МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СВІЖЕВСЬКИЙ ЄВГЕНІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК 631.31

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Розробка дискового робочого органу для неглибокого обробітку ґрунту

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____Є.В. Свіжевський

Керівник роботи
Р.С. Грудовий
к.т.н., ст. викладач

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Свіжевський Євгеній Віталійович. Розробка дискового робочого органу для неглибокого обробітку ґрунту. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В магістерській роботі обґрунтовано конструктивно-технологічну схему ґрунтообробного робочого органу у вигляді горизонтально розташованого диска з лопатками та розроблено аналітично математичні моделі, що оцінюють зусилля впливу робочих елементів диска на ґрунт залежно від положення дискового робочого органу у просторі та геометричних параметрів його лопаток.

Аналітично визначено величини зусиль впливу ґрунту на робочі елементи диска за різних умов переміщення їх у ґрунті (при значеннях кутів θ = 90°, χ = 85°).

Встановлено закономірність зміни тягового опору робочого органу та машини залежно від кількості лопаток, діаметра диска та швидкості руху. Згідно з отриманим рівнянням регресії оптимальний тяговий опір дискового робочого органу 2,8 кН/м, оптимальна кількість лопаток n 4шт, діаметр диска d=437мм, оптимальна швидкість руху V_p 8,84 км/год. Вплив керованих факторів (число лопаток, діаметр диска, швидкість руху) та експериментальні дані з тягового опору робочого органу відрізняються від теоретичних на 5-6%, що підтверджує збіжність даних.

Ключові слова: обробіток ґрунту, дисковий робочий орган, лопатки, тяговий опір.

ANNOTATION

Svizhevsky Eugene Vitalievich. Development of a disk working body for shallow tillage.– *Qualification work on the rights of the manuscript*.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The master's thesis substantiates the constructive-technological scheme of tillage working body in the form of horizontally located disk with blades and developed analytical mathematical models that estimate the impact of working elements of the disk on the soil depending on the position of the disk working body in space and geometric parameters of its blades.

The magnitudes of the forces of soil influence on the working elements of the disk under different conditions of their movement in the soil (at the values of angles θ = 90 °, χ = 85 °) are analytically determined.

The regularity of the change of the traction resistance of the working body and the machine depending on the number of blades, the diameter of the disk and the speed of movement is established. According to the obtained regression equation, the optimal traction resistance of the disk working body 2.8 kN / m, the optimal number of blades n 4pcs, the diameter of the disk d = 437mm, the optimal speed vp 8.84 km/h. The influence of controlled factors (number of blades, disk diameter, speed) and experimental data on the traction resistance of the working body differ from theoretical by 5-6%, which confirms the convergence of data.

Key words: tillage, disk working body, blades, traction resistance.

ЗМІСТ

ВСТУП……..……5
РОЗДІЛ 1. НЕГЛИБОКИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ …….……...…9
РОЗДІЛ 2. ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ……..……18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ…….25
ВИСНОВКИ……..…..…….37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...……...……..38

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Обробіток ґрунту є найважливішою складовою при виробництві та обробітку різних сільськогосподарських культур. Значення обробітку ґрунту неможливо переоцінити, особливо в умовах інтенсивного землеробства. Якісна обробка ґрунту підвищує ефективність інших процесів, вкладених у розвиток сільськогосподарських культур.

Найважливішою групою оброблюваних рослин, є основним продуктом харчування людини, сировиною багатьом галузей промисловості, кормом сільськогосподарських тварин виступають зернові культури.

Пшениця, кукурудза та рис є найбільш затребуваними видами зернових культур, і разом з ячменем, житом та вівсом становлять більше половини споживаних вуглеводів та білків у раціоні харчування людини. Крім того, вони виступають провідним джерелом клітковини, вітамінів групи В та Е, мінералів, таких як цинк та магній та інших необхідних харчових елементів.

Серед зернових культур найбільшу площу займають посіви пшениці.

Урожай з полів останніми роками перевищує 50 ц/га, значна частина якого припадає на пшеницю. Але фактичне виробництво зернових в повному обсязі задовольняє потреби регіонального ринку.

Останнім часом намітилася тенденція до скорочення термінів обробітку ґрунту та його підготовки до посіву, удосконалення технологічного процесу обробітку культур. Внаслідок деградації ґрунтів відзначається зниження родючості ґрунтів та врожайності.

При технологічних процесах з відновлення властивостей ґрунту та виробництва зерна використовують машини, які відповідають вихідним вимогам базових технологій обробітку ґрунту, але є енергоємними та дорогими [9].

Через диспропорцію зростання цін на енергоносії і на с.-г. продукцію зросла частка витрат за енергію у структурі собівартості товарів с.-г.

виробництва з 3-8 до 10-20%. У цілому в валовій продукції сільського господарства прямі енерговитрати у вартісному вираженні становлять 12-13%.

Головною метою агропромислового комплексу країни є підвищення зростання обсягів та якості виробництва сільгосппродукції, що має призвести до забезпечення продовольчої безпеки держави та конкурентоспроможності вітчизняного виробництва, а це можливо при впровадженні та використанні енерго- та ресурсозберігаючих технологій [10].

Удосконалення застосовуваних способів обробітку ґрунту, у тому числі і неглибокого, спрямоване на підвищення його якості, що істотно впливає на врожайність сільгоспкультур та на зниження всіх видів витрат: енергетичних, трудових, грошових. Застосовувані машини для неглибого обробітку ґрунту часто не виконують агротехнічні вимоги за ступенем кришення, структурно-агрегатного складу ґрунту, рівномірності глибини обробки, підрізування кореневої системи бур'янів та пожнивних залишків, вирівнювання поверхні та ін. У зв'язку з цим удосконалення конструкції робочих органів машин для неглибого обробітку ґрунти має високу актуальність та практичну значущість для с.-г. виробництва.

При обробітку ґрунту під посів необхідні якісне фарбування, рівномірність глибини обробки, подрібнення пожнивних залишків та їх рівномірний розподіл у оброблюваному шарі, що значною мірою має сприяти збереженню ґрунтової вологи.

Оранка викликає утворення великих брил, які повністю не вдається обробити навіть багаторазовими проходами, що призводить до ще більшого висушування ґрунту і зрештою до зниження врожайності.

Плоскорізи не забезпечують рівномірної глибини, у тому числі у складі комбінованих ґрунтообробних агрегатів, при цьому відбувається ущільнення ґрунту рушіями агрегатів. Таким чином, потрібна розробка нових робочих органів, що дозволяють скоротити кількість проходів агрегату.

Значну роль у вирішенні проблеми зниження енергоємності процесу обробітку ґрунту внесли провідні вчені П. А. Лукашевич, В. А. Бондарєв, І. М. Брутер, І. Б. Беренштейн, Б. В. Бичков, П. Н. Бурченко , Г.П. Варламов, В.П. .К. Кутейников, А. М. Кротов, М. М. Літошнєв, Є. І. Трубілін, Г. Г. Маслов, В. Б. Риков, І. Б. Борисенко, А. А. Михайлін, А.М. . Медовник, М. Д. Мокан, І. М. Панов, К. А. Сохт, Г. І. Синеоков, Б. Е. Темірханов, Р. Л. Сахапов, В. І. Турбіна, Ю. А. Утков, А. А. Цимбал, А. В. Четвертаков, М. І. Чеботарьов, Р. Я. Ягубян.

Однією з найважливіших завдань, що стоять перед вченими, є створення більш економічних, продуктивних, менш метало-і енергоємних машин і знарядь.

Нами пропонується підвищити якість неглибокого обробітку ґрунту шляхом оптимізації параметрів горизонтально розташованого дискового робочого органу.

Мета та завдання дослідження Мета роботи полягала у розробці ґрунтообробного робочого органу у вигляді горизонтально розташованого диска з лопатками для неглибокого обробітку ґрунту.

Завдання досліджень:

1. Проаналізувати технічні засобів для неглибокого обробітку ґрунту;

2. Розробити ґрунтообробний робочий орган у вигляді горизонтально розташованого диска з лопатками;

3. Провести експериментальні дослідження.

Об'єкт дослідження – процес неглибокого обробітку ґрунту.

Предмет дослідження – закономірність впливу положення дискового робочого органу у просторі та геометричних параметрів лопаток на якість обробітку ґрунту та енергетичну ефективність.

Методи дослідження. Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних та польових умовах з урахуванням стандартних і розроблених методик. Аналіз літературних джерел здійснювався аналітико-монографічним методом. Обробку експериментальних даних виконували за допомогою методів математичної статистики з використанням прикладних програм.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Грудовий Р. Свіжевський Є. Алгоритм інженерного розрахунку параметрів дискового робочого органу. Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2021. С. 35-36.

2. Ярош Я.Д., **Свіжевський Є.В.** Дембіцький Н.В. Порівнядбні випробовування ґрунтообробних робочих органів. «*Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України*», присвяченої 20-й річниці з дня створення факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України. м. Київ. 2021. С. 245-248.

3. Ярош Я.Д., Сімашко А.В., **Свіжевський Є.В.** агротехнічні вимоги до боронування. Матеріали МНПК «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» Харків: ДБТУ, 2021. С. 253-255.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для сільськогосподарських підприємств представляє розроблений горизонтально розташований дисковий робочий орган.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 39 сторіноккомп’ютерного тексту, містить 20 рисунків та 8 таблиць.

РОЗДІЛ 1
НЕГЛИБОКИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

Майже три чверті орних земель потребують захисту від ерозії. Дослідження, виконані вченими, дозволили знайти оптимальні параметри плоскоріжучих робочих органів та конструктивні схеми машин, що забезпечують обробіток ґрунту без обороту пласта [7]. Ці знаряддя стали основою першого вітчизняного комплексу протиерозійної техніки, що замінила відвальні плуги та інші традиційні знаряддя на цілинних землях, що послабило курні бурі на великій площі розораних цілинних земель.

Комплекс протиерозійних машин дозволив успішно впровадити нову ґрунтозахисну систему землеробства в степових районах, і таким чином призупинити катастрофічні пилові бурі, зберегти родючість цілинних земель, підвищити врожай зернових культур.

Машини протиерозійного комплексу першого покоління були в основному вузькозахватні і для складання широкозахватних агрегатів необхідні були зчіпки, що ускладнювало їх транспортування та знижувало продуктивність [3].

У середині вісімдесятих років XX століття науково-дослідні роботи з цієї проблеми завершилися створенням та постановкою на виробництво нового комплексу протиерозійної техніки другого покоління. Він включав 17 найменувань високопродуктивних широкозахватних машин, які агрегатувалися з енергонасиченими тракторами класів 3 та 5 без громіздких зчіпок. Зручність агрегатування, високий технічний рівень та надійність нових машин дозволили значно підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів, знизити металоємність та витрати на їх обслуговування. Сільське господарство отримало нові культиватори-плоскорізи КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11, знаряддя для безвідвальної обробки пласта багаторічних трав ОПТ-3-5, важкі стерневі

культиватори КТС-10-1 та КТС-10-2, голчасті борони- мотики БМШ-15 та БМШ-20, стерневі зернотрав'яні сівалки-культиватори СТС-6, СТС-12 [10, 13].

В 1969-1970 рр. катастрофічні запорошені бурі у степових районах Північного Кавказу та України викликали не лише загибель посівів на мільйонах гектарів, а й загрожували втратою родючих чорноземів на величезній території. Тоді вперше і була розроблена обґрунтована система протиерозійної обробки ґрунту, яка передбачала застосування в багатопільній сівозміні ярусної плоскорізно-щілинної та мінімальної мульчуючої обробки із збереженням стерні зернових та подрібнених великостеблових залишків просапних попередників. Почала впроваджуватися відвальна напівпарова обробка ґрунту, що забезпечує гарний розвиток сходів озимих зернових культур, здатних протистояти вітровій ерозії [12, 13].

Були запропоновані ґрунтозахисні технології вирощування озимих зернових культур після просапних попередників при мінімальному мульчувальному обробітку ґрунту з подрібненням великостеблових рослинних залишків та збереженням їх на поверхні поля; а також просапних культур (соняшника, кукурудзи, цукрових буряків, сої, рицини) після зернових колосових попередників із зяблевою плоскорізно-щілинною обробкою ґрунту, яка забезпечувала б збереження стерні на поверхні поля для захисту ґрунту від вітрової та водної ерозії [12, 14].

Розроблені ґрунтозахисні технології обробки ґрунту вимагали створення принципово нової протиерозійної техніки у вигляді комбінованих багатофункціональних машин. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження та дослідно-конструкторські роботи дозволили вибрати форми робочих органів та технологічних схем нових машин, найбільш ефективних для виконання післязбирального, основного, передпосівного обробітку ґрунту, посіву зернових культур та догляду за ґрунтозахисними стерневими та мульчованими агрофонами [8, 10].

Для виконання ґрунтозахисних технологій в умовах інтенсивного землеробства розробили та освоїли у серійному виробництві комплекс протиерозійної техніки нового (третього) покоління:

– комбіновані ґрунтообробні агрегати, що поєднують 3–5 операцій та стеблеподрібнювачі для мульчуючої обробки ґрунту;

– комбіновані плоскорізи-щілинники та глибокорозпушувачі для безвідвальної ярусної обробки ґрунту;

– комбіновані штанголапові культиватори для передпосівної обробки ґрунту та культивації стерневих та мульчованих агрофонів;

– комбіновані стерняві сівалки-культиватори для широкосмугового посіву зернових культур.

При запорошених бурях фактичні втрати ґрунту на великих площах можуть бути в багато разів більшими, і на вітроударних схилах знос ґрунту може становити до 10 см і більше. Найважливішими результатами всіх цих робіт є запобігання катастрофічних пилових бур на великій території та збереження чорноземів [11, 13].

В даний час відділи механізації екологічно стійкого землеробства та комбінованих машин для рослинництва спільно з іншими організаціями ведуть фундаментальні дослідження з розробки новітнього технологічного комплексу грунтоощадної техніки на базі екологічно безпечних та ресурсозберігаючих машин.

Створений останніми роками новий комплекс вологозберігаючої техніки відрізняється від попереднього покоління тим, що забезпечує підвищення універсальності та функціональних можливостей кожної машини. Це досягається за рахунок застосування раціональних конструкцій змінних робочих органів, що забезпечують надійний захист ґрунту від вітрової водної ерозії. Крім того, вони сприяють вологозбереженню та якісній обробці за екстремальних умов (річне завантаження машин може бути збільшене в 2–3 рази). Енергетичні та експлуатаційні витрати знижуються на 20–50 % внаслідок застосування

малоенергоємних способів мінімального обробітку ґрунту та суміщення 4–6 операцій. Продуктивність та експлуатаційна надійність машинно-тракторних агрегатів підвищуються завдяки вдосконаленню конструктивно-технологічних схем, а також технічного рівня та покращення їх техніко-економічних показників [6, 7, 9].

Таким чином, значення обробітку ґрунту, у тому числі й неглибокого, полягає у створенні найкращих умов для зростання та розвитку культурних рослин, підтримування кореневого шару ґрунту в такому структурному стані, при якому рослини повною мірою забезпечуються водою, поживними речовинами, теплом та повітрям. Обробіток ґрунту має сприяти захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників та хвороб.

Робочі органи машин для неглибокого обробітку ґрунту можна класифікувати за деякими ознаками, наприклад, за призначенням, за конструктивними особливостями, розташуванням у просторі (табл. 1.1). Основними робочими органами для неглибокого обробітку ґрунту є лапи культиваторів та дискові робочі органи [9].

Для культиваторів розроблені набори змінних робочих органів, основними з яких виступають плоскорізальні, універсальні та розпушувальні лапи. Робочі органи культиваторів (лапи) розрізняють за конструктивними особливостями (рисунки 1.1-1.3).

Одним з головних недоліків існуючих універсальних стрілчастих лап з площинними деформаторами є односпрямована дія бічних граней на пласт, що призводить до неякісного розпушування ґрунту. Збільшення крутості постановки бічних площин збільшує деформаційний процес зсуву, що веде до інтенсивнішого кришення, але призводить до зростання витрат енергії.

Ступінь виробленого лапою розпушування безпосередньо залежить від значення величини кута кришення та ширини крила лапи. Внаслідок постійного контакту лапи з абразивом ґрунту відбувається швидке зношування робочого органу, що призводить до неякісного кришення ґрунту. У зв'язку з цим

необхідним є постійний контроль за конструктивними характеристиками робочих органів [5].

Таблиця 1.1 – Класифікація робочих органів для неглибокого обробітку ґрунту

Лапи культиватора		Дисковий робочий орган			
По конструктивним особливостям	По призначенню	По розміщенню в просторі	По типу дисків	По формі отвору під вісь	По формі
односторонні плоскоріжучі	для суцільного обробітку	вертикальні	плоскі	круглі	з v-образними вирізами
стрілчаті плоскоріжучі	для міжрядного обробітку	горизонтальні	сферичні суцільні	квадратні	з вирізами у формі дуги окружності
стрілчаті універсальні	для обробки ґрунту і внесення добрив		сферичні вирізні	шестигранні	зі спіралеподібним вирізами
долотоподібні			сферичні з вирізами на ріжучій кромці	багатогранні	з конусоподібними вирізами
підгортачі			сферичні з кільцевими гофрами для посилення		з рифленням
бороздороби			сферичні зі змінними ножами		шестигранні
оборотні лами					хвилеподібні (циклоїдні, синусоїдні)
лапи-відвальники					комбіновані
підживлювальні ножі					

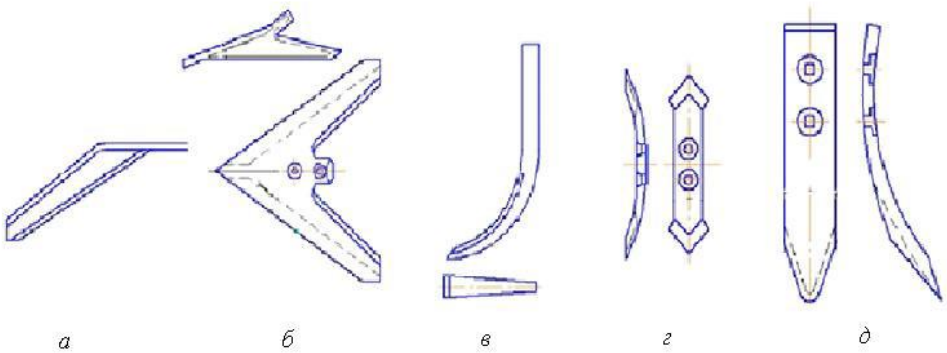


Рис. 1.1. Типи лап культиваторів: а – одностороння плоскорізальна (бритва), б – стрілчаста універсальна, в – долотоподібна розпушувальна, г – оборотна, д – списоподібна

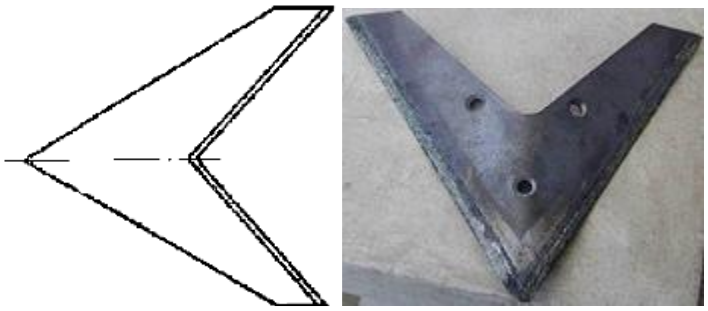
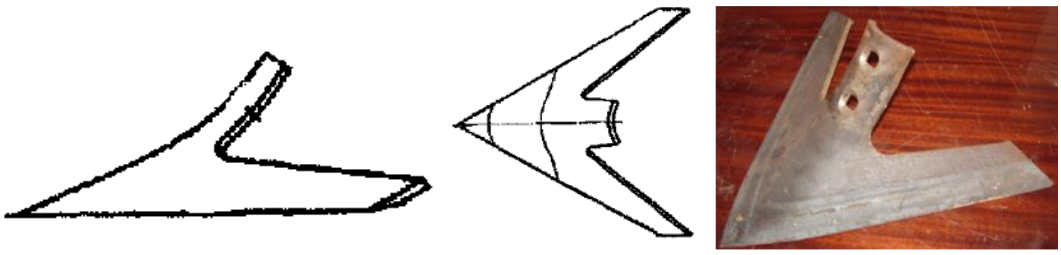


Рис. 1.2. Стрілчаста лапа без хвостовика



а б

Рис. 1.3. Стрілчаста лапа з хвостовиком: а – вид збоку; б – вид зверху

Так само до недоліків стрілчастої лапи можна віднести високий хвостовик, що має великий лобовий перетин, за рахунок якого відбувається підвищення тягового опору лапи, утворення великої борозни слідом робочого органу, винесення нижніх шарів ґрунту на поверхню, що веде до втрати вологи. Зміна умов роботи стрілчастої лапи (наприклад, зміна кута при вершині) потребує встановлення на машину нового комплекту робочих органів. Прямолінійний

профіль крила сприяє утворенню ерозійно-небезпечних частинок, особливо на підвищених швидкостях роботи [10, 12].

Робочим органом всіх дискових ґрунтообробних машин є сферичний сегмент. Гладкі сферичні диски застосовуються при обробці ґрунту на глибину до 14 см та наявності на її поверхні пожнивних залишків. Найбільш повно перерізають пожнивні залишки диски з суцільним лезом, але за певних умов, таких як підвищена вологість, збільшена глибина обробки ґрунту забиваються через утворення явища протягування з втратою обертів. Вирізні диски завдяки своїй формі, довше за часом знаходяться в зачепленні з дном борозни, що сприяє збереженню обертів диска, надійно перерізають пожнивні залишки і заглиблюються в ґрунт, менше забиваються ґрунтом та рослинними рештками (рис. 1.4).

Інтерес представляють диски конічної форми (рис. 1.4), у яких, незважаючи на зношування робочої поверхні, зберігається робочий кут, тобто кут нахилу дотичної до поверхні диска до горизонталі. Незважаючи на їх гарне заглиблення в шар, що обробляється, вони погано кришать ґрунт зі збільшенням глибини обробки. Тому такі диски застосовують у поєднанні з робочими органами, що забезпечують додаткове кришення [3, 14].

Застосування сферичних дисків з рифленим лезом забезпечує більш інтенсивне подрібнення пожнивних залишків, кришення ґрунту та їх перемішування (рис. 1.4).

Незважаючи на всі переваги, застосовувані сучасні дискові робочі органи мають ряд недоліків, таких як їх незахищеність і поломки при наїзді на камені та інші включення, що є в ґрунті. Для забезпечення необхідного заглиблення необхідно застосування додаткових баластних пристроїв, робота на підвищених швидкостях, що призводить до підвищення енергоємності процесу обробки. Спостерігається слабка стійкість ходу заданої глибині обробки. Крім того, для досягнення необхідної якості розпушування ґрунту та підрізання бур'янів необхідно виробляти кілька проходів агрегату.

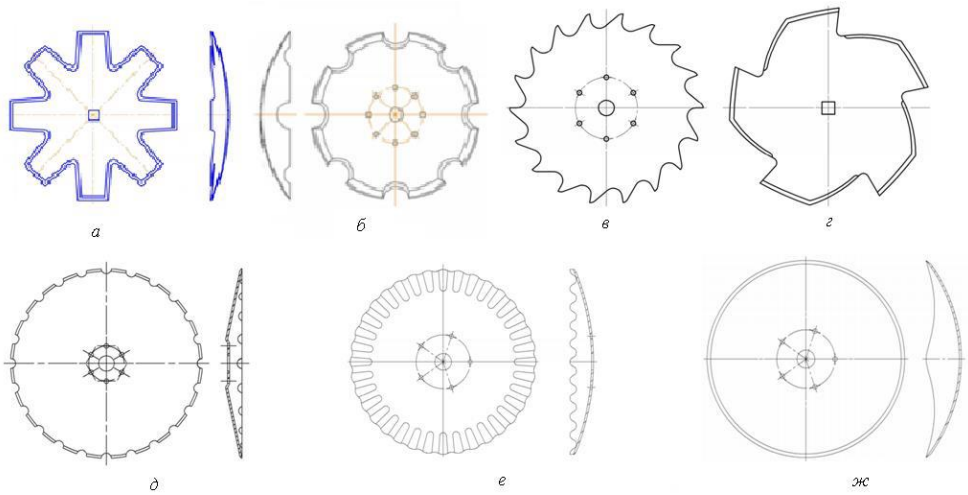


Рис. 1.4. Типи дискових робочих органів: а – диск борони "ромашка" з трапецеїдальним вирізом; б – диски з круглими вирізами на периферії диска; в, г – диски для обробки ґрунту та подрібнення великостеблових просапних культур та чагарникових рослин; д – диск конічної форми; е – сферичний диск із рифленим лезом; ж – сферичний диск зі змінним кутом атаки

Одним із перспективних напрямів розвитку ґрунтообробної техніки є вібраційні та імпульсні методи підвищення ефективності технологічних процесів. Перевага їх полягає в тому, що концентруючи енергію в часі, вони дають змогу витрачати її більш раціонально та ефективно [6].

В останні роки ведуться численні дослідження з розробки та застосування на обробітку ґрунту машин з коливальними робочими органами, переваги яких на сьогодні визначилися з достатньою точністю. Вони дозволяють:

– підвищити ККД багатьох сільськогосподарських машин, насамперед ґрунтообробних;

– покращити якість багатьох виробничих процесів;

– видозмінити конструкцію машин, зменшити їх вагу, підвищити надійність та довговічність;

– механізувати нові технологічні процеси.

Після аналізу вищевикладеного пропонується сферичний робочий орган (рис. 1.5).

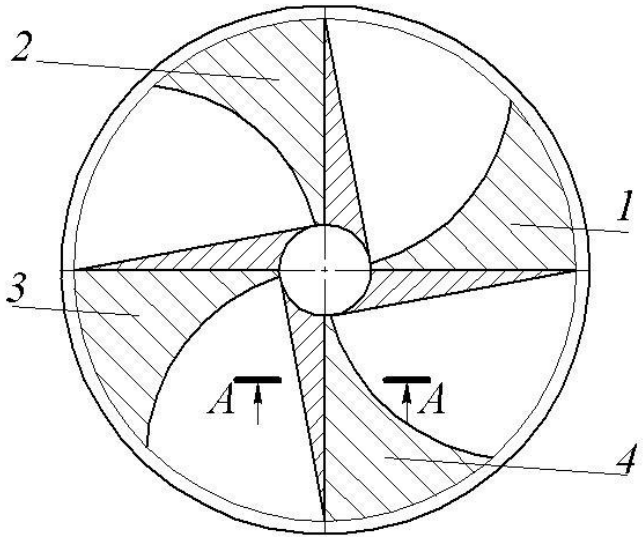


Рис. 1.5. Дисковий робочий орган (1, 2, 3, 4 – лопатки)

Пропонований робочий орган функціонує у горизонтальній площині, встановлений на вертикальній осі та має виступи (лопатки) з двома поверхнями (рис. 1.6), перша з яких має більший кут підйому, ніж інші.

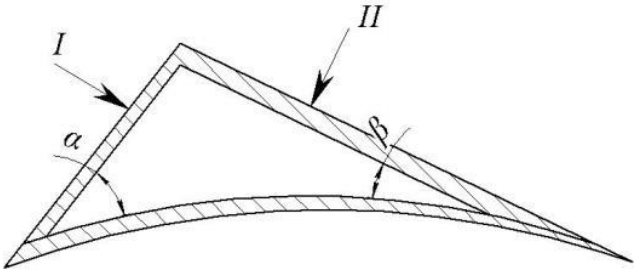


Рис. 1.6. Перетин А–А: I та II – поверхні; α та β – кути нахилу поверхонь до площини диска

Диск має заточення по всьому колу. При русі в ґрунті диск робить коливальний рух. Заточеною кромкою диск підрізає шар ґрунту, одночасно кришачи його за допомогою взаємодії ґрунту з виступами.

Висновки по розділу

В другому розділі магістерської роботи на основі аналізу запропоновано дисковий робочий орган, який функціонує у горизонтальній площині і встановлений на вертикальній осі та має виступи (лопатки) з двома поверхнями.

РОЗДІЛ 2

ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення польових досліджень нами було виготовлено експериментальну установку, за допомогою якої проводилися виміри величини горизонтальної складової сили опору дискового робочого органу при обробітку ґрунту (рис. 2.1).

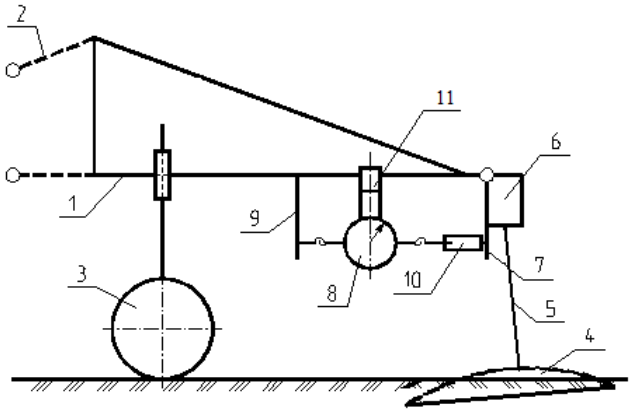


Рис. 2.1. Технологічна схема експериментальної установки для визначення тягових характеристик дискового робочого органу: 1 – рама; 2 - навішування; 3 – опорно-регулювальне колесо; 4 – диск із лопатками; 5 – вал; 6 – корпус підшипників; 7 – пластина; 8 – динамометр; 9 – брус; 10 – натяжний пристрій; 11 – фотоапарат, включений у режимі відео зйомки.

Установку навішували на трактор тягового класу 2. Робочий орган 4 являє собою сферичний диск, на який наварені лопатки. Довжину ділянки фіксували кілочками (початок і кінець) і відміряли рулеткою відстань у п'ятдесят метрів.

Пристрій працює в такий спосіб. У процесі обробітку ґрунту енергетичний засіб переміщує установку. У цей момент відбувається заглиблення випробування робочого органу 4 в ґрунт на встановлену опорними колесами 3 глибину. Сили опору, що діють дисковий робочий орган 4, змушують відхилитися вал 5 у бік, протилежну напрямку руху. При цьому за допомогою валу 5, встановленого в підшипниках 6, прикріплених до пластини 7 через

пристрій динамометру 10 8 передаються діючі на робочий орган 4 сили. Кінокамерою (11) фіксували показання динамометра у процесі роботи агрегату.

Рис. 2.2. Експериментальне встановлення для дослідження робочого органу: 1 – рама; 2 - навішування; 3 – опорно-регулювальне колесо; 4 – диск із лопатками; 5 – вал; 6 – корпус підшипників; 7 – пластина; 8 – динамометр; 9 – брус; 10 – натяжний пристрій; 11 – фотоапарат, включений у режимі відео зйомки

Реєстрацію параметрів руху, контроль витрати пального та швидкості руху, оборотів двигуна та маршруту енергетичного здійснювали за допомогою термінал-реєстратор СКРТ Лайт 31 GPS Технотон (рис. 2.3).

Цей пристрій фіксує координати енергетичного засобу, його швидкість переміщення за даними GPS. Крім того, є можливість накопичення отриманих за час випробування даних у пам'яті приладу. Похибка вимірів витрати палива становить ±0,1 л, а швидкості руху транспортного засобу ±0,001 км/год. Робота термінал-реєстратор СКРТ 31 Лайт GPS здійснюється при номінальній напрузі

живлення 12В, при цьому обсяг пам'яті реєстратора параметрів при періоді реєстрації 60 не менше 500 год, температурний діапазон забезпечення працездатності від - 40 до + 60 ºС.

Рис.2.4. Термінал-реєстратор СКРТ Лайт 31 GPS Технотон

Датчиком ДРТ – 5,1 (рисунок 2.3) фіксували кількість палива, поданого паливним насосом та витраченого двигуном енергетичного засобу, з урахуванням поверненого в бак, а також датчик здійснював передачу імпульсів термінал-реєстратору СКРТ 31 Лайт GPS. Технічні характеристики датчика ДРТ-5,1 розглянуті у табл. 2.1.

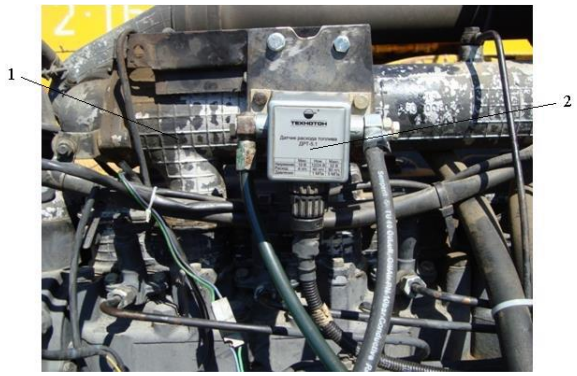


Рисунок 2.5 – Датчик витрати пального ДРТ-5,1: 1 – двигун, 2 – датчик ДРТ – 5,1

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ДРТ-5,1

Показник	Значення
Максимальна витрата палива, л/год	80
Номінальна витрата палива, л/год	40
Мінімальна витрата палива, л/год	4
Розмір сторонніх включень у паливі, мм	0,080
Робочий об'єм камери, мл	5
Температурний діапазон роботи, ºС	–10 ... +60
Похибка вимірювання, мл	±5

Для обміну інформацією між персональним комп'ютером та термінал-реєстратором СКРТ 31 Лайт GPS, а також при обробці даних, накопичених за час випробування, користувалися програмним забезпеченням «СКАРТ-Менеджер». Отримані результати надавалися у текстовому вигляді.

Отримані значення формували у варіаційний ряд та обробляли методом математичної статистики. Для чого нами була розроблена програма «Визначення погодинної витрати палива під час роботи двигуна Д-260».

Вимірювання сил, що додаються до об'єкта дослідження, проводили динамометром 9016 ДПУ-100-1-УХЛ 2, технічна характеристика якого розглянута у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика 9016 ДПУ-100-1-УХЛ 2

Параметр приладу	**Розмір параметра**
Ціна поділу шкали приладу, кН	1
Інтервал виміру, кН	0–30кН
Рік випуску приладу	2001
Похибка вимірювання приладом, %	± 1

Показ приладу фіксували фотокамерою Nikon у режимі кінокамери при швидкості запису 30 кадрів за секунду. Отримані результати обробляли методом математичної статистики на персональному комп'ютері з програмним забезпеченням Windows. Також нами було розроблено програму та отримано свідоцтво.

Сушильний шафа, представлений рисунку 2.5, застосовували для висушування зразків ґрунту, необхідного щодо її характеристик.

Зразки проб, упаковані бюкси, нумерували та реєстрували безпосередньо на місці відбору та доставляли до лабораторії.

Рис. 2.6. Сушильна шафа

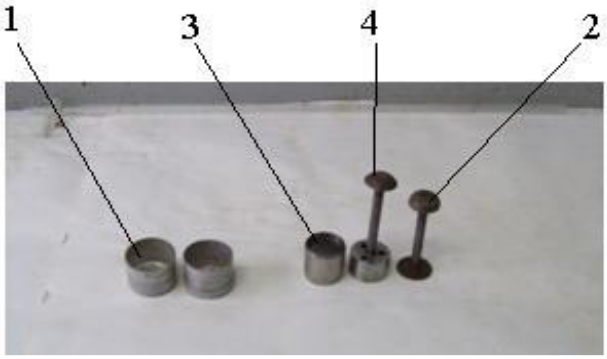


Рис. 2.7. Устаткування для відбору проб ґрунту: 1 – бюкс, 2 – оправлення для видавлювання зразка з конічного стаканчика, 3 – конічний стаканчик для відбору проб ґрунту, 4 – оправка для відбору проб

Рис. 2.8. Зразки досліджуваного ґрунту, упаковані у бюкси

Для визначення маси взятих проб ґрунту використовували лабораторні ваги ВЛР-200, що мають наступну характеристику (таблиця 2.3).

Рис. 2.9. Лабораторні ваги ВЛР-200

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики ваг ВЛР-200

Характеристика	Значення
Максимальна межа зважування приладу, г	200
Ціна поділу шкали приладу, мг	1
Дискретність відліку, мг	0,05
Інтервал зважування за шкалою приладу, мг	0–100
Похибки зважування за шкалою, мг	±0,15
Межі допустимої похибки приладу, мг	
до 25 мг	±0,25
25-100мг	±0,5

Об'єм вибірки, необхідний для отримання вимірів, визначали таким чином, щоб параметр, що вивчається отримано із заданою точністю [5].

Обсяг вибірки обчислювали за відомою методикою.

Для нашого випадку при 5%-му рівні значущості та кількості ступенів свободи, що дорівнює нескінченності, критерій Стьюдента t дорівнює 1,96, варіація ознаки V вважається незначною, якщо не перевищує 10%. Приймаючи достатню точність даних дослідів 2–4, і взявши значення двох останніх параметрів, одержали обсяг вибірки рівний 9,8. Приймали кількість повторюваності 10.

Для оцінки факторів та їх взаємодії використовували повний факторний експеримент (ПФЕ) з додаванням зоряних точок, необхідних для отримання квадратичних членів досліджуваних факторів – план другого порядку, математична модель якого має вигляд:

$$y = b_0 + \sum_{1 \le i \le k} b_i x_i + \sum_{1 \le i \le j \le k} b_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \le i \le k} b_{ii} x_i^2 \qquad (2.1)$$

де y – розрахункове значення критерію оптимізації;

b_0 – вільний коефіцієнт;

b_i - коефіцієнти при досліджуваних факторах;

b_{ij} - коефіцієнти парної взаємодії;

b_{ii} - коефіцієнти при квадратичних членах;

x_i , x_j - досліджувані фактори;

k – кількість досліджуваних чинників.

Розглядаючи плани другого порядку, визначили, що визначник матриці набуває найбільшого значення, коли моменти рівні. Застосовуючи симетричний композиційний план типу Bk (на відміну інших планів, зіркові точки рівні ±1) вивчали вплив чинників за відомою методикою. Перевірку адекватності одержаної моделі проводили за критерієм Фішера.

Після отримання математичної моделі другого порядку визначили оптимальні значення досліджуваних факторів та за допомогою двовимірних перерізів, отриманих після канонічного перетворення, вивчали властивості поверхні відгуку залежно від двох факторів.

$$Y\text{-}Y_s = B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{33} X_3^2 \qquad (2.2)$$

де Y – величина критерію оптимізації;

Y_S – величина критерію оптимізації за оптимальних значення факторів;

X_1, X_2, X_3 – нові осі координат, повернені

щодо осей x_1, x_2, x_3;

B_{11} , B_{22} , B_{33} – коефіцієнти регресії в канонічній формі.

Висновки по розділу

В другому розділі магістерської роботи розроблено методику, методи та наведено обладнання для проведення експериментальних досліджень.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Представимо алгоритм інженерного розрахунку тягового опору запропонованого горизонтально розташованого дискового робочого органу у вигляді таблиці (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Методика розрахунку тягового опору запропонованого горизонтально розташованого дискового робочого органу

Параметр	Формула
Поздовжня складова сили тяги, кН	$P_X = P_{ЗХ} + P_{КХ} + P_{GX} + P_{FX}$
Опір ґрунту впровадженню леза, кН	$P_{ЗХ} = \lambda \times G_M \dfrac{sin\varepsilon_3 \times siny + f \times \left(cos_y^2 + cos_y^2 \times sin^2 y\right)}{cos\varepsilon_3 - f \times siny \times sin\varepsilon_3}$
Зусилля, обумовлене опором ґрунту деформації, кН	$R_{KX} = a \times b \times [k + \varepsilon \times (v - \Delta v)^2]$
Зусилля, обумовлене вагою пласта, кН	$R_{KX} = a \times b \times l \times y_{об} \times \dfrac{sin\beta + f \times (cosy \times ctgy + siny \times cos\beta)}{cos_\beta - f \times siny \times sin\beta}$
Зусилля, обумовлене інерцією пласта, кН	$R_{KX} = \dfrac{a \times b \times v_{об} \times sin^2 y \times [sin\beta + f \times siny \times (ctg^2 y + cos\beta)]}{g \times (ctg\beta - f \times siny)}$

Вивчимо вплив параметрів дискового робочого органу на поздовжню складову сили тяги, отриману теоретично, при зміні діаметра робочого органу в межах інтервалу варіювання і різних значеннях швидкості руху агрегату. Отримали залежність зміни горизонтальної складової сили опору, що діє при обробітку ґрунту, від діаметра дискового робочого органу (рис. 3.1).

Аналізуючи залежність сили опору ґрунту, що діє дисковий робочий орган, від діаметра диска, можна констатувати її збільшення зі збільшенням діаметра дискового робочого органа.

Для подальшого вивчення впливу факторів на силу опору ґрунту розглянемо вплив швидкості руху агрегату за різних значень діаметра дискового робочого органу, включаючи оптимальний.

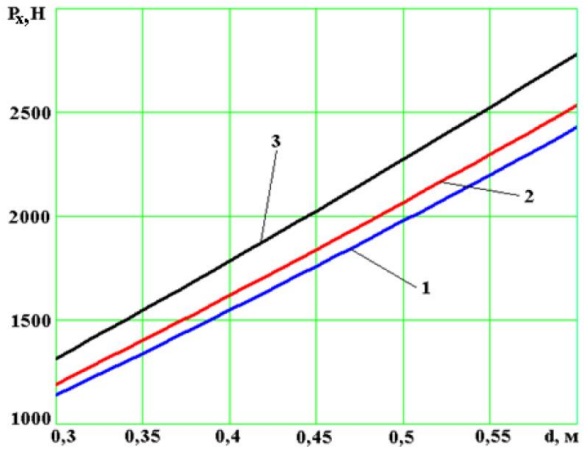


Рис. 3.1. Залежність горизонтальної складової сили опору, що діє під час обробітку ґрунту, від діаметра дискового робочого органу: 1 – при швидкості руху v_p= 5,0 км/год, 2 – при швидкості руху v_p = 8,84 км/ч 3 – при швидкості руху v_p = 12,0 км/год

Отримали залежність (рис. 3.2). З аналізу залежності очевидно збільшення сили опору ґрунту, що діє на дисковий робочий орган, при швидкості руху понад 5 км/год.

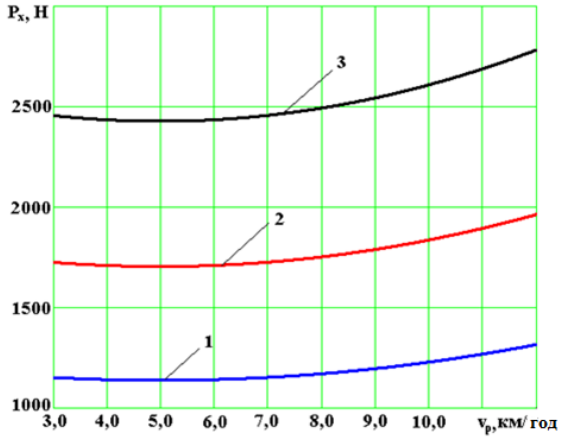


Рис. 3.2. Залежність горизонтальної складової сили опору, що діє при обробці ґрунту на дисковий робочий орган, від швидкості руху агрегату 1 – діаметр робочого органу 0,30 м, 2 – діаметр робочого органу 0,437 м, 3 – діаметр робочого органу 0,60 м

Перевірку на адекватність теоретичної залежності з експериментом проводили за критерієм Фішера при оптимальних конструктивних параметрах робочого органу дискового (n = 4 шт і D = 437 мм) на різних швидкостях, але в межах їх інтервалу варіювання (рис. 3.3). Для використання в інженерних розрахунках теоретичної залежності було визначено поправочний коефіцієнт, що дорівнює 0,7. При цьому за відомою методикою визначено критерій Фішера і дорівнює 3,11, що менше табличного, яке при 5% рівні значимості і ступеня свободи рівної 4 має значення 6,39, що задовольняє умові $F_{факт} < F_{теор}$ [1].

Розглянувши алгоритм інженерного розрахунку, ми отримали залежність впливу параметрів дискового робочого органу на поздовжню складову сили тяги, а також порівнявши теоретичну залежність з експериментом, перевірили на адекватність за критерієм Фішера і ввели поправний коефіцієнт для інженерних розрахунків.

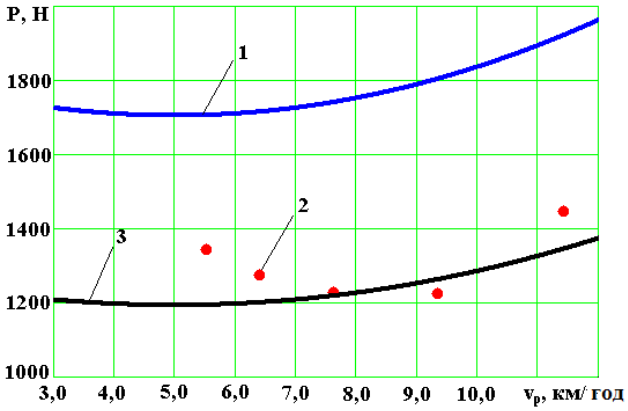


Рис. 3.3. Порівняння теоретичної залежності з експериментальними даними при оптимальних конструктивних параметрах робочого органу: 1 – теоретична залежність; 2 – значення, отримані при випробуванні робочого органу з оптимальними параметрами; 3 – теоретична залежність з урахуванням поправочного коефіцієнта.

В умовах ринкової економіки, успішно вирішити проблему підвищення врожайності та якості зернових культур, а також зниження собівартості робіт, можна тільки на основі використання досягнень науки і передової практики,

застосуванням сучасних машин і знарядь, пристосованих до роботи в умовах конкретних ландшафтних територій.

У зв'язку з цим нами була поставлена задача отримати порівняльні характеристики експлуатаційних і якісних показників ґрунтообробних робочих органів (питомого тягового опору $К_м$, витрати палива q, якості кришення).

Для порівняння були взяті експериментальний горизонтально розташований сферичний диск із закріпленими на ньому лопатками, турбодиск фірми Great Plains (США), стрілчаста лапа посівного комплексу Бурго (Канада).

З раніше проведених досліджень були взяті оптимальні параметри експериментального горизонтально розташованого сферичного диска з закріпленими на ньому лопатками: число лопаток n=4шт., діаметр диска D=0,437 м, швидкість руху v = 8,84 км/год.

Ширина захоплення турбодиску фірми Great Plains становить 0,432 м, стрілчастої лапи посівного комплексу Бурго – 0,310 м.

Експериментальні дослідження проводилися по стерні пшениці. Випробування виконано на трьох швидкостях, при глибині обробітку 10 см в триразовою повторності. Була визначена найменша істотна різниця (НСР).

За даними експерименту побудували графік залежності тягового опору $К_м$ від робочої швидкості $v_р$ (рис. 3.4). Результати експерименту по тяговому опору наведені в табл. 1.

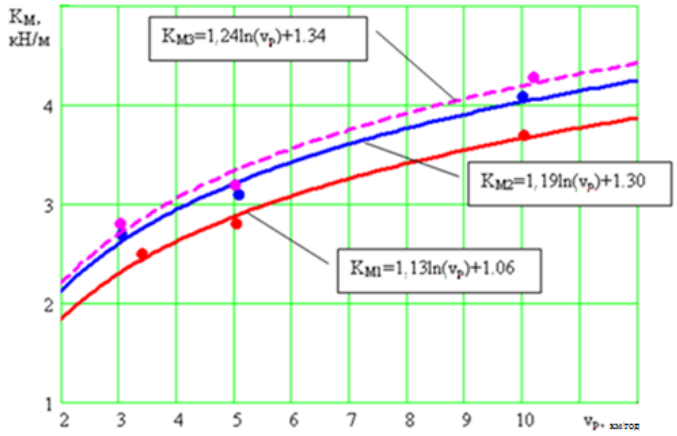


Рис. 3.4. Графік залежності тягового опору $К_м$ від робочої швидкості $v_р$: 1 – сферичний диск з лопатками; 2 – турбодиск; 3 – стрілчаста лапа

Агротехнічні показники польових випробувань розглянутих робочих органів представлені в таблицях 2 і 3.

Таблиця 3.2 – Результати експериментальних досліджень робочих органів по тяговому опору

Робочий орган	Експлуатаційні показники				
	Робоча швидкість $v_р$, км/год	Тяговий опір $К_м$, кН/м	$НСР_{05}$ по $К_м$,		
			1	2	3
Експериментальний диск	5,0	2,50	-	0,15d > НСР	-
	8,5	2,80	-	0,11d > НСР	-
	12,0	3,70	-	0,14 d > НСР	-
Турбодиск Great Plains (США)	5,0	2,70	-	-	0,16d > НСР
	8,5	3,10	-	-	0,15 d < НСР
	12,0	4,09	-	-	0,14 d > НСР
Стрілчаста лапа посівного комплексу Бурго (Канада)	5,0	2,80	0,27d > НСР	-	-
	8,5	3,20	0,15 d > НСР	-	-
	12,0	4,28	0,24d>НСР	-	-

Таблиця 3.3 – Статистичні характеристики порівняльних випробувань

Робочий орган	Середнє значення $\overline{X}$	Стандартне відхилення S, Н	Помилка вибіркової середньої S_x, Н	Коефіцієнт варіації, V	Відносна похибка P, %	Абсолютна похибка m, Н
Експериментальний диск	Швидкість руху 5,0 км/год					
	2,5	0,24	0,07	9,43	2,98	0,18
	2,44	0,19	0,06	8,01	2,53	0,15
	2,56	0,21	0,07	8,07	2,55	0,16
	Швидкість руху 8,5 км/год					
	2,69	0,24	0,08	8,87	2,80	0,18
	2,76	0,25	0,08	9,16	2,89	0,19
	2,95	0,34	0,11	11,44	3,62	0,25
	Швидкість руху 12,0 км/год					
	3,17	0,30	0,10	9,58	3,03	0,23
	4,10	0,22	0,07	5,27	1,67	0,16
	3,83	0,37	0,12	9,60	3,04	0,28
Турбодиск Great Plains (США)	Швидкість руху 5,0 км/год					
	2,65	0,22	0,07	8,20	2,59	0,16
	2,8	0,24	0,08	8,75	2,77	0,18
	2,65	0,24	0,07	8,94	2,83	0,17
	Швидкість руху 8,5 км/год					
	2,87	0,19	0,06	6,58	2,08	0,14
	3,1	0,24	0,08	7,90	2,49	0,18
	3,34	0,24	0,08	7,27	2,29	0,18
	Швидкість руху 12,0 км/год					
	4,18	0,24	0,08	5,84	1,85	0,18
	3,8	0,24	0,08	6,33	2,00	0,18
	4,29	0,09	0,03	1,99	0,63	0,06
Стрілчаста лапа посівного комплексу Бурго (Канада)	Швидкість руху 5,0 км/год					
	2,5	0,22	0,07	8,84	2,80	0,17
	2,8	0,24	0,08	8,75	2,77	0,18
	3,1	0,25	0,08	8,19	2,59	0,19
	Швидкість руху 8,5 км/год					
	2,69	0,22	0,07	8,3	2,63	0,17
	3,1	0,24	0,08	7,90	2,50	0,18
	3,81	0,23	0,07	5,99	1,89	0,17
	Швидкість руху 12,0 км/год					
	4,36	0,21	0,07	4,86	1,54	0,16
	4,20	0,24	0,08	5,72	1,81	0,18
	4,28	0,07	0,02	1,68	0,53	0,05

Агротехнічні показники польових випробувань робочих органів, що розглядаються, представлені в таблицях

Таблиця 3.4. – Кришення ґрунту при обробці на глибині 10 см

Робочий орган	Вміст фракцій, % НСР$_{05}$						
	0-2,5 см	2,6-5,0 см	5,1-7,5 см	7,6-10,0 см	1	2	3
Експериментальний диск	80,0	12,0	8,0	-	-	5,02	-
Турбодиск Great Plains	60,8	7,6	12,8	18,8	-	-	5,36
Стрілчаста лапа посівного комплексу Бурго (Канада)	74,0	6,4	10,0	9,6	2,11	-	-

Таблиця 3.5 – Агротехнічні показники при польових випробуваннях

Показник	Значення показника		
	Експериментальний диск	Турбодиск Great Plains	Стрілчаста лапа посівного комплексу Бурго (Канада)
1	2	3	4
Режим роботи			
Швидкість руху агрегату, км/год	8,0	8,0	8,0
Встановлена глибина обробітку, см	10		
Показники якості виконання технологічного процесу			
Глибина обробітку, см: - стандартне відхилення глибини обробітку, ± см	10 0,219	10 0,512	10 0,623
Гребнистість поверхні ґрунту, см	1,5	2,0	2,0
Кришення ґрунту, % - розмір фракцій до 25 мм	80,0	60,8	74,0
Підрізання бур'янів	99,61	96,67	96,31
Вміст ерозійно небезпечних частинок до 1 мм в шарі 0-5 см, - до обробки - після обробки	 4,6 3,6	 4,6 4,3	 4,6 4,1

Проведені порівняльні випробування показують, що проектований дисковий робочий орган має більш низьке тяговий опір, ніж серійно випускаються робочі органи, а також виробляє більш якісну обробку ґрунту.

Використовуючи наші теоретичні передумови в розділі 2 та експериментальні дослідження, ми розробили блоксхему алгоритму оптимізації

параметрів та режимів роботи ґрунтообробного агрегату з пропонованими дисковими робочими органами, представлену на рис. 3.5.

Отримані залежності $N_e=f(BP)$, $U_э=f(B_P)$, $W=f(B_P)$, $\tau=f(L_P)$ представлені на рисунках 3.5-3.12.

На рисунках показані залежності зміни споживаної потужності від ширини захвату агрегату при куті підйому оброблюваної поверхні від 3 до 10 %. У першому випадку (малюнок 4.8) бачимо, що споживана потужність двигуна зі збільшенням ширини захвату і швидкості руху агрегату збільшується за лінійною залежністю. Така закономірність проявляється до значення ширини захвату в 12 м, а після перевищення цього значення, споживання потужності трохи знижується, що обумовлюється фізико-механічними властивостями ґрунту.

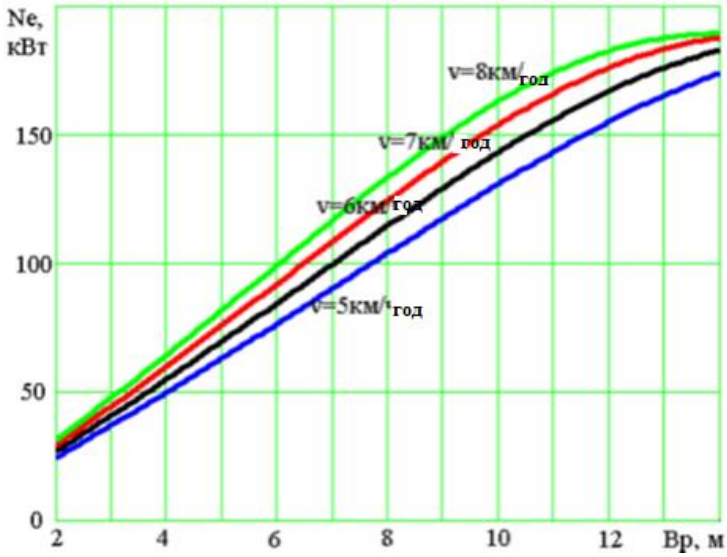


Рис. 3.5. Залежність зміни споживаної потужності трактора Ne від ширини захвату агрегату ВР при куті підйому 3 %.

У другому випадку (рисунок 3.6) залежність споживання потужності при тих же показниках ширини захвату і швидкості руху, але при куті підйому в 10%, поводиться аналогічно попередньої залежності з відмінною особливістю: зміна споживаної потужності відбувається при 10,5-11 м ширини захвату, залежно від швидкості руху.

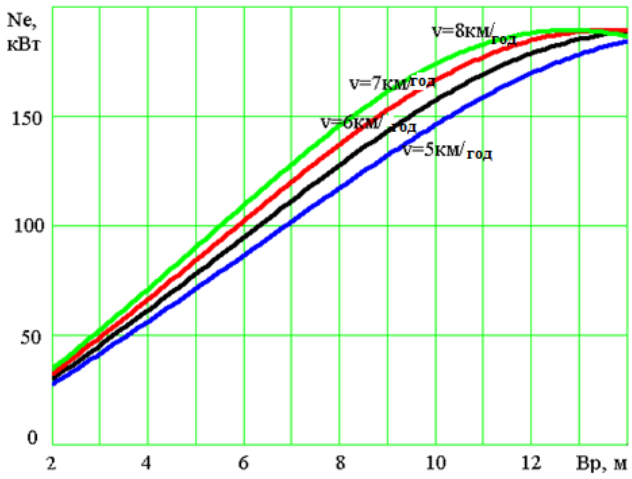


Рис. 3.6. Залежність зміни споживаної потужності трактора Ne від ширини захвату агрегату B_P при куті підйому 10 %

На рис. 3.6 і 3.7 розглянуто залежність експлуатаційних витрат U_E від ширини захвату B_P агрегату при вугіллі підйому від 3 до 10 %. З цієї залежності ми бачимо, що при меншому вугіллі підйому i та різних швидкостях руху агрегату мінімальні експлуатаційні витрати згідно з розробленою нами блоксхемою, зазначені на графіку точками, складають при швидкості руху v_p=8км/год трохи більше 380 грн./га, а при v_p = 5 км/год – витрати становлять близько 550 грн./га.

При куті підйому в 10 % (рис. 3.9) експлуатаційні витрати U_E за 8 км/год збільшилися до 400 рік/га, а за 5 км/год збільшилися до 600 грн./га. Аналізуючи наведені залежності, можна сказати, що експлуатаційні витрати U_E завжди знижуються зі збільшенням швидкості руху агрегату v_p та ширини захвату агрегату B_P. І якщо прийняти при швидкості 5 км/год показник експлуатаційних витрат за 100%, то зміна експлуатаційних витрат зі збільшенням швидкості до 6, 7 та 8 км/год відбудеться на 10,2, 20,4 та 30% відповідно.

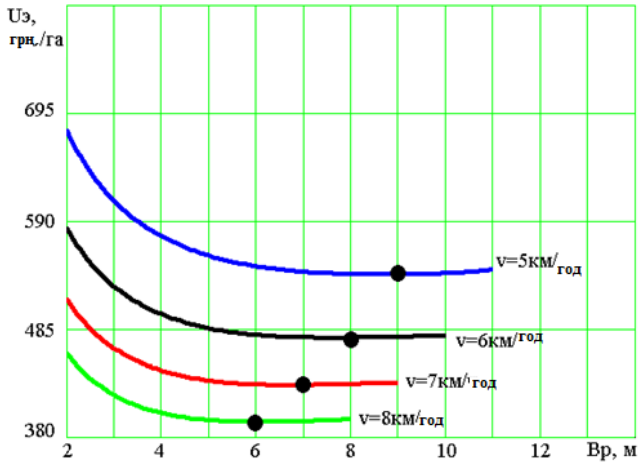


Рис. 3.7. Залежність експлуатаційних витрат U_E від ширини захвату агрегату B_P при куті підйому 3 %

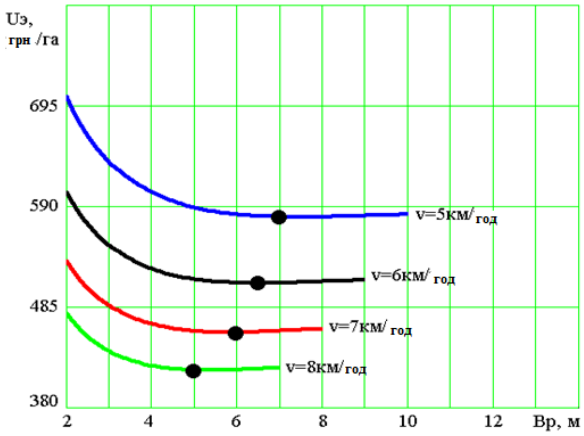


Рис. 3.8. Залежність експлуатаційних витрат U_E від ширини захвату агрегату B_P при вугіллі підйому 10 %

На рисунках представлені залежності продуктивності від ширини захоплення агрегату при різних швидкостях руху і кутах підйому.

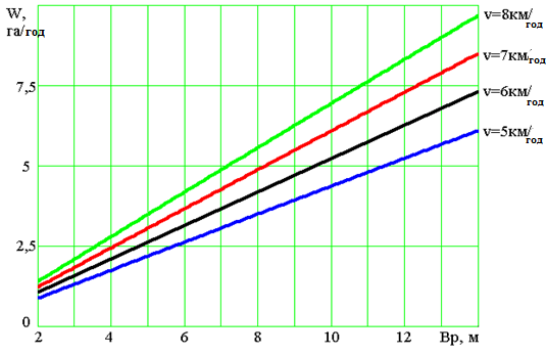


Рис. 3.9. Залежність продуктивності W від ширини захвату агрегату B_P при куті підйому 3 %

З графіків видно, що це лінійна залежність. Аналізуючи представлені графіки, можна дійти невтішного висновку, що у збільшення продуктивності агрегату вплив ширини захвату і швидкості руху надає однакове вплив, ніж збільшення кута підйому.

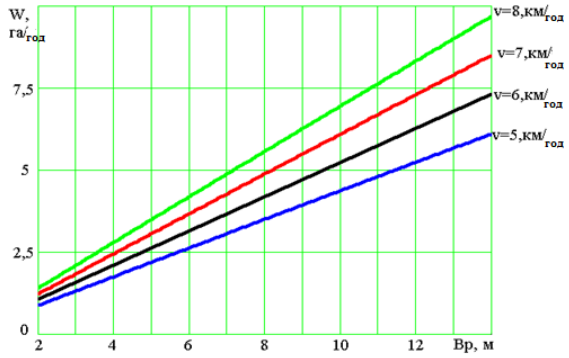


Рис. 3.10. Залежність продуктивності W від ширини захвату агрегату B_P при куті підйому 10 %

Залежність коефіцієнта використання часу зміни від довжини гону L_p при різній ширині захоплення агрегату і кутах підйому поводиться аналогічно на двох представлених залежностях щодо кута підйому.

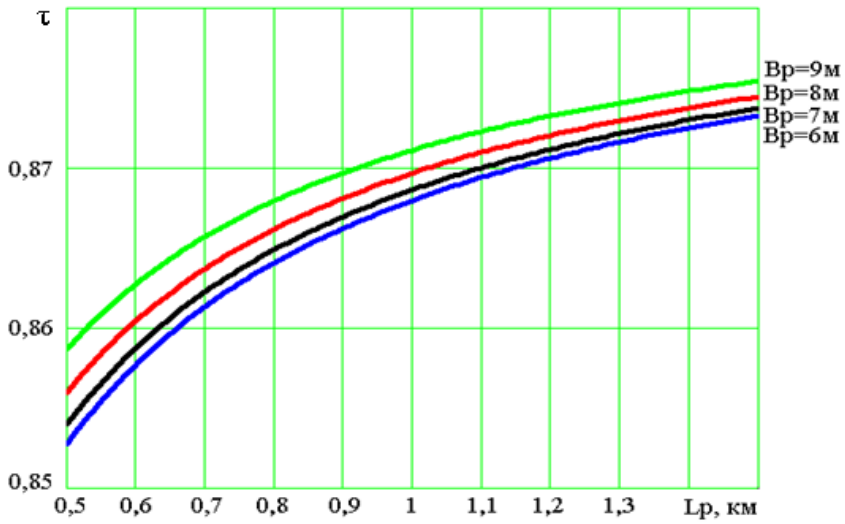


Рис. 3.11. Залежність коефіцієнта використання часу зміни від довжини гону L_P при куті підйому 3 %

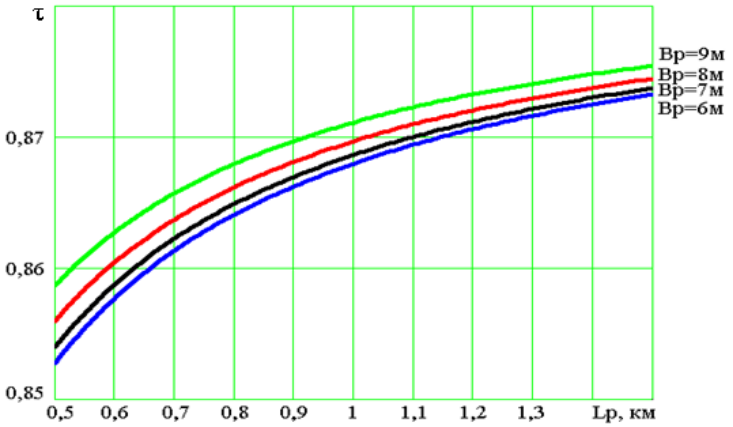


Рис. 3.12. Залежність коефіцієнта використання часу зміни від довжини гону L_P при куті підйому 10 %.

Висновки по розділу.

Аналізуючи представлені залежності, отримані за розробленою нами блоксхемою, можна зробити висновок, що на споживання потужності більшою мірою впливає ширина захвату та швидкість руху агрегату. На мінімальні експлуатаційні витрати серйозно впливає рельєф місцевості та швидкість руху агрегату. У свою чергу продуктивність буде максимальною при максимальній швидкості руху та ширині захвату. Коефіцієнт використання часу зміни переважно залежить від довжини оброблюваного ділянки.

ВИСНОВОК

Проведений аналіз машин та робочих органів для виконання технологічного процесу неглибокого обробітку ґрунту показав, що існуючі знаряддя та технічні засоби для його виконання мають високу енергоємність. Вивчення конструкцій ґрунтообробних машин та робітників органів для неглибого обробітку ґрунту, а також стан досліджень у цій галузі показали, що найбільш доцільним прийомом зниження тягового опору, енергоємності та покращення якості роботи слід вважати використання в них ефекту коливання робочого органу.

Обґрунтовано конструктивно-технологічну схему ґрунтообробного робочого органу у вигляді горизонтально розташованого диска з лопатками та розроблено аналітично математичні моделі, що оцінюють зусилля впливу робочих елементів диска на ґрунт залежно від положення дискового робочого органу у просторі та геометричних параметрів його лопаток.

Аналітично визначено величини зусиль впливу ґрунту на робочі елементи диска за різних умов переміщення їх у ґрунті (при значеннях кутів θ = 90°, χ = 85°).

Встановлено закономірність зміни тягового опору робочого органу та машини залежно від кількості лопаток, діаметра диска та швидкості руху. Згідно з отриманим рівнянням регресії оптимальний тяговий опір дискового робочого органу 2,8 кН/м, оптимальна кількість лопаток n 4шт, діаметр диска d=437мм, оптимальна швидкість руху V_p 8,84 км/год. Вплив керованих факторів (число лопаток, діаметр диска, швидкість руху) та експериментальні дані з тягового опору робочого органу відрізняються від теоретичних на 5-6%, що підтверджує збіжність даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акентьєва Л.І. Агроекономічна оцінка оброблення сільськогосподарських культур. Методичний посібник. Луганськ. 1998. С. 28–46.

2. Баздырев Г.И., Копылов Е.В. Действие противоэрозионных приемов обработки почвы на обилие и вредность сорного компонента на склоновых землях в Центральном районе Нечерноземной зоны. Земледелие. 2008. №1. 12 с.

3. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. Под ред. А.И. Бараева. М.: Колос, 1975. 304 с.

4. Бурченко П.Н. Техническое обеспечение обработки почвы. Земледелие. 2001. №. 1. С. 5–6.

5. Воронова Л. М., Мязиров М. А., Зинченко С. И. Оптимизация планирования системы земледелия. Агрохимический вестник.2009. № 4. С. 2–5.

6. Драганская М. Г. Способы обработки почвы и засоренность посевов яровых культур. Земледелие. 1998. № 5. С. 24–25.

7. Ершов В. А. Биологическая активность почвы при длительном предшествующем применении минимальной обработки. Земледелие. 1991. № 2. С. 34–36.

8. Польчина С. М. Польові дослідження та картування ґрунтів : навч. посібн. Чернівці : Рута. 2004. 88 с

9. . Тарасенко Б. И. Почвозащитная обработка почвы под кукурузу. Земледелие. 1975. № 8. С. 2–7.

10. Панов И.М. Перспективные направления создания комбинированных почвообрабатывающих и посевных машин (обзор). Москва : ЦНИИТЭИ, 1973. 45 с.

11. Пащенко В.Ф. Механико-технологические средства эколого-экономического усовершенствования процессов обработки почвы: дис. … д-ра техн. наук / Пащенко Владимир Филимонович. Х., 2005. 335 с.

12. Пащенко В.Ф. Предпосевная обработка почвы и выравнивание поверхности поля. Информ. листок ХЦНТИ. № 112–90.

13. Пащенко В.Ф. Моделирование взаимодействия с почвой рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий: монография. Харків: Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева. 1994. 134 с.

14. Безруков А. В. Повышение эффективности функционирования самоходной малогабаритной почвообрабатывающей фрезы. Труды ГОСНИТИ. 2012. Т. 110. С. 100.

15. Буклагина Г. В. Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом. Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2005. №. 3. С. 665-665.