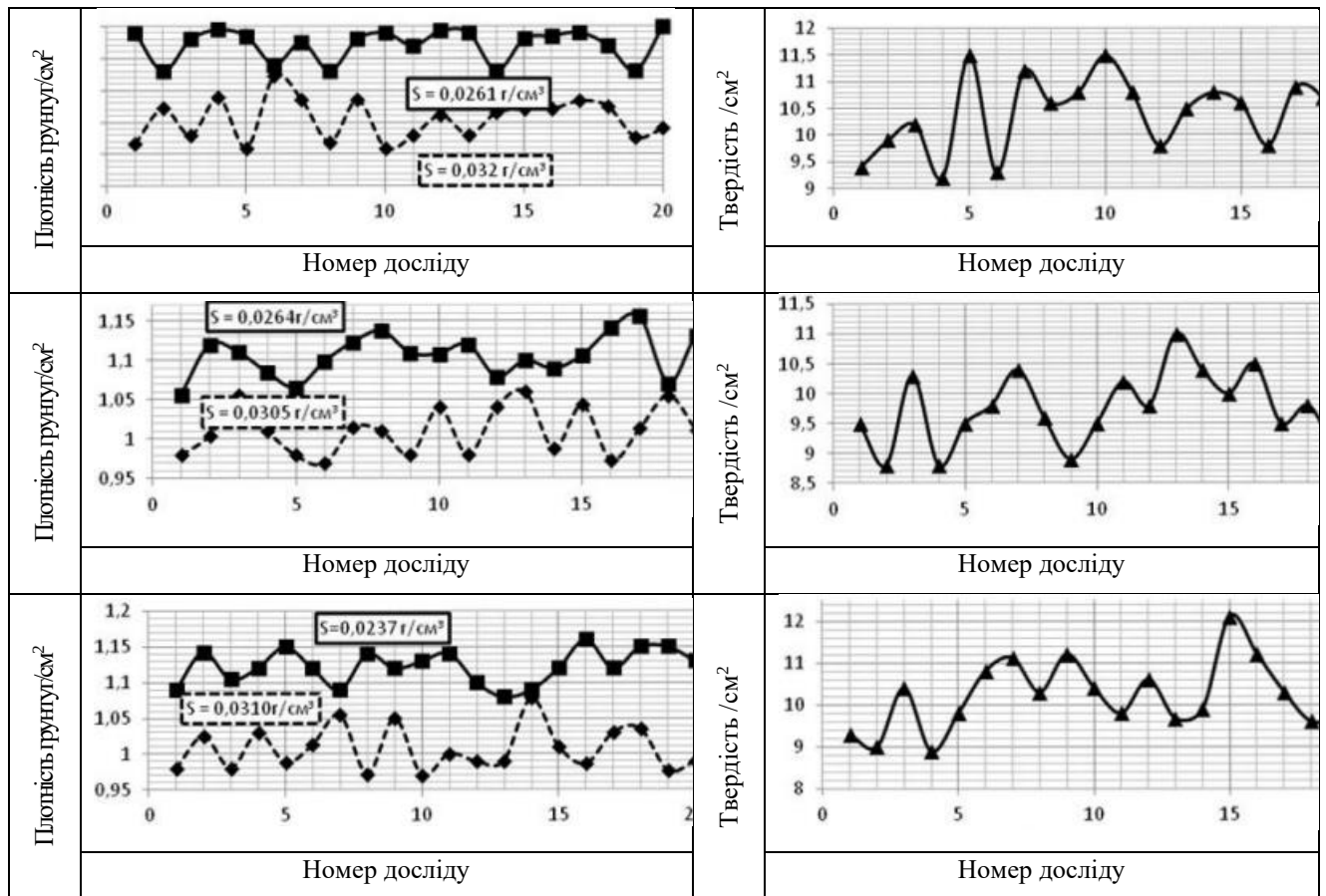


Рисунок 3.17 – Результати лабораторних досліджень рівномірності ущільнення ґрунту котком ЗККШ-6: а – досвід на першій ділянці; б - досвід на другому ділянці; в – досвід на третій ділянці

3.9 Результати польових досліджень прикочування ґрунту

У ході польових досліджень проводилася перевірка результатів, отриманих на ґрунтовому каналі в лабораторних умовах: вивчалася рівномірність ущільнення ґрунту і після обробки експериментальним котком ударної дії і катком ЗККШ - 6, досліджувалася структура ґрунту, вимірювалася його твердість. Також у польових умовах було проведено дослідження тягового опору залежно від робочої швидкості агрегату.

Результати польових досліджень, представлені в таблиці 4.2 та на рисунках 3.18, 3.19 підтверджують результати, отримані лабораторним шляхом.

Таблиця 4.2 - Фракційний склад ґрунту після прикочування

Тип котка	№ досліджу	Об'єм фракції у шарі 0-5 см, %	
		>1,0 мм	<1,0 мм
Коток ударної дії	1	79,7	21,3
	2	81,3	18,7
	3	79,2	20,8
ЗККШ - 6	1	76,5	23,5
	2	74,2	25,8
	3	76,9	23,1

Розроблений ґрунтообробний каток ударної дії в порівнянні з серійним катком ЗККШ-6, за рахунок постійного контролю обурювального впливу ґрунту в процесі роботи, дозволяє проводити передпосівне коткування з кращими показниками, як по фракційному складу, так і по щільності оброблюваних ґрунтових шарів, при цьому рівномірність. 40% вище щодо стану ґрунту до прикочування і на 25% вище, ніж після прикочування серійним кільчасто-шпоровим катком ЗККШ-6.

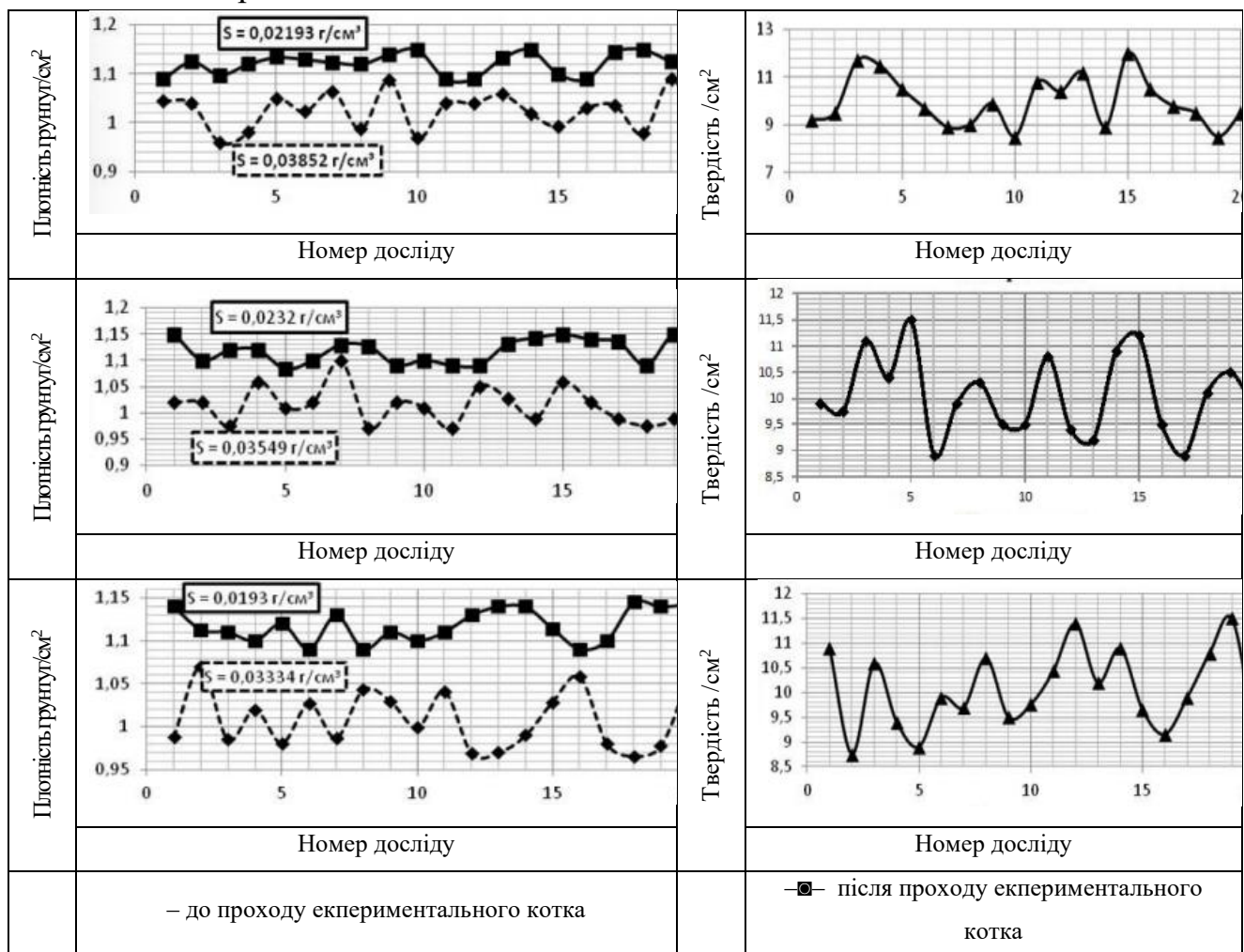


Рисунок 3.18 – Результати польових досліджень рівномірності ущільнення ґрунту експериментальним катком ударної дії: а – досвід на першій ділянці; б - досвід на другому ділянці; в – досвід на третій ділянці

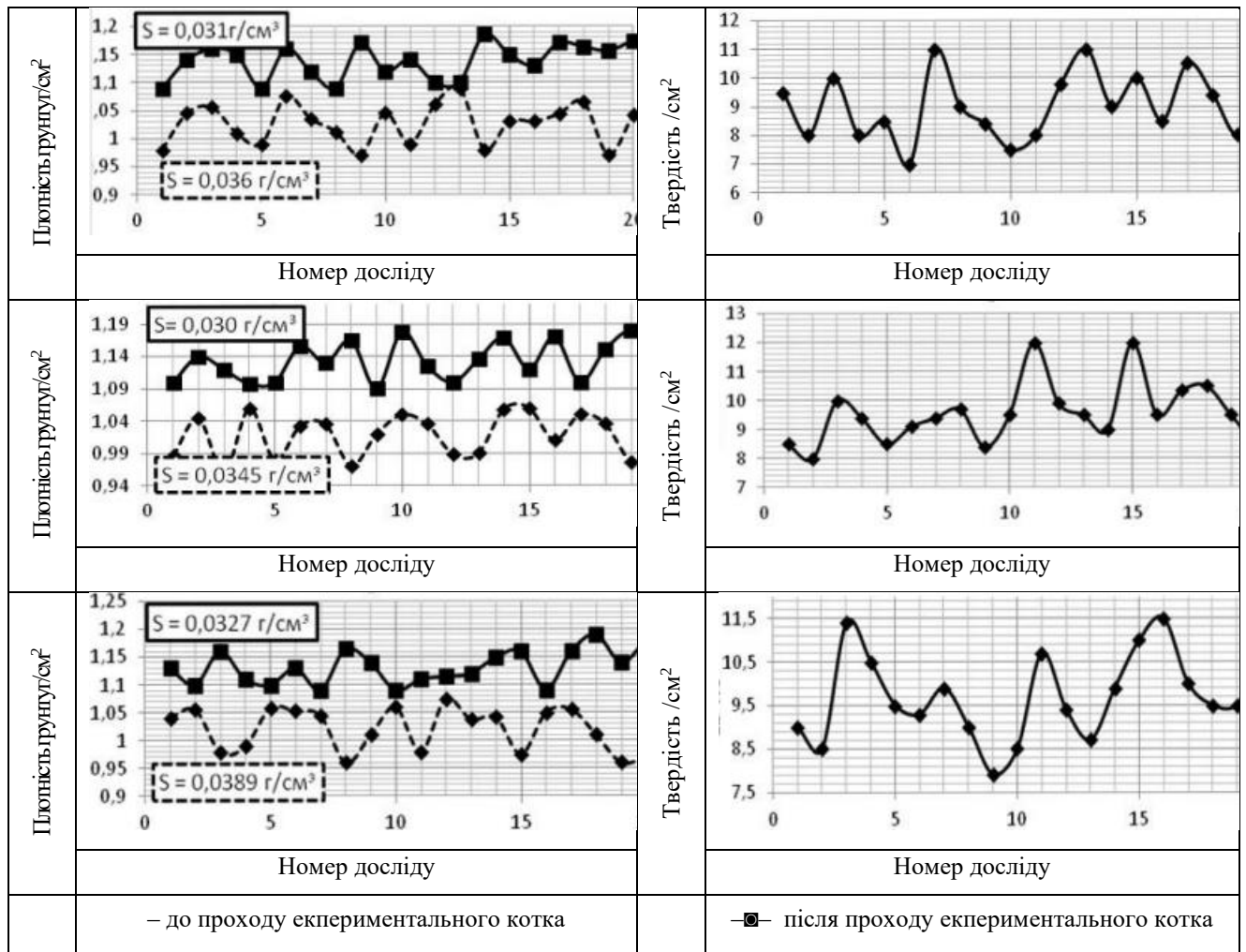


Рисунок 3.19 – Результати польових досліджень рівномірності ущільнення ґрунту котком ЗККШ-6: а – дослід на першій ділянці; б – дослід на другій ділянці; в – дослід на третій ділянці.

Тяговий опір ґрунтообробної котка, що виникає в процесі його роботи, значною мірою впливає на енерговитрати. Результати досліджень, що показують залежність тягового опору від робочої швидкості, представлені рисунку 3.20.

Аналіз отриманих залежностей показує, що тяговий опір котка ударної дії зростає зі збільшенням робочої швидкості, на відміну від ЗККШ-6, у якого тяговий опір зі зростанням швидкості незначно знижується. При цьому до 10 км/год (2,8 м/с) тяговий опір експериментальної конструкції нижче тягового опору серійної кільчасто-шпорової котка ЗККШ-6.

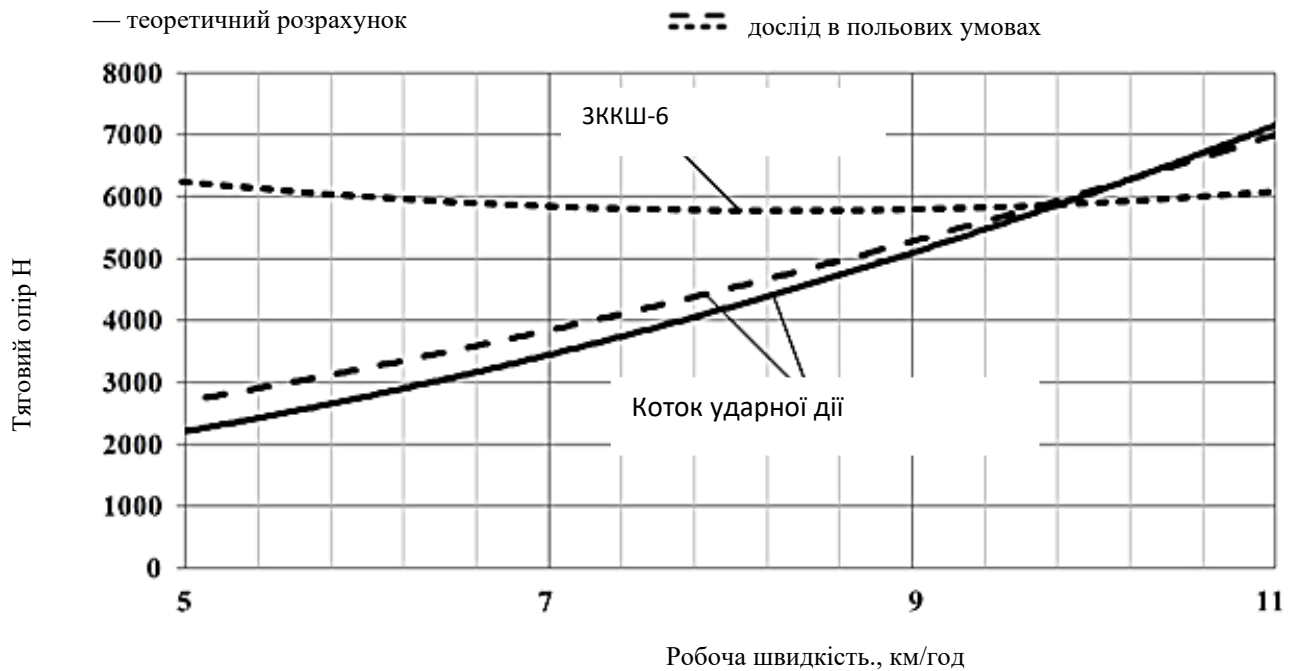


Рисунок 3.20-Зміна тягового опору ґрунтообробних котків залежно від робочої швидкості.

Експериментальна котка ефективно обробляє ґрунт при робочій швидкості від 7,5 км/год (2,1 м/с), коли його ковзання близько до мінімуму, при цьому оптимальною, з точки зору якості прикочування, є швидкість 9,5 км/год. (2,6 м/с). Тяговий опір котка ударної дії при робочій швидкості 7,5 км/год нижче, ніж у серійної конструкції на 1,5 кН, при робочій швидкості 9 км/год на 0,6 кН нижче, при 9,5 км/год нижче на 0,2 кН. Тому для ефективного як з енергетичної точки зору, так і з точки зору якості передпосівного прикочування застосування котка ударної дії необхідно обмежити його робочу швидкість до 10 км/год (2,8 м/с).

Головна мета передпосівного боронування та передпосівного прикочування – підготувати ґрунт таким чином, щоб забезпечити посів сої відповідно до агробіологічних вимог культури та отримати в результаті високий урожай.

Для оцінки ефективності застосування запропонованих рішень необхідно провести аналіз повних енерговитрат на проведення передпосівної підготовки ґрунту у існуючому та запропонованому варіантах технології обробітку.

Висновки по розділу

1. У результаті проведених досліджень встановлено залежності тягового опору дискової оборони на конструктивно – режимних параметрах, при цьому найкращі показники якості обробітку ґрунту, що відповідають агротехнічним вимогам, отримані за наступних параметрів: робочий кут диска 100; вертикальне навантаження на батарею із шести дисків 480 Н; робоча швидкість 2,3 м/с (8,3 км/год).

2. Передпосівне прикочування котком ударної дії з рівномірним ущільненням верхнього шару ґрунту в максимальній відповідності агробіологічним вимогам культури за показниками щільності та фракційного складу забезпечується при робочій швидкості 2,6 м/с (9,5 км/год), числі шпор 12 штук, жорсткості пружини 7342 Н/м, діаметр шпори 23 мм.

5. Внаслідок впровадження запропонованих засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту у технологію обробітку сої мінімальне підвищення врожайності, отримане при виробничій перевірці становило 2,2 ц/га.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги з найважливіших завдань охорони праці є забезпечення таких умов праці, які б виключали можливість дії на працівників різних небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

До роботи сільськогосподарських операцій допускаються особи, що досягли 16-річного віку, пройшли інструктаж з техніки безпеки при виконанні даної операції.

Дія технічних засобів захисту повинна забезпечити безпеку працівників від початку виробничого процесу до його завершення і не має припинитися раніше за дію небезпечного або шкідливого виробничого фактору.

Основні вимоги, що висуваються до технічних засобів безпеки – підвищення продуктивності праці, зниження небезпеки та шкідливості при обслуговуванні обладнання та виконанні технологічних операцій, надійність і міцність, зручність під час обслуговування устаткування та засобів захисту, виконання вимог технічної естетики.

Важливу роль при роботі агрегатами, використання комплексної механізації, автоматизації та дистанційного керування в тих випадках, коли дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів не можна усунути.

Перед початком проведення робіт за допомогою культиватора важливо знати, що недостатнє дотримання правил техніки безпеки часто стає причиною отримання серйозних травм або каліцтв. Після прочитання, перш ніж приступити до експлуатації даного агрегату, необхідно підготувати територію, прибравши з неї всі сторонні предмети.

Усілякі спроби або старання підвищити продуктивність агрегату, копаючи занадто глибоко на високій швидкості, в кінці кінців, загрожують втратою управління, виходом лап з борозни і отриманням дуже серйозних травм. З тих же причин варто бути акуратним під час руху назад або по слизькій поверхні.

Особливу увагу слід приділяти процесу викопування твердого ґрунту. Якщо фреза в ньому застрягне, вона відразу ж потягне за собою і культиватор

вперед. В цьому випадку рекомендується негайно відпустити рукоятку і не намагатися її втримати.

Якщо в рухомі частини потрапляє який-небудь об'єкт, то, перш ніж оглянути агрегат на наявність механічних пошкоджень, необхідно не тільки повністю заглушити двигун, а ще й відключити від свічки запалювання високовольтний провід, з метою попередження випадкового запуску.

Ті ж дії слід зробити і при несподіваному виникненні вібрацій в двигуні. Перш ніж приступити до усунення неполадок або очищення поверхні агрегату після закінчення робіт, важливо переконатися, що обертові частини зупинені.

4.2 Вимоги безпеки до виробничого обладнання. Вимогам технічних регламентів, якщо обладнання виготовлене після дати обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання;

- загальним вимогам безпеки до обладнання, що зазначені у нормативно-правових актах з охорони і гігієни праці та відповідних нормативних документах на його виготовлення, якщо обладнання виготовлене до дати обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання.

Експлуатація сільськогосподарських машин (сільськогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем складових частин та окремих технічних вузлів) має здійснюватися з урахуванням вимог експлуатаційної документації.

5 ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ.

5.1 Енергетична ефективність впровадження результатів досліджень

В даний час у зв'язку з високим рівнем інфляції та мінливістю цін на енергоносії, техніку, продукцію та інші об'єкти, задіяні в сільськогосподарському виробництві, аналіз ефективності застосування будь-яких заходів, зроблений лише за допомогою існуючих методик економічної оцінки, не завжди точно відображає реальну дійсність. Тому ефективність застосування результатів досліджень, зроблених у цій роботі, оцінимо на підставі аналізу повних енергетичних витрат на передпосівній підготовці ґрунту та посіві сої з урахуванням методик, та математичної моделі.

Оречевлені витрати енергії, що передбачають енерговитрати на виробництво добрив, гербіцидів, пестицидів, отрутохімікатів і інших речовин, що використовуються в технології вирощування сої, при порівняльному аналізі базового і пропонованого варіанту передпосівної підготовки в ґрунті науково обґрунтовано і мається на увазі застосування тих самих речовин у базовій та в пропонованій технологіях, з однаковою нормою внесення.

В базовому та в запропонованому варіантах сільськогосподарська машина агрегується з трактором тягового класу 1,4 МТЗ-82. Вибір енергетичного засобу не випадковий, МТЗ-82 та його модифікації є найбільш поширеними тракторами в господарствах. Крім того, МТЗ-82 може агрегуватися з більшістю сільськогосподарських машин вітчизняного виробництва, призначених для передпосівної підготовки ґрунту та посіву, та у складі МТА ефективно застосовується на полях невеликих розмірів та складної конфігурації. У базовому варіанті для передпосівної підготовки ґрунту застосовуються: культиватор КПС-4, дискова борона БДН-3, котка кільчасто-шпорова ЗККШ-6; як базова посівна машина використовується поширена в господарствах.

Розглянемо енергетичну ефективність 1 варіанту передпосівної підготовки ґрунту під сою. Показники, що характеризують енерговитрати, представлені на рисунку 5.1.

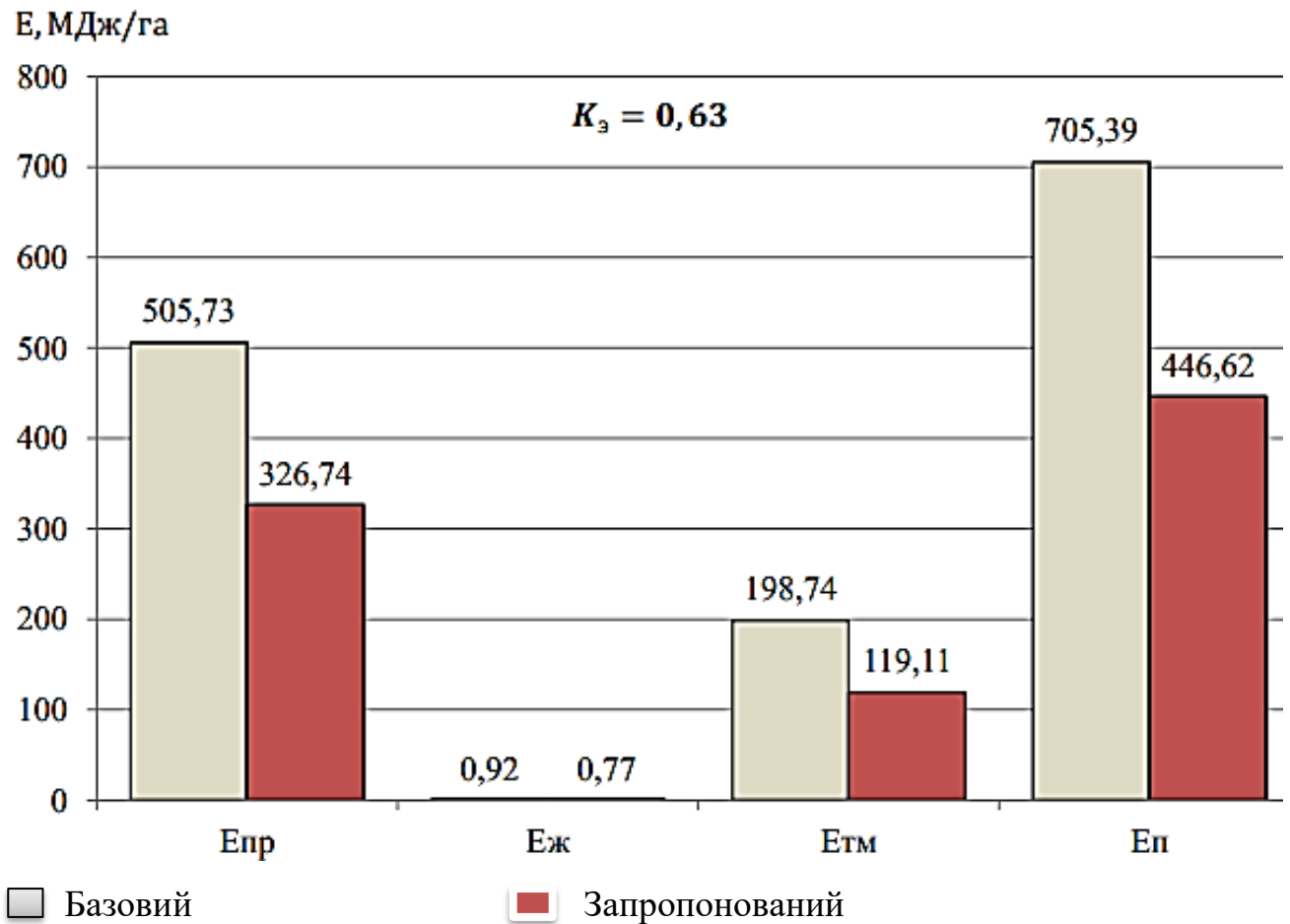


Рисунок 5.1 – Енерговитрати в 1 варіанті передпосівної підготовки ґрунту

Застосовувана в господарствах технологія вирощування сої включає як передпосівна підготовка ґрунту дві культивації та коткування ґрунту перед посівом. Пропонований варіант передпосівної підготовки ґрунту під сою містить боронування дискової бороною запропонованої конструкції на глибину 0,01 м і коткування катком ударної дії, при цьому застосування запропонованих засобів механізації дозволяє не тільки підвищити якість ґрунтообробки, а й знизити енерговитрати. У запропонованому варіанті передпосівної підготовки ґрунту порівняно з базовим прямі енерговитрати знижуються на 35,4 %; витрати живої праці – на 16,3 %; питома енергоємність МТА – на 40,1 %;

сукупні енерговитрати нижчі ніж у базовому варіанті на 36,7%. Коефіцієнт ефективності становить 0,63.

Енерговитрати та показники енергетичної ефективності 2 варіанти передпосівної підготовки ґрунту під сою представлені у вигляді діаграми, на рисунку 5.2.

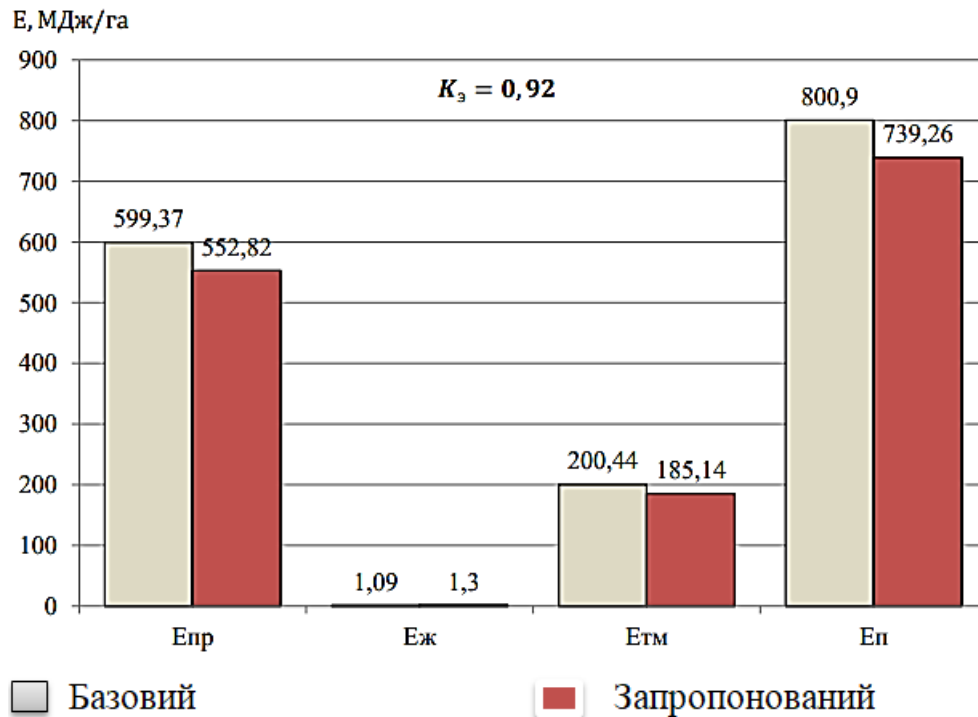


Рисунок 5.2 - Енерговитрати в 2 варіанті передпосівної підготовки ґрунту

Другий варіант передпосівної підготовки ґрунту є більш енерговитратним порівняно з першим через застосування дискової борони БДН-3 у базовому варіанті та другого боронування у запропонованому варіанті. Сукупні енерговитрати пропонувані агротехнічних операцій нижче за базові на 61,64 МДж/га, при цьому коефіцієнт ефективності становить 0,92.

Сукупні енерговитрати передпосівної підготовки ґрунту в першому варіанті з запропонованими змінами нижче сукупних базових енерговитрат на величину = 413,48 МДж/га при коефіцієнті ефективності, що дорівнює 0,73.

У другому варіанті передпосівної підготовки ґрунту коефіцієнт ефективності становить 0,87, при цьому повні витрати енергії на передпосівну підготовку ґрунту та посів у запропонованому варіанті нижче базових на 13,44%.

Зниження енергоємності передпосівної підготовки ґрунту, з урахуванням повних енерговитрат і додаткового виходу енергії за рахунок підвищення врожайності, становить у першому варіанті 4063,28 МДж/га, у другому варіанті, що передбачає більше інтенсивний вплив на ґрунт, зниження енерговитрат у запропонованому варіанті порівняно з базовим відбувається на 3866,15 МДж/га.

5.2 Економічна ефективність впровадження результатів досліджень

Аналіз економічної ефективності впровадження результатів досліджень зробимо з розрахунку на 100 га посівної площі.

Мінімальний обсяг додаткової продукції у натуральному вираженні становить 2,2 ц/га. Враховуючи ринкову ціну реалізації насіння сої, вирощених в Україні, що дорівнює 13 грн./кг, у грошовому еквіваленті додаткова продукція становитиме не менше 2860 грн./га.

Додатковий чистий дохід, визначений як різницю між вартістю додаткової продукції та додатковими витратами, у перший рік застосування розроблених засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту становитиме 52500./100 га.

Рівень рентабельності, визначений як відношення додаткового чистого доходу до додаткових витрат виражений у відсотках, складе 23,6%.

Таким чином, на посівній площі у 100 га впровадження результатів досліджень окупить додаткові витрати у перший рік застосування у 1,24 рази.

Термін окупності 1 рік.

ВИСНОВКИ

Виконаними дослідженнями, викладеними в роботі вирішено проблему підвищення ефективності технології обробітку сої за рахунок збільшення врожайності та зниження енерговитрат шляхом удосконалення конструктивних параметрів та режимів роботи засобів механізації передпосівної підготовки ґрунту. В результаті проведеного комплексу науково-дослідних робіт зроблено такі висновки:

1. Зниження енерговитрат на передпосівну підготовку ґрунту з одночасним поліпшенням її якісних показників може бути досягнуто застосуванням ґрунтообробних знарядь, що містять як робочий орган суцільний плоский диск, встановлений під кутом до напрямку руху агрегату, що забезпечить не тільки розпушування ґрунту, а й різання ґрунту. зі змінним кутом атаки.

Встановлено, що оптимальна щільність ґрунту для розвитку рослин сої має становити у шарі 0-5 см - 0,96-1,1 г/см³, у шарі 5-10 см - 1,17-1,24 г/см³. Для забезпечення рівномірності ущільнення ґрунту при проведенні передпосівного прикочування, необхідно внести в конструкцію ґрунтообробної котка елементи, що дозволяють контролювати збурювальну дію ґрунту і проводити ущільнення ґрунтового шару з зусиллям, адекватним впливу, що обурює, при постійному його контролі.

2. На підставі математичної моделі, запропонованої в даному дослідженні, визначено напрямки вдосконалення конструктивних параметрів та режимів роботи сільськогосподарських машин, що застосовуються на передпосівній підготовці ґрунту, що дозволяє підвищити врожайність та ефективність технології її обробітку.

3. Найкращі показники якості обробки ґрунту, відповідні агротехнічним вимогам, отримані при наступних параметрах борони: робочий кут диска 100; вертикальне навантаження на батарею із шести дисків 480 Н; робоча швидкість 2,3 м/с (8,3 км/год). Передпосівне прикочування катком ударної дії з рівномірним ущільненням верхнього шару ґрунту відповідно агробіологічним

вимогам культури за показниками щільності і фракційного складу забезпечується при робочій швидкості 2,63 м/с (9,5 км/год), числі шпор по діаметру барабана 12 штук. , діаметр шпори 0,023 м, радіус зовнішнього барабана 0,250 м, радіус внутрішнього барабана 0,125 м.

4. Впровадження результатів досліджень у технологію обробітку сої дозволить знизити енергоємність передпосівної підготовки ґрунту, з урахуванням повних енерговитрат і додаткового виходу енергії за рахунок підвищення врожайності, у першому варіанті на 4063,28 МДж/га при коефіцієнті ефективності, що дорівнює 0,73, у другому варіанті, що передбачає більш інтенсивний вплив на ґрунт, зниження енерговитрат планується на 3866,15 МДж/га при коефіцієнті ефективності 0,87.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алдошин, Н.В. Стабільність технологічних процесів у рослинництві / Н.В. Алдошин // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2007. – № 3. – С. 5–7.
2. Бєлов, Г.Д. Ущільнення ґрунту та врожайність зернових / Г.Д. Бєлов, А.П. Поділько. - Мінськ, 1985. - 64 с.
3. Біляєв, VI, Ecological Consequences of Conversion of Steppe to arable Land in Western Siberia / VI Belyaev, M. Fruhauf, T. Mainel // Europa Regional. – 2004. – Vol. 1 №4. - P.13-21.
4. Веденяпін, Г.В. Загальна методика експериментального дослідження та обробки дослідних даних / Г.В. Веденяпін. - М.: Колос, 1973. - 199 с.
5. Вентцель, Є.С. Теорія ймовірностей. / Є. С. Вентцель. - М.: Наука, 1964. - 572 с.
6. Дерепаскін, А.І. Двобарабанні пруткові котки до знарядь для основної обробки стерневих фонів / А. І. Дерепаскін, Ю.В. Поліщук, Ю.В. Бінюков // Трактори та с.-г. машини. - 2003. - № 4. - С. 30-33.
7. Джонсон, Н. Статистика та планування експерименту в науці та техніці. Методи обробки даних/Н. Джонсон, Ф. Ліон. - М: Мир, 1980. - 610 с.
8. Догановський, М.Г. Ефективність передпосівного вирівнювання ґрунту / М.Г. Догановський, В.П. Фролов// Техніка в сільському господарстві. - 1969. - № 2. - С. 9-10.
9. Єфименко, В.В. Взаємодія частинок посівного матеріалу із робочою поверхнею розподільника ударної дії / В.В. Єфименко, А.К. Слободян, А.М. Рижук // Науково – технічне забезпечення агропромислового виробництва, в Україні: Зб. наук. тр. ПДСГА. - 2007. - С. 139 - 143.
10. Желіговський, В.А. Елементи теорії ґрунтообробних машин та механічної технології сільськогосподарських матеріалів / В.А. Желіговський. - Тбілісі, 1960. - 147с.
11. Артеменко С. Соя як один із попередників під озиму пшеницю / С. Артеменко // Пропозиція. — 2013. — № 8. — С. 66–69.

12. Бахмат О. М. Агроекологічні умови вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу вирощування сої на зрошуваних землях Півдня України / О. М. Бахмат // Пропозиція. — 2015. — № 2. — С. 52–57.
13. Вихрачов В. М. Аналіз вирощування сої в Сумській області / В. М. Вихрачов, Ю. О. Романько // Вісник Сумського національного аграрного університету. — Суми. — 2009. — Вип.7 (17). — С. 50–55.
14. Власова О. Вирощування сої – прибуткова справа / О. Власова // Агробізнес Сьогодні. — 2017. — № 23. — С. 43–45.
15. Водний режим ґрунту та продуктивність посівів сої за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту / Р. Вожегова, В. Найдьонова, О. Митрофанов, В. Малярчук // Техніка і технології АПК. — 2015. — № 3. — С. 29–32.
16. Волинець П. Вирощування сої з інокулянтами / П. Волинець // Пропозиція. — 2016. — № 2. — С. 80–81.
17. Гамаюнова В. В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні Степу України / В. В. Гамаюнова, А. А. Назарчук // Вісник Житомир. нац. агроекол. унту. — 2014. — № 1, Т. 1. — С. 17–23.
18. Губенко Л. Вирощуємо сою по-сучасному / Л. Губенко // Пропозиція. — 2020. — № 2. — С. 56–61.
19. Дідора В. Г. Ефективність симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Полісся України / В. Г. Дідора, О. С. Ступніцька, Л. Д. Дідора // Вісник аграрної науки. — 2015. — № 8. — С. 56–60.
20. Ефективність комплексного мікоризного препарату в технології вирощування сої // Агроном. — 2019. — № 1. — С. 204–206.
21. Зайцев О. Застосування інтенсивної технології вирощування – шлях до підвищення урожайності сої / О. Зайцев, В. Ковальов, О. Турчинов // Пропозиція. — 2004. — № 2. — С. 44–45.
22. Кобак С. Соя: норма висіву, густота рослин і ширина міжрядь / С. Кобак, С. С. Колісник, В. Чорна // Агробізнес Сьогодні. — 2020. — № 10. — С. 56–59.
23. Коваленко І. Вирощування сої: труднощі? Подолаємо / І. Коваленко // Агробізнес Сьогодні. — 2020. — № 13. — С. 53–54.

24. Колісник С. І. Вирощування сої на насіння / С. І. Колісник, С. В. Іванюк, Н. М. Петриченко // Насінництво. — 2005. — №12. — С. 15–19.
25. Кудлай І. Технологічні прийоми вирощування сої / І. Кудлай, А. Осипчук, О. Осипчук // Тваринництво України. — 2013. — № 5. — С. 11–16.
26. Мащенко Ю. Сіємо сою. Кроки до високих урожаїв / Ю. Мащенко, О. Гайденок, Т. Шепілова // Агробізнес Сьогодні. — 2018. — № 5. — С. 58–60.
27. Михайлов В. Вирощуємо сою / В. Михайлов // Агробізнес Сьогодні. — 2018. — № 12. — С. 36–37.
28. Москалець В. В. Екологічні аспекти вирощування сої / В. В. Москалець // Вісник аграрної науки. — 2010. — № 3. — С.55–57.
29. Нагорний В. І. Розміщення сої в короткоротаційних сівоzmінах / В. І. Нагорний // Агроном. — 2013. — № 4. — С. 112–114.
30. Найдьонова В. Вплив мінімізованих систем основного обробітку ґрунту на продуктивність сої у сівоzmіні на зрошуванні / В. Найдьонова // Техніка і технології АПК. — 2014. — № 10. — С. 25–27.
31. Охота Н. Вирощування сої у північному регіоні // Насіння: Золотий фонд урожаю. — 2020. — №1. — С. 105–107.
32. Сендецький В. Біологізація технології вирощування сої / В. Сендецький, Т. Мельничук, В. Матвієць, Л. Туць // Агробізнес Сьогодні. — 2021. — №3. — С. 34–37.
33. Складові технології вирощування сої : навч. посібник / Г. М. Господаренко, О. М. Бахмат, І. В. Прокопчук, Л. В. Вишневська ; за заг. ред. Г.М. Господаренка. — Умань : Сочінський М.М., 2019. — 205, [1] с.
34. Собко М. Регіональна технологія вирощування сої / М. Собко, В. Нагорний, О. Полежай, О. Мурач, О. Кубраков // Аграрний тиждень Україна. — 2013. — №10-11. — С.12–14.
35. Сторчоус І. Де сої рости добре / І. Сторчоус // Агробізнес Сьогодні. — 2019. — №5 . — С. 70.

36. Ступніцька О. С. Вплив елементів технології вирощування на якісний склад насіння сої / О. С. Ступніцька, А. І. Баранов // Вісн. Житомир. нац. агрокол. ун-ту. — 2014. — № 1, т. 1. — С. 237–241.
37. Технологія вирощування сої [Електронний ресурс] / Наук. - вироб. фірма СемАгро. — Режим доступу: <http://www.semagro.com.ua/info/tehnologijaviroshuvannja-soji-411.html>. — Дата звернення: 10.02.2022
38. Уманський О. М. Вирощування сої в рисовій сівозміні // Таврійський науковий вісник. — Херсон. — 2004. — Вип. 34. — С. 170–173.
39. Чабанюк Я. Азотфіксуючий потенціал сої та сучасні підходи до його реалізації / Я. Чабанюк // Пропозиція. — 2015. — № 2. — С. 58–59.
40. Ямкова В. Вирощування сумісних посівів кукурудзи та сої / В. Ямкова // Пропозиція. — 2013. — № 6. — С. 50–53.
41. Brunotte, J. Trends der Bodenbearbeitung / J. Brunotte // Landtechnik. - 2005. - Vol. 60 № 6. - P. 310-311.
42. Bulinski, J. Effect of moisture content in soil on its compaction caused by multiplier running of agricultural vehicles / J. Bulinski, H. Niemczyk // Ann. Warsaw Agr. Univ. Agr. - 2007. - № 50. - P. 3-8.
43. Caldwell, BE Soybeans / BE Caldwell, RW Howell, RW Yudel, HW Yohunson. — New York, 1973.
44. Clapp, J. Influence of within - row spacing on yield and lodging of soybeans / J. Clapp, G. Sullivan // Agron. abstr. - 1973. - № 1. - P. 134-138.
45. Kornecki, TS Effectiveness of Different Herbicide Applicators Mounted on a Roller. Crimper for Accelerated Rye Cover Crop Termination / TS Kornecki, AJ Price, RL Raper, JS Bergtold // Appl. Eng. Y Agr. - 2009. - Vol. 25 № 6. - P. 819-826.
46. Liu, X. Fifteen years of research examining cultivation continuous soybean in northeast China / X. Liu, S. Herbert // Field Crop Research. - 2002. - № 79. - P. 1-7.

47. Lusas, EW Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization / EW Lusas, K.C. Rhee. - New-York, 1995. - 97 p.
48. Monks, C. Soybean зростання і розвиток в Alabama / C. Monks, D. Delaney, J. Everest // Bull. Alabama Coop. Extention Sustem. -1998. ANR - 1089.
49. Panasyuk, AN Theoretical justification scheme of arrangement for working bodies of cultivator tillage midwater / AN Panasyuk, GI Orehov // Farm machinery. (China). - 2013. - № 3. - P. 135-137.
50. Salokhe, VM Діяльність rotation direction of rotary tiller on draft and power requirements in Bangkok clay soil / VM Salokhe, N. Ramalingam // Jornal of Terramechanics. – 2003. – № 39. –P. 195 – 205.
51. Shibusawa, S. Revers – rotational rotary tiller for reduce power requirements in deep tillage // Jomal of Terramechanics. - 1993. - № 30 (3). - P. 205 - 217.
52. Shibusawa, S. Studies on rotary blade in up cut tilling for deep tillage / S. Shibusawa, N. Kawamura // The Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers. - 1985. .
53. Tewari, K. A New Technology of Deep Placement of Slow Release Nitrogen Fertilizers для Promotion Soybean Growth and Seed Yield / K. Tewari, Y. Nagumo, Y. Takahashi et al. - New York.: Nova Science Publishers, 2011. - 64 p.
54. Weber, CR Effect of plant population and row spacing on soybean development and production / CR Weber // Agron. J. - 1966. - Vol. 58 № 1.
55. Zhao, Y. Tractor power requirement of no-tillage seeder under different cover crop residue management // Japanese Jornal of Farm Work Research. - 2010. - № 45 (1). P. 37 - 44.