

ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технологій та засобів механізації аграрного виробництва

Пояснювальна записка
до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти
«магістр»
бакалавр, магістр

на тему: **«Удосконалення технології виробництва картоплі за рахунок
дообладнання картоплесаджалки голчастими дисковими боронами»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

назва ОПП

спеціальності 208 Агроінженерія

код та найменування спеціальності

Ступеня вищої освіти «магістр» групи 1

Рудченко Юрій Іванович

Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти

Керівник: Бурлака О. А.

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: Яхін С. В.

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на тему: **«Удосконалення технології виробництва картоплі за рахунок дообладнання картоплесаджалки голчастими дисковими боронами».**

Пояснювальна записка має об'єм 60 сторінок друкованого тексту, на яких розміщені 4 таблиці, 25 рисунків, 25 формул та 2 аркуші додатків. Графічна частина містить 10 слайдів.

Мета дослідження – удосконалення операційної технології посадки картоплі за рахунок одночасного виконання посадкових та боронувальних робіт.

Об'єкт дослідження – елементи технологічних операцій посадки з одночасним рихленням поверхневого шару ґрунту при використанні тракторних картоплесаджалок типу КС-2, КС-4 чи закордонних аналогів.

В даній дипломній роботі досліджені складові сучасних індустріальних технологій виробництва товарної картоплі. Розглядаються особливості гребеневого та плаского способів садіння картоплі.

При детальному дослідженню елементів технологій вирощування та збирання товарної картоплі, нами запропоновано дообладнати тракторні картоплесаджалки типу КС-2, КС-4 чи закордонні аналоги типу «Бомет-S 239» дисковими голчастими боронами.

Основні дослідження дипломної роботи висвітлені як перевірка та удосконалення агротехніки садіння товарної картоплі за умови одночасного боронування гребнів дисковими голчастими боронами оригінальної конструкції.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, САДІННЯ, КАРТОПЛЯ, ДИСКОВА ГОЛЧАСТА БОРОНА, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ПОВЕРХНЯ ВІДГУКУ, КАРТОПЛЕСАДЖАЛКА.

ВСТУП

Актуальність теми. Проблемним питанням щодо виробництва товарної картоплі в сучасному сільському господарстві є значне використання ядохімікатів при виконанні операцій догляду за посівами.

Основними операційними технологіями щодо догляду за посівами є просапна культивуація та захист рослин від хвороб та шкідників на відповідних етапах їх розвитку.

Особливе занепокоєння при цьому викликає наявність суттєвого шкідливого впливу від застосування пестицидів на навколишнє середовище та переущільнення підорного шару ґрунту внаслідок кратності проходів по полю машинно-тракторних агрегатів. Тобто при такому промисловому виробництві товарної картоплі погіршується екологічна ситуація у регіоні та зменшується родючість ґрунту.

Частковим елементом щодо вирішення такої проблеми є суміщення технологічних операцій, що виконуються машинно-тракторними агрегатами. Для зменшення такого негативного чинника, на нашу думку, ефективним агротехнічним прийомом, що поєднує технологічні операції.

Такий напрям вирішення поставленої проблеми базується на інженерно-конструкторських розробках, які дають змогу частково зменшити пестицидне навантаження на технології у картоплярстві та більш широко застосовувати комбіновані та комплексні машинно-тракторні агрегати.

Отже обрана тема дипломної роботи: **«Удосконалення технології виробництва картоплі за рахунок дообладнання картоплесаджалки голчастими дисковими боронами»** є актуальною та важливою для підвищення конкурентоспроможності та екологічності виробництва продовольчої картоплі в нашій країні.

Мета дослідження - покращення елементів технології виробництва картоплі за рахунок дообладнання картоплесаджалки голчастими дисковими боронами.

Основні наукові завдання дослідження полягають у наступному:

1. Здійснити оглядові дослідження щодо сучасних складових засобів виробництва та операційних екологічно ощадних технологій вирощування та збирання товарної картоплі.
2. На основі відомих та удосконалених теоретичних викладок провести аналіз голчастих дискових борін. Оцінити можливість використання таких робочих органів у сукупності із сучасними картоплесаджалками.
3. При проведенні експериментальної частини наукового дослідження описати траєкторії вершин зубів (голоки) дискових борін для обґрунтування ступеня розпушування поверхневого шару ґрунту та знищення однорічних бур'янів.
4. Польові порівняльні та перевірочні експерименти в дипломній роботі спланувати при використанні дообладнаної голчастими роторними боронами картоплесаджалки типу КС-2, КС-4.
5. Запропонувати систему організаційно-господарських заходів відносно удосконалення системи охорони праці в промислових аграрних підприємствах та фермерських господарствах Полтавської області.

Об'єкт дослідження – елементи технологічних операцій щодо використання картоплесаджалки КС-2 на садінні бульб з одночасним послідовним боронуванням гребнів дисковими голчастими боронами.

Предмет дослідження – техніко-конструкторські та еколого-економічні параметри дискових голчастих борін.

Методи дослідження: випускна дипломна робота була виконана з застосуванням наукових методів аналізу, синтезу, графічних методів, методів порівняння, методів математичної статистики, методів математичного моделювання, експериментальних методів наукового дослідження.

Теоретична та практична значущість результатів дослідження:

- Виконано оглядові дослідження відносно існуючих технологій посадки, догляду за посівами, та збиранням товарної картоплі.
- З використання спеціального лабораторного обладнання визначені траєкторії руху зубів (голоки) дискових голчастих борін.

- На основі вимог агротехнологій та біологічних особливостей товарної картоплі описані та віднайдені конструктивні параметри та характеристики роторного голчастого боронувального робочого органу для здійснення післяпосадкового боронування.
- Здійснено техніко-економічне обґрунтування відносно доцільності виробничої апробації пропонованого інженерно-технологічного рішення дообладнання промислової картоплесаджалки типу КС-2, КС-4 дисковими голчастими боронами.
- Здійснена екологічна експертиза пропонованої операційної технології садіння бульб картоплі з одночасним післяпосадковим боронуванням. Акцентовано увагу на підвищенні екологічності виробничих технологій у рослинництві відносно просапних культур шляхом часткової заміни хімічних методів догляду за посівами на механічні методи.
- За результатами проектних розрахунків прогнозований економічний ефект у сумі 7000 грн за умови садіння картоплі на площі 60 га.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Огляд сучасних технологій вирощування та збирання картоплі

Задача забезпечення населення якісними продуктами овочівництва з часом тільки збільшує свою актуальність.

При здійсненні планування обсягу механізованих робіт та технологій у рослинництві вцілому, визначається місце продовольчої картоплі у овочевих сівоzmінах, з урахуванням кращих попередників та короткоротаційних періодів чергування сільськогосподарських культур.

Якщо переважна частина ґрунтів, де планується вирощувати картоплю, має структуру і властивості чорноземів глибокопідзолистих та чорноземів суглинистих, то за результатами рекомендацій провідних вчених інституту картоплярства НААНУ маємо: дворічні посіви люцерни; посадка овочевих культур при цьому пасльонові культури не бажані); посадкам товарної картоплі.

Проблема сучасного картоплярства в Україні пов'язана в останній час з поширенням специфічних для картоплі хвороб та шкідників. Також актуальним залишається завдання боротьби з бур'янами на посівах просапних культур.

Відносно останнього, мінімальний агрономічно обґрунтований термін ротації посадки картоплі на одне й теж саме місце складає три роки.

Розпочинається технологія вирощування картопляного поля зі здійснення хіміко-механічного аналізу ґрунтів, визначення наявних шкідників, хвороб та ступеня забур'яненості.

Важливими операційними технологіями є подрібнення та зароблення у ґрунт пожнивних решток культури – попередника.

Для проведення останнього пропонують використовувати дискові лушпильники, фрези, дискові борони. Глибина зароблення складає 10...12см.

При виконанні таких технологічних операцій доцільно здійснювати внесення комплексних мінеральних добрив з розрахунку 30...50кг/га площі діючої речовини.

При цьому рекомендовано одночасне внесення азотних добрив у обсязі 3-050 кг/га діючої речовин. Така операція прискорить перегнивання та мінералізацію пожнивних решток.

Після цього необхідно здійснити операційну технологію зароблення внесених добрив у ґрунт повторним боронуванням чи дискуванням. Тут можливо застосовувати комбіновані передпосівні агрегати, наприклад «Європак».

Якщо виробнича стратегія аграрного підприємства направлена на впровадження та застосування органічного екологічно ощадного землеробства, то широко застосовують сидеральні культури – жито, гречка, кормові трави... у, якості органічних добрив.

Підготовка поля під посадку картоплі починається з планування та виконання комплексу осінньо-польових робіт. Якщо в такій технології використовуються сидерати, то подрібнення і заробку рослинної маси у ґрунт виконують за допомогою важких дискових борін чи дискових плугів.

Після чого здійснюється основний обробіток ґрунту, як правило – оранка. Боронувальні агрегати чи комплекти зубових борін при цьому не використовують з метою запобігання переущільнення ґрунту у зимово-весняний період. Основні корпуси полицевих плугів додатково комплектують передплужниками.

За умови, що підорний шар ґрунту значно переущільнений чи мають місце водяна та вітрова ерозії, здійснюють глибоку оранку чизельними плугами.

Рух машинно-тракторних агрегатів при виконанні операційної технології оранки здійснюється човниковим способом за умови використання поворотних чи оборотних плугів[1,15].

Якість оранки в такій інтерпретації краща за звичайну. Відсутні розвальні смуги та звальні насипи.

За сучасними агротехнічними вимогами ступінь кривизни суміжних виораних полос плугами повинна знаходитись у межах одного погонного метру відносно 500м довжини гону.

Обсяг зароблених рослинних решток культури – попередника повинен складати 95%. Комковатість обробленого шару ґрунту з середньою фракцією 80...90%.

З метою запобігання ерозійним явищам можливо здійснювати безполицевий основний обробіток ґрунту. Рихлення здійснюється плоскорізними лапами на задану глибину, зазвичай 25...30см., при цьому обертання орного шару ґрунту не відбувається.

Поля з нерівномірним рельєфом обробляють в напрямку по нормалі до схилів.

Виоране поле можливо розглядати і як чисті пари, що можуть бути прокультивовані передпосадковою культивацією з одночасним рихленням шару ґрунту та знешкодженням бур'янів.

Якщо технологія виробництва товарної картоплі гребенева, то в осінній період підготовки поля може увійти технологічна операція нарізання гребнів. Безпосереднє нарізання здійснюють спеціальними фрезерними культиваторами. Агротехнічно виправдана висота гребнів залежить від кількості опадів в регіоні виробництва товарної картоплі, в середньому таке значення коливається у межах 15...20см.

Якщо гребні нарізані восени, то садіння картоплі можливо виконувати навесні на 5..7 днів раніше в порівнянні з весняним гребененарізанням. Для здійснення операції нарізання гребнів використовують культиватори типу КВФ-2,8, КВФ-3, КВФ-4, КВФ – 8 вітчизняного виробництва чи закордонні аналоги РКЕ-300 (АМАС), U-332 (Famarol).

Провідними вченими – картоплярами України пропоновано застосування мінеральних, органічних та комбінованих схем внесення добрив при вирощуванні товарної картоплі.

Мінеральне підживлення паростків картоплі дає підвищену ефективність при ґрунтовому прикореновому застосуванні.

Такі заходи призводять до зменшення загальної кількості добрив до 35%, що необхідно вносити у ґрунт для отримання планового урожаю.

Одною з останніх інновацій у картоплярстві являється застосування регуляторів росту (Акварін, Біовіт, Вуксал, Екоплант....) [1,15].

Садіння бульб розпочинають за сприятливих умов по можливості в ранні періоди. Температура ґрунту на глибині закладання бульб повинна в середньому складати плюс шість градусів за Цельсієм.(кінець березня – середина квітня).

Рекомендована агротехнікою оптимальна глибина садіння картоплі складає при гребеневому способі 8...10см, при безгребеневому 6...8см. Глибина садіння може бути скорегована у залежності від ступеня вологості ґрунту.

Спосіб садіння картоплі обирається у залежності від регіону вирощування останньої. Перевагу безгребеневому способу садіння віддають при виробництві картоплі у зонах з недостатнім зволоженням.

Промислове вирощування картоплі у агрокліматичних зонах з достатнім зволоженням асоціюється з гребневим способом садіння.

Як правило технологічна ширина міжрядь при садінні картоплі складає 70-75 см. така ширина може бути збільшена до 90 см за умови недостатньої родючості ґрунтів або зменшена чергуванням 60-80см.

Чередування ширини садіння картоплі застосовують для утворення технологічних колій, по яким планується подальший рух машинно-тракторних агрегатів.

У збалансованому по поживним елементам ґрунті середня норма садіння картоплі складає 60 000 ... 70 000 шт,га. Міжрядкова відстань між бульбами повинна складати 20...25см.

Догляд за посівами картоплі складається з досходового та післясходового боронування легкими боронувальними машинами.

Мета такої операції – рихлення поверхневого шару ґрунту для збереження вологи та знищення нерозвинутих паростків однорічних бур'янів.

Можливо застосовувати борони ЗОР-0,7; ЗВП-0,6; ЗБЗСС-1,0.

Просапна культивація здійснюється машинами УСМК-5,4Б і УСМК-5,4В, КРН – 4,2.

Боротьба зі шкідниками на картопляних посівах розпочинається у період масового виходу личинок колорадського жука – червень місяць. В такому випадку здійснюють обприскування посівів картоплі пестицидами. Обприскування зупиняють за 25...35 днів до початку збиральних робіт.

Боротьба з нематодою у ґрунті проводиться шляхом дотримання раціональних сівозмін.

Масовим захворюванням картоплі у останні часи є фітофтороз, боротьба з таким грибковим захворюванням проводиться застосуванням фунгіцидів одночасно з протишкідниковими заходами.

Збиральні роботи врожаю товарної картоплі розпочинають зі знищення бур'янів та розпушення у разі необхідності міжрядь.

На великих промислових площах перевагу надають комбайновому способу збирання картоплі.

1.2. Огляд сільськогосподарських машин для садіння картоплі

Одною з заporук отримання успішного врожаю є агротехнічно вивірене виконання операційної технології садіння картопляних бульб.

Якщо площі вирощування товарної картоплі значні, то використовують картоплесаджалки провідних світових виробників: «Grimme» «Cramer», «Kverneland», «Netaqco».



Рисунок 1.1 – Загальний вид 4-х рядної картоплесаджалки фірми «Grimme»

Подібні сільськогосподарські машини (рис.1.1) обладнанні від двох до шести садильними апаратами. Конструкційно можливо здійснення садіння бульб на ширину 70 см ... 90 см.

При виборі картоплесадильних машин необхідно враховувати особливості прийнятих технологій виробництва у рослинництві.

Щодо українських фермерських господарств, то з урахуванням сучасного економічного стану, доцільно використовувати картоплесаджалки, що мають меншу початкову вартість - КСМ-4, КСМ-6 («Лідасільмаш», Білорусія). Якість роботи таких машин посередня. Мають місце відхилення від технологічного процесу. Але співвідношення затрати - надходження

обґрунтовує доцільність застосування таких та подібних машин на невеликих площах.

Садильні апарати ложкового типу, що використовуються на білоруських картоплесаджалках, мають високу імовірність щодо пошкодження садильного матеріалу.

Закордонні зразки більш дорожчі та більш якісні, наприклад саджалки фірми «Cramer» обладнані більш точним садильним апаратом транспортерного типу, в основі якого використано ланцюгово-ложковий транспортер.

Технологічну інформацію, щодо основних параметрів садильного процесу, можливо отримати у автоматичному режимі за допомогою комп'ютерної системи контролю фірми «Netaqco».

Новизною сучасного картоплярства є садіння пророщених бульб. Така операція дає змогу скоротити строки вегетації та дозрівання врожаю, але при цьому акцентується увага на мінімізацію пошкоджених картопляних паростків. Така задача вирішується, наприклад з використанням посадкових апаратів «Structurat», де робочі органи мають гумову поверхню.

В останньому аспекті можливо використовувати картоплесаджалки фірми Grimme (марки «VL20V/VL20RB»). Бункери таких машин відносно невеликого об'єму та мають стрічку в нижній частині.

Українські картоплесаджалки є найбільш адаптовані для вітчизняних технологій вирощування картоплі та мають помірну цінову політику.

Галузеве сільськогосподарська машинобудування нашої країни пропонує картоплесаджалки з ложково-транспортерними садильними робочими органами.

Більш розповсюдженими є моделі з двома чи чотирьома садильними апаратами.

Ширина міжрядь –на вітчизняних машинах складає 70 см. це картоплесаджалки КС-2Т; КС-4Т; КС-2; КС-4 (рис.1.2)



Рисунок 1.2 – робочі органи та загальний вид картоплесаджалки КС-2

Якщо активних температур на початку вегетації картопляних бульб недостатньо, то картоплярі можуть застосовувати додаткову технологічну операцію укривання посівів поліетиленовою плівкою з метою утворення тепличного ефекту.

Для цього існують спеціальні плівкоукладальні машини типу ЕМ-2-100. Краї плівки пригортаються землею спеціальними загортачами. Прибирання плівки відбувається у зворотному порядку.

1.3. Актуальність теми та обґрунтування обраного напрямку досліджень

Проблемним питанням щодо виробництва товарної картоплі в сучасному сільському господарстві є значне використання ядохімікатів при виконанні операцій догляду за посівами.

Основними операційними технологіями щодо догляду за посівами є просапна культивація та захист рослин від хвороб та шкідників на відповідних етапах їх розвитку.

Особливе занепокоєння при цьому викликає наявність суттєвого шкідливого впливу від застосування пестицидів на навколишнє середовище та переущільнення підорного шару ґрунту внаслідок кратності проходів по полю машинно-тракторних агрегатів. Тобто при такому промисловому виробництві товарної картоплі погіршується екологічна ситуація у регіоні та зменшується родючість ґрунту.

Частковим елементом щодо вирішення такої проблеми є суміщення технологічних операцій, що виконуються машинно-тракторними агрегатами

Для зменшення такого негативного чинника, на нашу думку, ефективним агротехнічним прийомом, що поєднує технологічні операції.

Такий напрям вирішення поставленої проблеми базується на інженерно-конструкторських розробках, які дають змогу частково зменшити пестицидне навантаження на технології у картоплярстві та більш широко застосовувати комбіновані та комплексні машинно-тракторні агрегати.

Оптимальна щільність поверхневого шару ґрунту при посадці картопляних бульб повинна бути в межах $1,1 \dots 1,2 \text{ г/см}^3$. Якщо дійсна щільність ґрунту перевищує рекомендовану агротехнічними вимогами, то вегетація рослин картоплі затримується.

Додаткове ущільнення ґрунту утворюється при збільшенні кратності проходів на просапній культивуванні. За результатами наукового дослідження провідних українських вчених ступінь ущільнення ґрунту при такому випадку змінюється від 1 г/см^3 до $1,4 \text{ г/см}^3$. Останнє призводить до неминучих втрат врожаю.

Тому наш науковий напрям дослідження, що направлений на зменшення загальної кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю, не втратив своєї актуальності і підтверджується провідними вченими Інституту картоплярства.

Такі проблемні питання нами пропоновано вирішувати шляхом застосування комбінованих машинно-тракторних агрегатів, де на одній несучій конструкції змонтовані різні робочі органи, що призначенні для

виконання різних, як правило послідовних за прийнятою технологією виробництва, технологічних операцій.

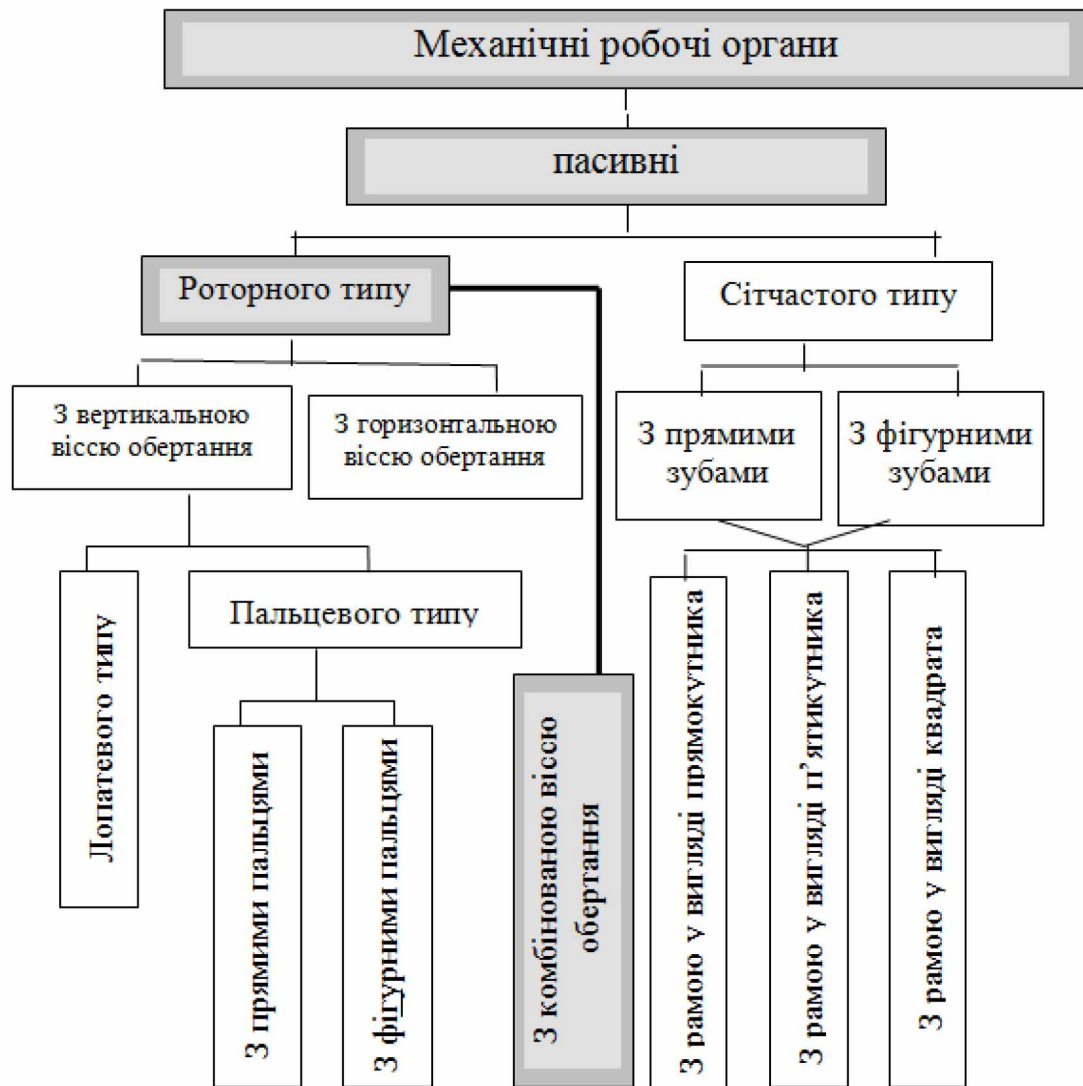


Рисунок 1.3 – Класифікація післяпосадкових борін, що можуть бути застосовані при досходовому боронуванні картопляного поля [2]

Ми вже описували переваги досходового боронування. На нашу думку, таку технологічну операцію доцільно виконувати безпосередньо після посадки та загортання картопляних бульб. Дискові голчаті борони рекомендовано встановлювати безпосередньо за загортачами. Слід відмітити, що підвищення якості технології садіння картоплі та підвищення енергоефективності виробничої технології можливе за умови проведення боронування безпосередньо у зонах картопляних рядків. При цьому полоси

міжрядь залишаються не боронованими, мають більш крупногрудочкову структуру та більш стійкі до утворення поверхневої курки за умови випадіння дощів.

Для якісного виконання боронувальної операційної технології нами пропонуємо використовувати дискові голчасті борони з жорстко фіксованими зубами –голками чи, як варіант, - з підпружиненими зубами - голками. Вісь обертання голчастих боронувальних дисків в нашому випадку буде нахилена під певним кутом до вертикальної напрямної відносно поверхні ґрунту (рис.1.3).

Такими робочими органами можливо прийняти експериментальні голчасті боронувальні диски з підпружиненими зубами – голками, що вироблені «АТ» «Галещина, машзавод» (рис1.4)

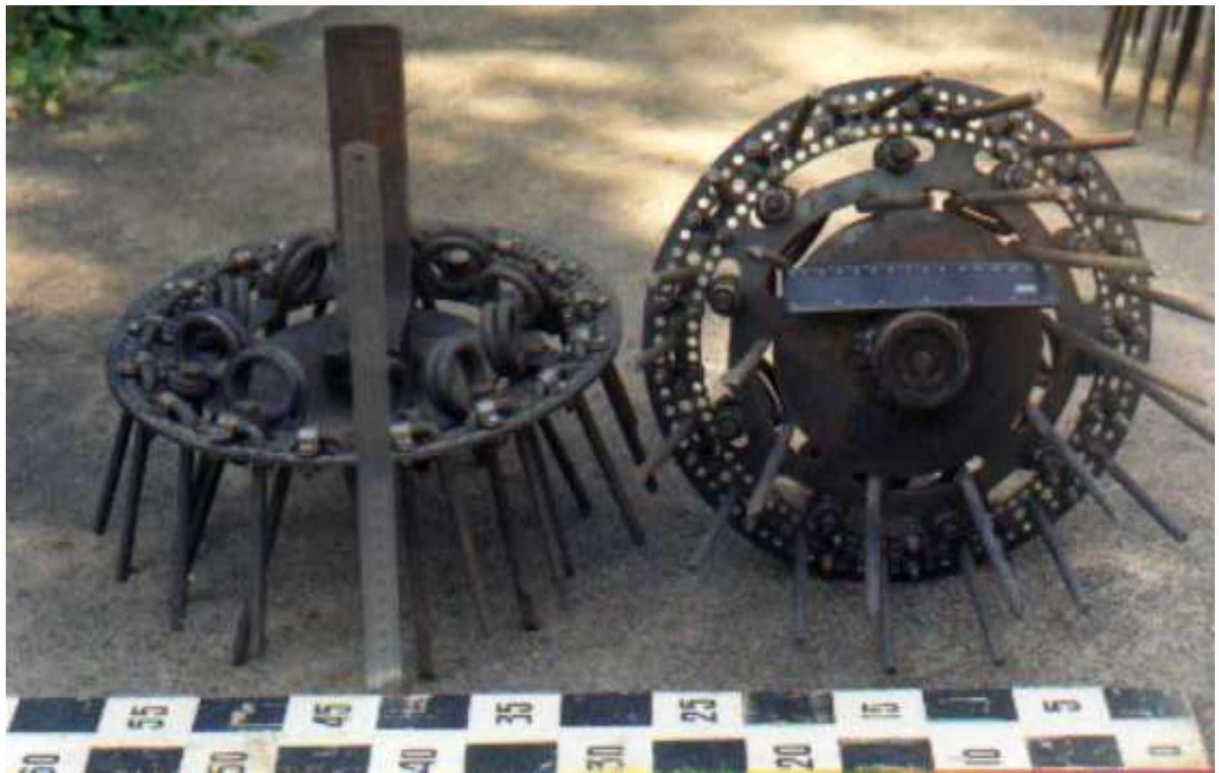


Рисунок 1.4 – Боронувальні голчасті диски «АТ» «Галещина, машзавод»

Таким чином, приєднавши пропоновані боронувальні диски до штанг картоплесаджалки, маємо суміщення технологічних операцій садіння картопляних бульб та післяпосадкове боронування картопляного поля.

2. МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика лабораторних досліджень

При виконанні дипломної роботи було використано методи теоретичного дослідження – математичне моделювання щодо визначення траєкторій точок робочих органів голок дискових борін.

Щодо практичної частини досліджень, то вони були виконані за допомогою спеціального лабораторного обладнання та дообладнаних дисковими голчастими боронами картоплесаджалок.

Спеціальне лабораторне обладнання подано на рисунку 2.1. полотняний транспортер виконує роль імітатора поверхні поля, що обробляється дисковими голчастими боронами.

Встановивши досліджуваний робочий орган 8 та маючи можливість нанести фарбувальні речовини на кінці зубів (голок) можливо отримати зображення сліду у горизонтальній площині при русі голок (зубів) дискової борони в поверхневому шарі ґрунту.

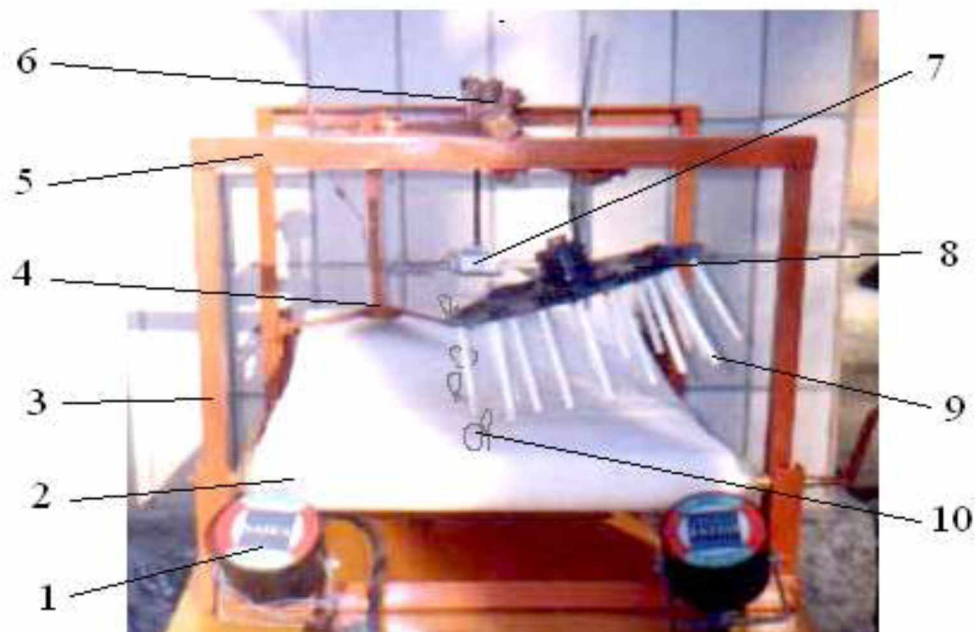


Рисунок 2.1 – Лабораторна установка [2] для дослідження траєкторій голок дискових борін: 1 – монітор; 2 – полотняний транспортер; 3 і 5 – каркас; 4 –

кронштейн; 6 – балка; 7 – вісь симетрії рядків; 8 – дискова голчаста борона; 9 – голка-стрижень; 10 – макети паростків рослин.

2.2. Методика польових випробувань

Друга частина експериментального дослідження - двофакторний експеримент для удосконалення процесу садіння картоплі з одночасним боронуванням посадкових площ.

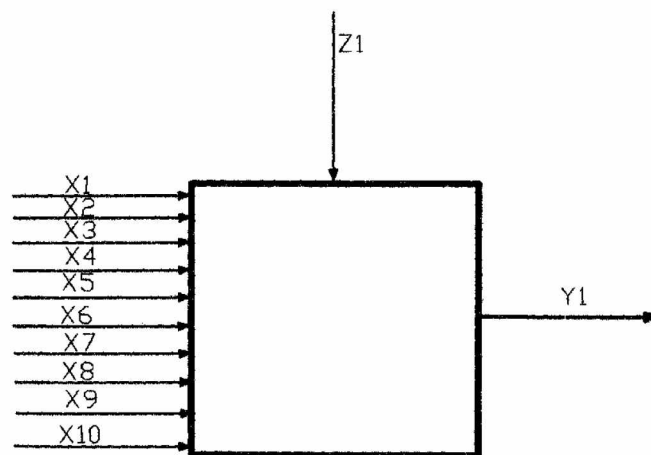


Рисунок. 2.2 – Схема чорного ящика

Схема експерименту представлена двофакторною моделлю у вигляді «Чорної скриньки» (рис.2.2).

Схема встановлення дискових голчастих борін на картоплесаджалку подана на рис. 2.3.

Основними факторами, що визначають якість технологічного процесу боронування, є глибина обробітку голками поверхневого шару ґрунту, вологість ґрунту, фракційність ґрунту.

Обрана швидкість руху картоплесаджалки відповідала агротехнічним вимогам – 6..7км/год.

В нашому випадку було обрано безгребневий спосіб садіння картоплі на глибину 80см-10см. глибина боронування поверхневого шару у склала від трьох до п'яти сантиметрів.

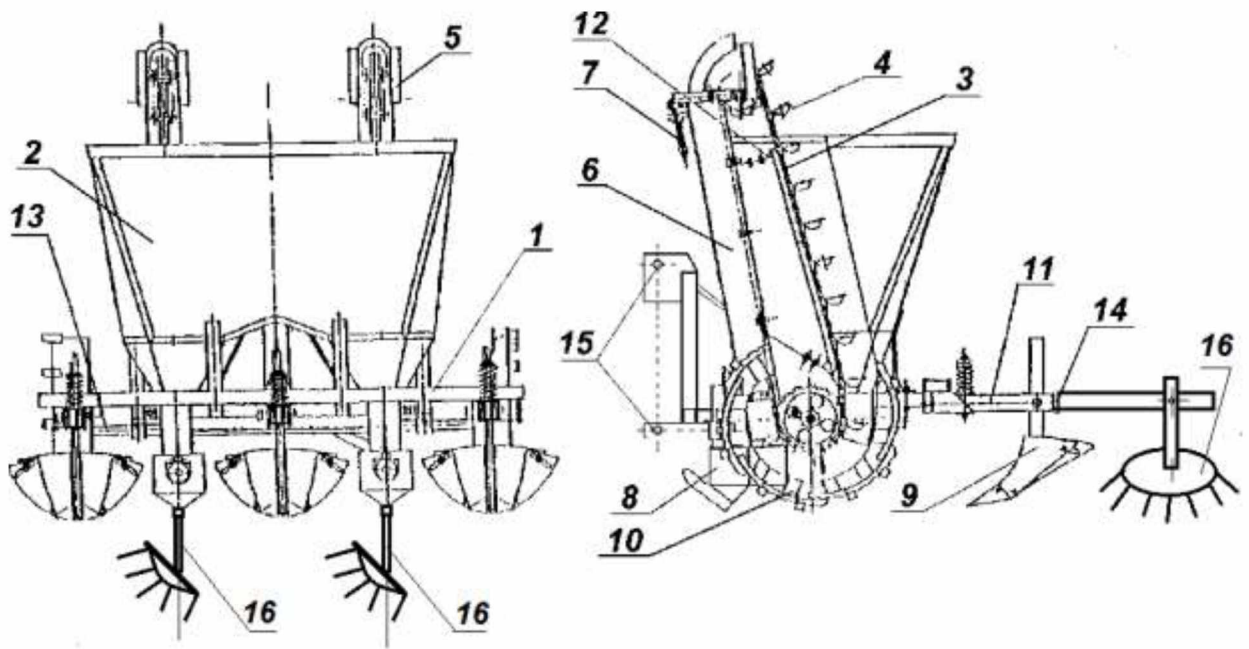


Рисунок 2.3 – Схема дообладнання тракторної картоплесаджалки дисковими голчастими боронами: 1 – рама, 2 – бункер, 3 – ланцюговий транспортер, 4 – черпаки, 5 – садильний агрегат, 6 – зсипна труба, 7 – натяжний пристрій ланцюга, 8 – дисковий сошник, 9 – загортальна полиця, 10 – опорне колесо; 11 – важіль полиці для загортання, 12 – струшуваний агрегат; 13 – осьовий агрегат, 14 – тримачі, 15 – підвіска. [28]

Прийmemo за вибірку X_1 – глибину боронування поверхневого шару ґрунту; за X_2 – вологість ґрунту.

Оціночну функцію щодо якості боронування позначимо Y_1 – фракційність поверхневого розпушеного шару ґрунту.

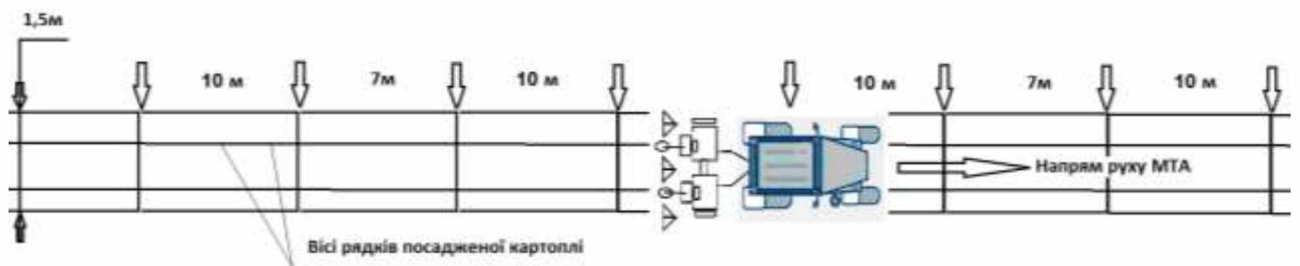


Рисунок 2.4 – Схема розмітки картопляного поля при проведенні експериментальних досліджень з удосконаленою картоплесаджалкою КС-2: 10м – облікова ділянка; 7м – налагоджувальна ділянка.

Модель двофакторного експерименту запишиться у вигляді:

$$Y1 = f(X1, X2) \quad (2.1)$$

Схема розмітки картопляного поля подана на рис. 2.4

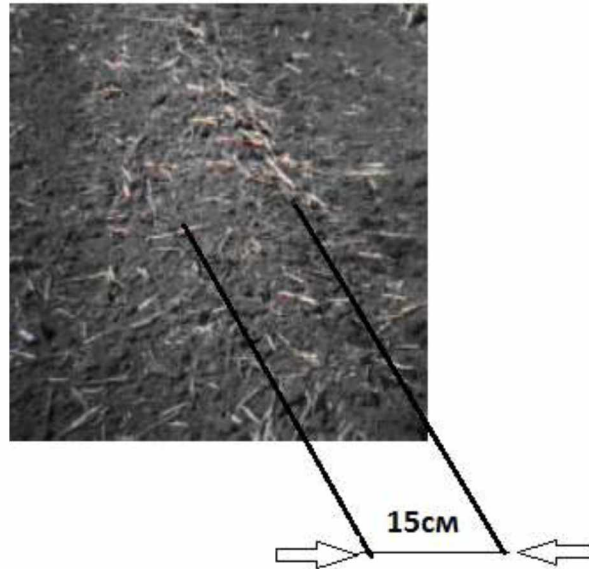


Рисунок 2.5 – Визначення облікової полоси зони рядка висаджених бульб після боронування дисковими голчастими боронами.

Вимірювання та фіксація експериментальних даних проводилась з десятикратною повторюваністю. Зона контролю якості післяпосадкового боронування складала по ширині 15 см. 15см. (рис.2.5).

Вологість ґрунту визначати за різних погодних умов проведення експериментального випробування модернізованої картоплесаджалки згідно з рекомендаціями [1,15].

Комплексне оцінювання якості садильно-боронувальних технологічних операцій, проведених модернізованою картоплесаджалкою типу КС-2, включав перевірку картопляного поля на наявність огріхів, пропусків, нерівномірність боронування поверхневого шару ґрунту боронами, ступеню знешкоджених однорічних бур'янів

Глибина боронування поверхневого шару ґрунту у зоні рядків посаджених картопляних бульб виміряна у 30 місцях, усереднена та повинна бути у межах від 4см до 5 см.

Перевірка фракційності оброблених смуг картопляного поля зводилась до визначення грудки з усередненим діаметром більше 5 см. Така перевірка здійснюється за допомогою рамки зі стороною 1 м з 30-кратною повторністю.

Фракційний склад грудочок поверхневого шару ґрунту з усередненим діаметром менше 2,5 см повинен складати більше 80% відносно загальної кількості обчислених грудочок

При визначенні вологості обробленого шару ґрунту дисковими голчастими боронами були відібрані проби фіксованого однакового об'єму в зонах контролю картопляного поля. Після чого кожна проба зважувалась, висушувалась у сушильній лабораторній шафі і повторно зважується.

Значення різниці ваги кожного дослідного зразка ґрунту є абсолютною вологістю, що містив даний зразок. Відсоток такої різниці відносно ваги сухого ґрунту є показником відносної вологості ґрунту [1,15]:

$$W=(a/b)\cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де W – відносна вологість ґрунту, %; a - вага води у досліджуваному зразку, г; b – вага висушеного зразка ґрунту.

У якості підсумку можливо зазначити, що планування багатофакторного експерименту має на меті визначення функціональних зв'язків між:

X_1 – глибиною боронування поверхневого шару ґрунту голками – стрижнями дискових борін;

X_2 – відотною вологістю ґрунту;

Y_1 – якістю рихлення поверхневого шару ґрунту, що визначений ступенем рихлення.

Методика експериментальної частини досліджень спрямована на удосконалення технологічних комбінованих операцій садіння картопляних бульб з одночасним боронуванням ґрунту в зоні майбутніх рядків.

Для польових експериментів та випробувань обрано:

- безгребеневий спосіб садіння;

- оптимальну глибину садіння картопляних бульб в діапазоні 8см...10см;
- оптимальну глибину рихлення дисковою голчасто-стрижневою бороною визначено в діапазоні 3см...5см.
- обґрунтована робоча швидкість руху експериментальної картоплесаджалки типу КС-2 обрана в діапазоні 5..7 км/год;

Фактори експериментальних досліджень, що можуть бути змінені та визначені у ході проведення польових дослідів:

- X1 глибина боронування дисковою голчасто стрижневою бороною від 0см до 5см;
- X2 – показник вологості ґрунту може бути змінений за попередньо проведеними спосмтереженнями від 5 до 39%.

Таким чином, методичний та методологічний елемент сучасних наукових досліджень, що використаний в нашій дипломній роботі, побудований на гіпотезі, теоретичних викладках, багатofакторних експериментальних системах та виробничих польових порівняльних випробуваннях.

Оптимізація експериментального дослідження та методичні аспекти планування багатofакторного експерименту направлені на зменшення витрат людських ресурсів та матеріальних витрат при безпосередньому виконанні таких робіт.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Результати теоретичних досліджень

Компонований рисунок-схема, щодо обґрунтування доцільності розташування голок-стрижнів - рис. 3.1. Голка-стрижень може бути закріплена на боронувальному диску жорстко або за допомогою пружинної конструкції.

В процесі взаємодії голок стрижнів з поверхневим шаром ґрунту кожен момент заходу голки - стрижня у ґрунт стає миттєвим обертальним центром дискової борони.

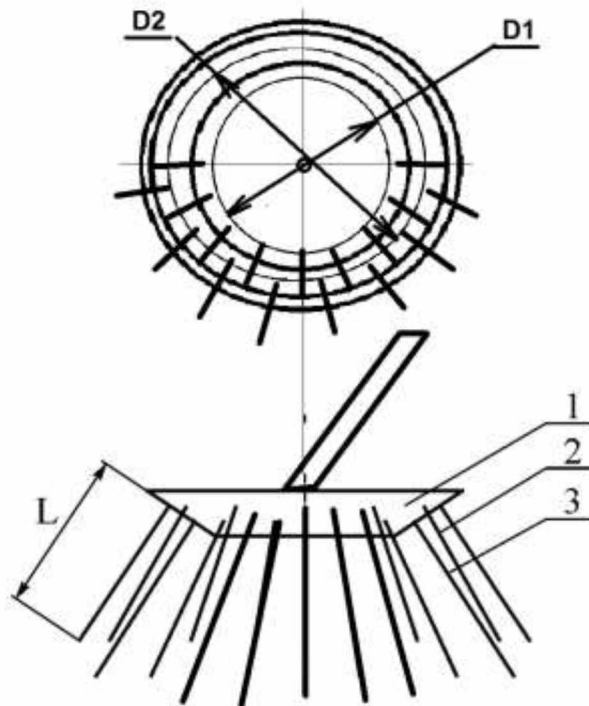


Рисунок 3.1 – Компонувальний рисунок - схема дискової голчастої борони: 1 – диск - основа; 2 – голка-стрижень зовнішній; 3 – голка-стрижень внутрішній; D1, D2, – діаметри кіл зовнішнього та внутрішнього ряду голок – стрижнів [2].

За результатами наукових досліджень [2], оптимальними умовами проведення боронувального процесу є розташування дискової голчастої

сторони в просторі під кутум до вертикальної нормалі відносно горизонту поверхні поля (рис.3.2).

Даний кут буде змінюватись у відповідності до ступеня рихлення та сільськогосподарської культури, що обробляється дисковими голчасто-стрижневими боронами.

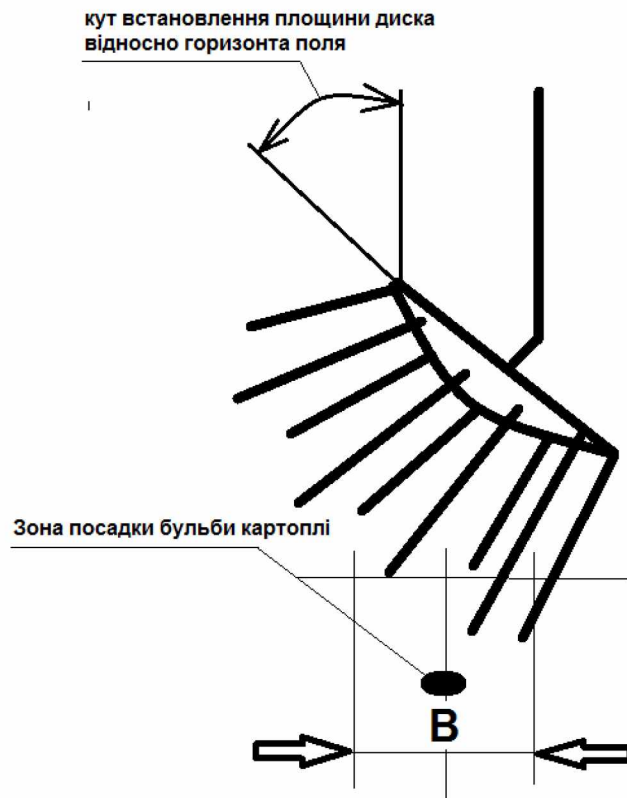


Рисунок 3.2 – Схема розташування відносно вертикальної нормалі до горизонту дискової голчасто-стрижневої борони.

За умови введення статичної системи координат (рис.3.6), XOY з початком відліку у точці O , виконується ситуація, коли площина, визначена системою координат XOY накладається на горизонтальні поверхню поля, що підлягає боронуванню дисковими голчасто-стрижневими боронами.

Визначений початок координат являється миттєвим центром, навколо якого обертаються суміжні голки-стрижні дискової борони.

Маємо умову виникнення складного відносного руху вершини голки-стрижня дискової борони.

Математична модель такого складного відносного руху може бути записана у вигляді системи тригонометричних рівнянь [2,6,8]:

$$\begin{aligned}x &= R_1 \cos\beta \sin \omega t; \\ y &= vt + R_1 \cos\omega t,\end{aligned}\tag{3.1}$$

де v – лінійна швидкість машинно-тракторного агрегату;

R_1 – коловий радіус відносно вершини голки – стрижня під час виконання технологічного процесу боронування;

β – кут між площиною обертання боронувального голчастого диску та площиною горизонту поля;

ω – значення кутової швидкості при обертанні боронувального голчастого диску.

З урахуванням математичних функціональних залежностей із системи рівнянь (3.1), зазначаємо наступне: виокремлений голка-стрижень дискової борони розпушить виокремлену поверхневу смужку поверхні поля у зоні рядка з параметрами описаної циклоїдальної кривої.

Математичний вираз 3.1. являється рівнянням графічного елемента – циклоїди [6,8].

Переміщення виокремленої частки по циклоїдальній траєкторії є різновидом складного механічного руху. Такий рух можливо розділити на дві складових:

- Перша складова полягає у тому, що вершина голки- стрижня дискової борони обертається відносно вісі обертання базового диска борони;

- Друга складова полягає у тому, що дискова борона є частиною технологічної системи - машинно-тракторного агрегату, який здійснює поступальний рух по картопляному полю.

Геометричні параметри циклоїдальної кривої функціонально встановлюються співвідношенням між поступальною лінійною швидкістю переміщення картоплесаджалки v під час виконання технологічного процесу

садіння бульб та значення лінійної швидкості, що має вершино голки – стрижня при обертанні навколо осі боронувального диска $R\omega$.

В теорії сільськогосподарських машин термін «кінематичний режим» зустрічається доволі часто при дослідженнях аналогічних рухів на прикладі мотовила жниварки зернозбирального комбайна, роторних очисників коренеплодів, дискових фрез... [6,8].

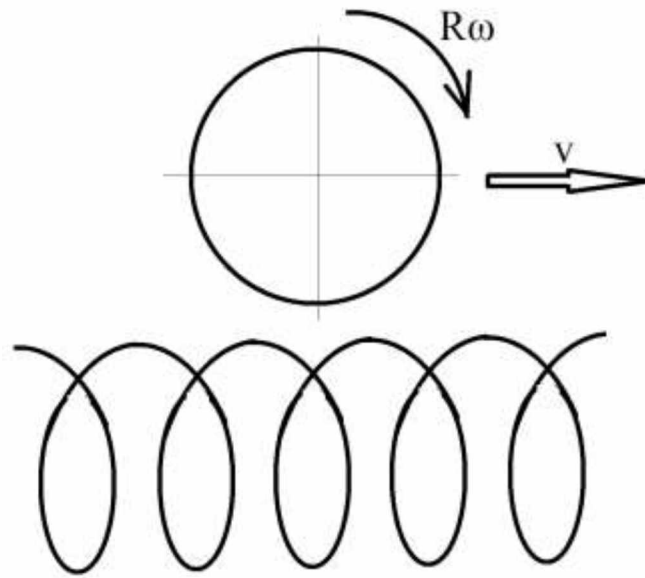


Рисунок 3.3 – Графічна інтерпретація циклоїдальної кривої, за умови значення кінематичного режиму складного руху вершини голки – стрижня роторної борони, що більше одиниці.

Характер циклоїдальних кривих елементів руху виокремлених частин робочих органів сільськогосподарської техніки змінюється в залежності від значення кінематичного режиму.

За наявності ситуаційної умови, коли числове значення швидкості руху $R\omega$ перевищує числове значення лінійної поступальної швидкості картопляного посадкового сільськогосподарського агрегату, то графічне відображення циклоїдальної кривої має петлеподібний вид (рис.3.3).

Закони руху, що описують петлеподібні циклоїдальні криві, застосовують при проектуванні дископодібних фрез для рихлення ґрунту та мульчування з активним приводом від енергетичних засобів.

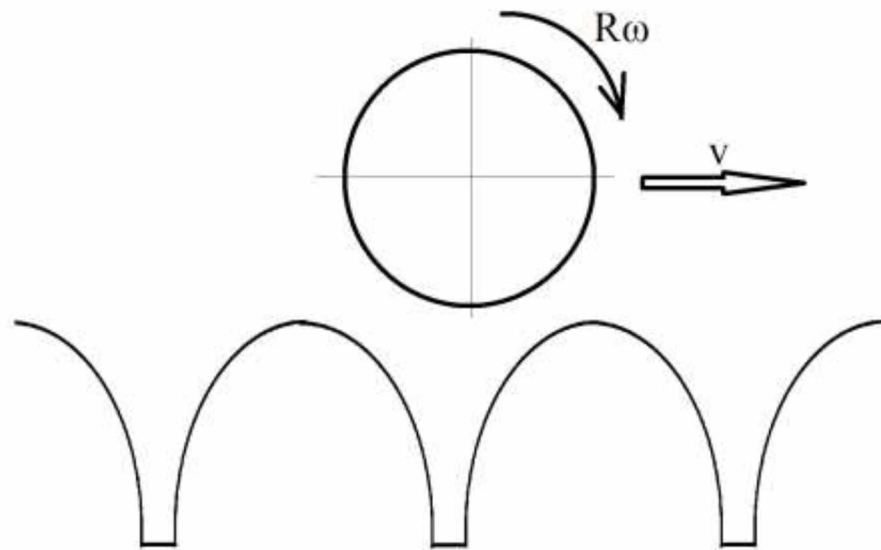


Рисунок 3.4 – Графічна інтерпретація циклоїдальної кривої, за умови значення кінематичного режиму складного руху вершини голки – стрижня роторної борони, що менше одиниці.

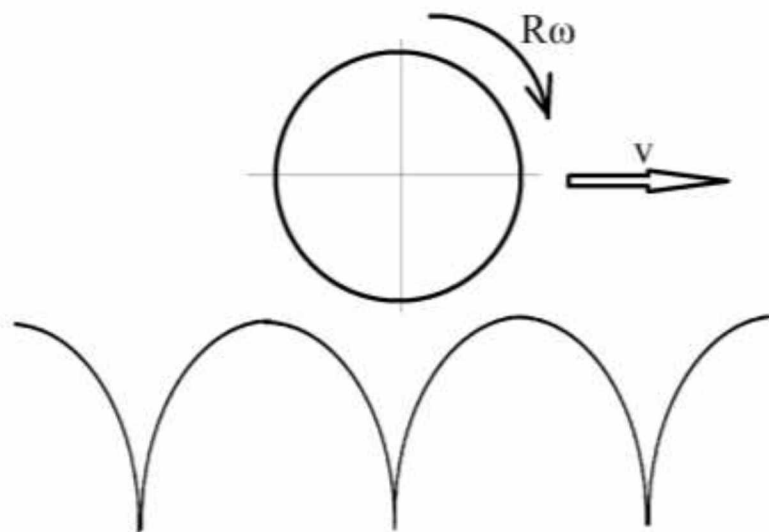


Рисунок 3.5 – Графічна інтерпретація циклоїдальної кривої, за умови значення кінематичного режиму складного руху вершини голки – стрижня роторної борони, що дорівнює одиниці.

Якщо, під час здійснення складного оберально-поступального руху спостерігається явища сповільнення та підгальмовування оберального диску з тими чи іншими робочими органами сільськогосподарської машин, то, у такому разі, значення кінематичного співвідношення, що впливає на

графічну інтерпретацію циклоїдальних кривих, менше одиниці. Безпосередньо, циклоїдальні криві набувають розтягнутого характеру (рис.3.4).

При більш детальному опрацюванні та дослідженню безпосередньо закономірностей графічного відтворення руху вершинами голок – стрижнів у нашому випадку – застосування дискової голчасто-стрижневої борони, можливо зазначити, що циклоїдальні криві внутрішнього та зовнішнього ряду голок стрижнів дискової борони будуть суттєво відрізнятися.

При моделюванні технологічного процесу боронування дисковою голчасто-стрижневою бороною приймаємо ряд припущень, наприклад вважаємо, що ступінь пробуксовування диску борони відносно оброблюваної поверхні картопляного поля дорівнює нулю.

В такому випадку вершини голок – стрижнів зовнішнього ряду дискової борони опишуть циклоїдальні криві зі значеннями кінематичного режиму, наближеними до одиниці. Вигляд таких кривих зображено на рис. 3.5.

Щодо внутрішнього ряду голок – стрижнів голчастої дискової борони, то за причиною меншої лінійної обертової швидкості руху вершини голки – стрижня у порівнянні з поступальною робочою швидкістю руху машинно-тракторного агрегату – трактор + модернізована картоплесаджалка типу КС-2, КС-4, то графічне відтворення циклоїдальних кривих прийме вигляд, схожий з кривими на рис. 3.4

Специфіка такого досліджуваного явища зумовлена наступними фізично-механічними процесами: базою розташування зовнішнього та внутрішнього рядів голок – стрижнів дискової борони являється єдина основа – один диск; в такому випадку кутові швидкості обертання вершин голок відносно центральної осі симетрії дискової борони – стрижнів рівні за числовими значеннями; конструкторське рішення, де голки – стрижні розміщені у зовнішньому та внутрішньому рядах, визначає різну відстань від кола відповідно зовнішнього та внутрішнього ряду до центру обертання;

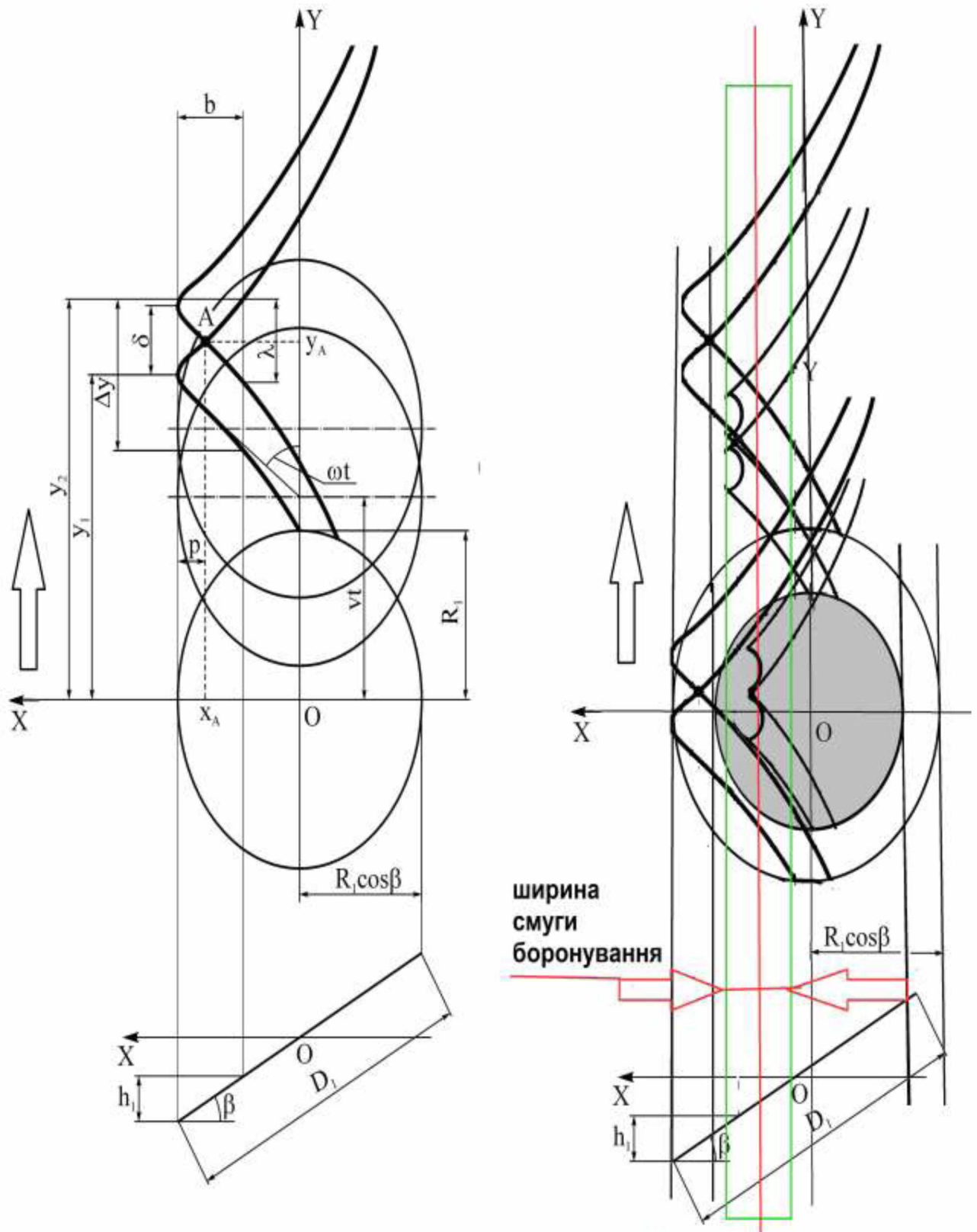


Рисунок 3.6 – Циклоїдальні графічні проєкції переміщення суміжних голок – стрижнів внутрішнього та зовнішнього ряду при взаємодії з поверхневим шаром ґрунту під час боронування. Розроблено на основі [2] та доопрацьовано автором.

останнє зумовлює нерівність лінійних колових швидкостей руху вершин голок – стрижнів зовнішнього та внутрішнього ряду зубів відповідно; це є визначає характер циклоїдальних кривих.

Цифрове значення кінематичного режиму руху вершин голок – стрижнів зовнішнього ряду дискової борони наближене до одиниці (рис.3.6).

Цифрове значення кінематичного режиму руху вершин голок – стрижнів внутрішнього ряду дискової борони менше одиниці (рис.3.6)

Запропонуємо наукову теоретичну гіпотезу, що ступінь рихлення поверхневого шару ґрунту дисковою голчасто-стрижневою бороною залежить від довжин пройденого шляху вершин голок – стрижнів, що розміщені на зовнішньому та внутрішньому ряді відповідно.

Модуль пройденної траєкторії вершиною голки – стрижня зубової борони у поверхневому шарі ґрунту може бути обчислений у вигляді різниці координат точок початку рихлення виокремленої голки – зуба та кінця такого рихлення [2]:

$$\Delta y = 2 (y_2 - y_1), \quad (3.2)$$

$$y_1 = vt_1 + R_1 \cos \omega t_1; \quad (3.3)$$

$$y_2 = vt_2 + R_1 \cos \omega t_2.$$

Шляхом підстановки в рівняння (2.2) значення y_1 и y_2 , отримаємо [2]:

$$\Delta y = 2 [(vt_2 + R_1 \cos \omega t_2) - (vt_1 + R_1 \cos \omega t_1)]$$

або

$$\Delta y = 2 [v (t_2 - t_1) + R_1 (\cos \omega t_2 - \cos \omega t_1)] \quad (3.4)$$

Із рисунку випливає, що [2]

$$\begin{aligned} \omega t_1 &= \frac{\pi}{2}; \\ \omega t_2 &= \arcsin \frac{R_1 - \frac{b}{\cos \beta}}{R_1}, \end{aligned} \quad (3.5)$$

де b – ширина захвату зовнішнього ряду голок – стрижнів дискової борони.

Із рівняння (3.5) визначаємо час t_1 і t_2 . Отримано математичні вирази [2]:

$$t_1 = \frac{\pi}{2\omega};$$

$$t_2 = \frac{\arcsin \frac{R_1 - \frac{b}{\cos\beta}}{R_1}}{\omega}. \quad (3.6)$$

Підставивши у формулу (3.4) значення ωt_1 , ωt_2 , t_1 і t_2 маємо вираз [2]:

$$\Delta y = 2 \left[\frac{v}{\omega} \left(\arcsin \frac{R_1 - \frac{b}{\cos\beta}}{R_1} - \frac{\pi}{2} \right) + R_1 \cos \arcsin \frac{R_1 - \frac{b}{\cos\beta}}{R_1} \right]. \quad (3.7)$$

При розробці теоретичної наукової гіпотези щодо особливості траєкторії переміщення вершини голки - стрижня у ґрунті під час проведення післяпосадкового боронування, нами було визначено механічну природу та межі довжини боронованої смужки поверхневого шару ґрунту картопляного поля Δy , що може боронувати одна голка – стрижень дискової борони.

За виконання умов конструкторської раціональності щодо побудови та виготовлення робочих органів ґрунтообробних боронувальних машин та на основі агротехнічних вимог відносно операційних технологій післяпосадкового боронування картопляного поля можливо обґрунтувати необхідну кількість голок – стрижнів зовнішнього та внутрішнього ряду дискової борони.

Позначимо необхідну кількість голок – стрижнів зовнішнього ряду дискової борони - z . Відповідно, загальну довжину проборонованих смужок голками – стрижнями при здійсненні дисковою бороною одного повного оберту можливо записати як $\Delta y \cdot z$.

Відрізок шляху, що пройде посадково-боронувальний машинно-тракторний агрегат, за умови здійснення повного обертання диском голчато-стрижневої борони, показує вираз [2]:

$$S = vT,$$

або

$$S = v \frac{2\pi}{\omega}, \quad (3.8)$$

де T – час виконання одного повного оберту дисковою голчато-стрижневою бороною.

Щодо лінійної швидкості переміщення вершини голки – стрижня, то таке цифрове значення можливо розрахувати за формулою:

$$v_{\text{окр}} = kv,$$

де k – значення коефіцієнту ковзання. Такий параметр характеризує режими роботи робочих органів сільськогосподарських машин, $k = 0,7 \dots 0,9$.

Для віднайдення цифрового значення кутової швидкості обертання вершини голки – стрижня, можливо застосовувати загальновідомі фізичні формули:

$$\omega = \frac{v_{\text{окр}}}{R_1}, \text{ або } \omega = \frac{kv}{R_1}. \quad (3.9)$$

Підставивши значення ω із (3.11) в (3.1), будемо мати [2]:

$$\begin{aligned} x &= R_1 \cos \beta \sin \left(\frac{kv}{R_1} t \right); \\ y &= vt + R_1 \cos \left(\frac{kv}{R_1} t \right). \end{aligned} \quad (3.10)$$

Виокремивши з рівнянь (3.10) час, можливо вивести аналітичним шляхом функціональну залежність щодо переміщення вершини голки-стрижня відносно Декартові системи координат [2]:

$$y = \frac{R_1}{k} \arcsin \left(\frac{x}{R_1 \cos \beta} \right) + \sqrt{R_1^2 - \frac{x^2}{\cos^2 \beta}}. \quad (3.11)$$

За результатами застосування графоаналітичного методу нами отримано схожість траєкторій, що описані вершинами виокремлених голок – стрижнів, що зміщені одна від одної по координатній осі ОУ (рис. 3.6).

Абсолютне значення такого зміщення можливо обчислити як частину шляху посадково-боронувального машинно-тракторного агрегату, що відповідає інтервалу часу обертання дискової голчасто-стрижневої борони на величину кута, що дорівнює $\frac{2\pi}{z}$, де у нашому випадку z – кількість голок – стрижнів на боронувальному диску.

Суттєвою відмінністю траєкторій руху зовнішнього та внутрішнього кільця вершин голок – стрижнів дискових борін є величина радіусу обертання відносно вісі симетрії дискової борони.

Значення зміщень траєкторій можливо обчислити за формулою:

$$\delta = vt_{\delta}, \quad (3.12)$$

де t_{δ} – час обертання голки - стрижня на кут $\frac{2\pi}{z}$.

$$\text{При цьому маємо: } t_{\delta} = \frac{2\pi}{\omega z}, \text{ а } \omega = \frac{kv}{R_1}, \text{ то } \delta = \frac{2\pi R_1}{kz}. \quad (3.13)$$

Цифрове значення ординати місця перетину траєкторій руху вершини суміжних голок – стрижнів зовнішнього та внутрішнього ряду можливо отримати з використанням наступного математичного виразу: [2]:

$$y_A = vt_A + R_1 \cos \omega t_A + \frac{\delta}{2}. \quad (3.14)$$

З використанням позначень, введених на рис.3.6:

$$\omega t_A = \frac{\pi}{2}, \text{ тобто } t_A = \frac{\pi}{2\omega}.$$

Якщо підставити такі вирази у залежність (3.14), то можливо отримати математичний вираз:

$$y_A = \frac{\pi R_1}{2k} + \frac{\pi R_1}{kz} = \frac{\pi R_1}{k} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{z} \right). \quad (3.15)$$

При порівнянні правої та лівої частин рівняння (3.13) та рівняння (3.15), можемо записати вираз [2]:

$$\frac{\pi R_1}{k} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{z} \right) = \frac{R_1}{k} \arcsin \left(\frac{x_A}{R_1 \cos \beta} \right) + \sqrt{R_1^2 - \frac{x_A^2}{\cos^2 \beta}}, \quad (3.16)$$

де x_A – значення координати по осі абсцис відносно місця перетину траєкторій руху вершин сусідніх голок – стрижень.

При здійсненні математичних розрахунків з використанням рівняння (3.18) та із застосуванням спеціального прикладного програмного математичного комп'ютерного забезпечення, можливо віднайти цифрове значення абсциси місця перетину траєкторій, що описані суміжними голками – стрижнями:

$$x_A = f(R_1, k, z, \beta).$$

Наступним етапом теоретичних викладок визначмо геометричні, технологічні та агротехнічні аспекти щодо оптимального значення довжини голки – стрижня L , а також оптимального значення діаметру основи дискової борони D (рис.3.7).

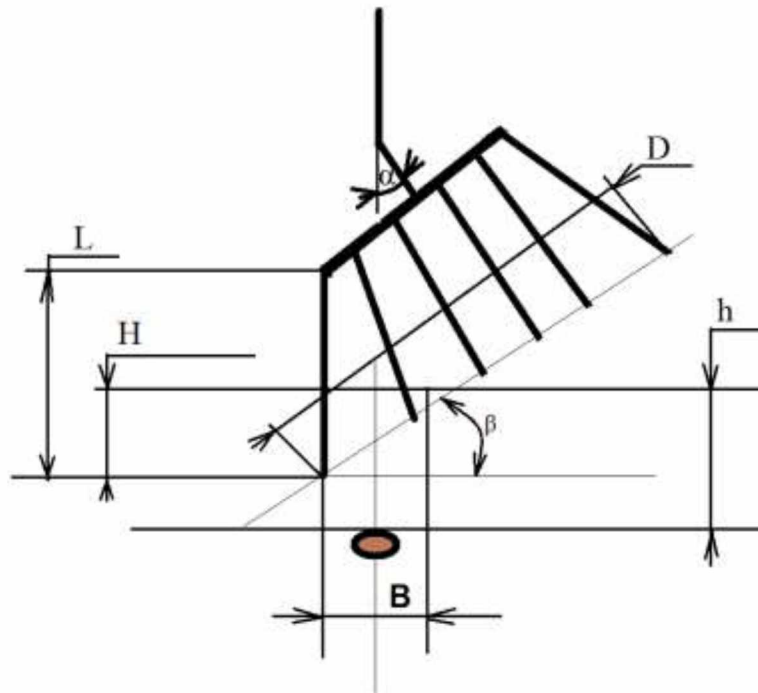


Рисунок 3.7 – Компонувальна схема просторового розташування дискової голчасто-стрижневої борони відносно поверхневого шару ґрунту для

визначення оптимальної довжини зуба – L : на схемі позначено L – довжина зуба; H – агротехнічно обґрунтована глибина післяпосадкового боронування; h – позначено глибину садіння картоплі; D – діаметр диска голчасто-стрижневої борони; α – кут просторового розташування дискової голчасто-стрижневої борони; B – позначено ширину боронованої смуги в зонах садіння картопляних бульб.

З використанням основних результатів лабораторного дослідження, виконаного в процесі написання даної роботи, та використовуючи інформацію з компоувальної схеми (рис.3.7) можливо визначити основні конструктивно-технологічні характеристики дискової голчасто-стрижневої борони. Альтернативним варіантом розрахунку оптимального діаметру дискової борони може бути застосування аналітичного виразу, що пропонується В.І. Тараніним [7]:

$$d = \frac{(H \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\cos \beta}, \quad (3.17)$$

При детальному розгляді компонентів останнього математичного виразу можливо зазначити, що тенденція до збільшення обертового діаметра зовнішнього та внутрішнього ряду голок – стрижнів спостерігається при виробничій необхідності збільшення глибини боронування поверхневого шару ґрунту картопляного поля. За наших умов проведення післяпосадкового боронування значення останнього розрахункового параметра коливаються у межах від 290мм до 360мм. Кут встановлення дискової голчасто-стрижневої борони за вищезгаданих умов повинен бути в межах 30° [2].

3.2. Результати експериментальних досліджень

Методичні аспекти щодо проведення основних етапів експериментальних досліджень та польових випробувань детально наведені у другому розділі дипломної роботи.

Початковими етапами лабораторно-експериментальних досліджень є перевірка теоретичних гіпотез та викладок щодо циклоїдального характеру траєкторій вершин голок-стрижнів дискової борони при здійсненні післяпосадкового боронування дисковими голчасто-стрижневими боронами.

Таку перевірку було виконано за допомогою адаптованої до наших конкретних умов застосування дискової голчасто-стрижневої борони на післяпосадковому боронуванні. (рис.3.8)



Рисунок 3.8 – розташування досліджуваної голчасто-стрижневої борони на лабораторному обладнанні для визначення горизонтальних проекції руху вершин голок – стрижнів [2].

Після маркірування вершин голок – стрижнів та відтворення циклоїдальних кривих таких робочих органів на горизонтальній поверхні полотняного транспортера, нами отримані зображення, що подані на рис.3.9.

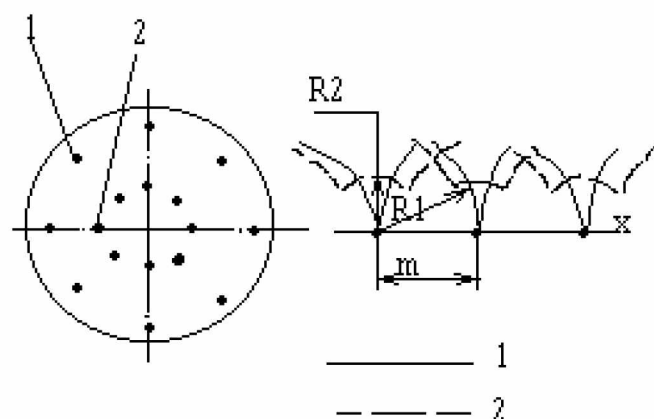


Рисунок 3.9 – Схема відображення на горизонтальній поверхні полотняного транспортера циклоїдальних кривих переміщення вершин голок – стрижнів відповідно що розташовані у внутрішньому ряді дискової борони (поз.1) та зовнішньому ряді дискової борони – поз 2.Криві побудовані за методикою [2].

Наступним етапом щодо виконання програми експериментального дослідження стало проведення польових дослідів та випробувань з використанням удосконаленого посадково-боронувального машинно-тракторного агрегату на основі картоплесадильної машини типу КС-2. (рис.3.10).



Рисунок 3.10 – Загальний вид використаної картоплесадильної навісної сільськогосподарської машини типу КС-2.

Для застосування порівняльних методів при проведенні польових експериментів прототипом щодо проведення післяпосадкового боронування стали барабано-роторні голчасті боронувальні робочі органи (рис.3.11).



Рисунок 3.11 – Комплектування картоплесаджалки типу КС-2 барабано-роторними голчастими боронувальними робочими органами.

Основними недоліками застосування такої механічної конструкції стало виявлення значних відхилень щодо глибини обробленого боронуванням поверхневого шару ґрунту.

Двофакторні експериментальні дослідження проводимо з метою віднайдення функціональних залежностей та вагомості ступеню впливу між такими факторами, як фракційність післяпосадкового боронування, відносна вологість поверхневого шару проборонованого ґрунту та глибиною боронування.

Для виконання такої частини експериментів використано дискові голчасто-стрижневі борони, виготовлені для експериментальних просапних культиваторів на ПАТ «Галещина, машзавод» (рис.3.12) та лабораторією просапних культур ННЦ – «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААНУ(рис.3.13).

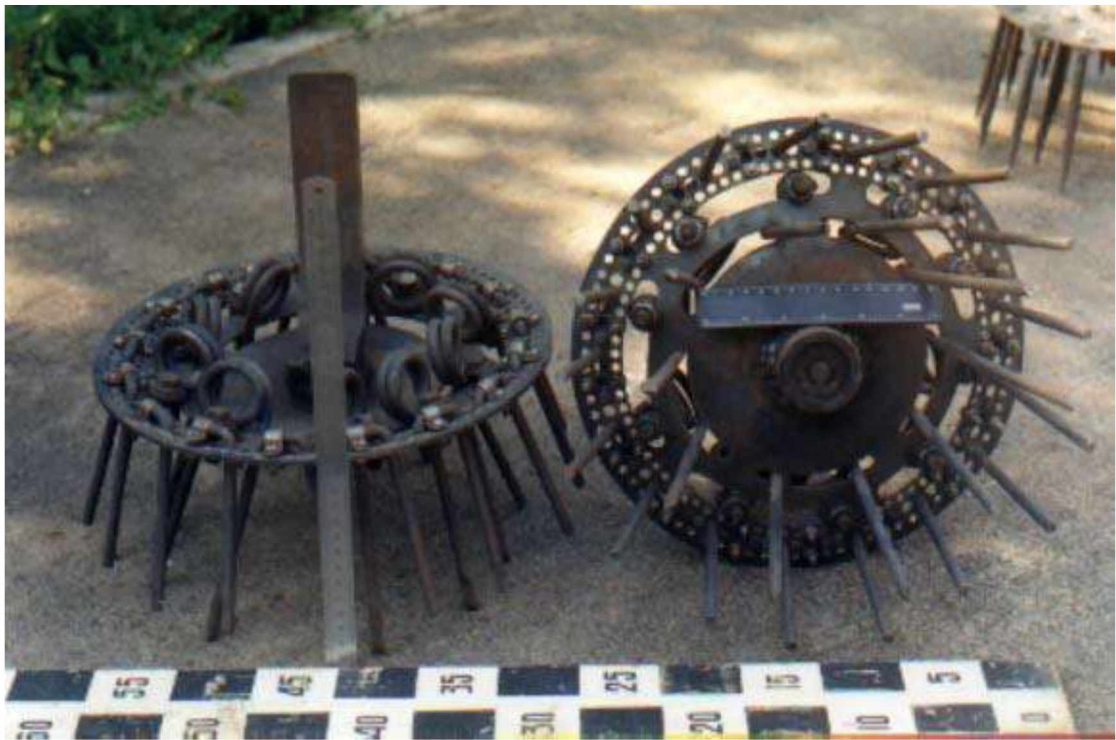


Рисунок.3.12 – Експериментальні дискові голчасто-стрижневі борони , виготовлені на підприємстві «Галещина, машзавод»



Рисунок 3.13 – дискові голчасто-стрижневі борони, виготовлені в ННЦ ІМЕСГ НААНУ.

Предметом даної частини експериментального дослідження по оцінці якості післяпосадкового боронування стала смуга в зоні посаджених картопляних бульб з ширенню 15...17 см (рис.3.14).

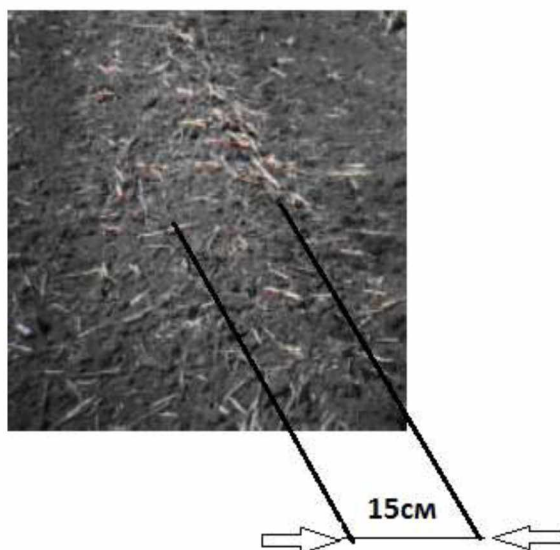


Рисунок 3.14 – смуга в зоні посаджених картопляних бульб, як предмет експериментального дослідження по визначенню якості післяпосадкового боронування.

Результати та експериментальні значення, щодо оцінки якості післяпосадкового боронування, подані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати та експериментальні значення, щодо оцінки якості післяпосадкового боронування: робочі органи - дискові голчасто-стрижневі борони ПАТ «Галещина, машзавод»

№ досліду	Середня глибина обробітку ґрунту зубами роторного робочого органу для боронування, см	Вологість ґрунту, %	Якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, діаметром більше 5см на смузі 15см x 1м, шт.
1	0,5	12	7
2	1,0	13	8
3	1,5	11	6
4	2,0	12	6
5	2,5	14	5
6	3,0	16	5
7	3,5	17	4
8	4,0	16,5	3
9	4,5	17	2
10	5,0	15	2
11	5,5	12	3
12	6,0	13	3

Таблиця 3.2 - Результати та експериментальні значення, щодо оцінки якості післяпосадкового боронування: робочі органи - дискові голчасто-стрижневі борони ННЦ ІМЕСГ НААНУ

№ досліду	Середня глибина обробітку ґрунту зубами роторного робочого органу для боронування, см	Вологість ґрунту, %	Якість обробітку ґрунту – кількість грудочок, діаметром більше 5см на смузі 15см x 1м, шт.
1	0,5	14	8
2	1,0	13,5	10
3	1,5	13	8
4	2,0	10	11
5	2,5	11	9
6	3,0	11,5	8
7	3,5	17,0	5
8	4,0	18,0	3
9	4,5	16,5	2
10	5,0	17,8	3
11	5,5	18,0	3
12	6,0	19	4

Експериментальні дані з табл. 3.1. та табл. 3.2 оброблені з використанням комп'ютерної програми STATISTICA – 6.1 for Windows.

Результати оброблених даних зображені графічно як поверхні відгуку другого порядку на рис. 3.15 та рис.3.16.

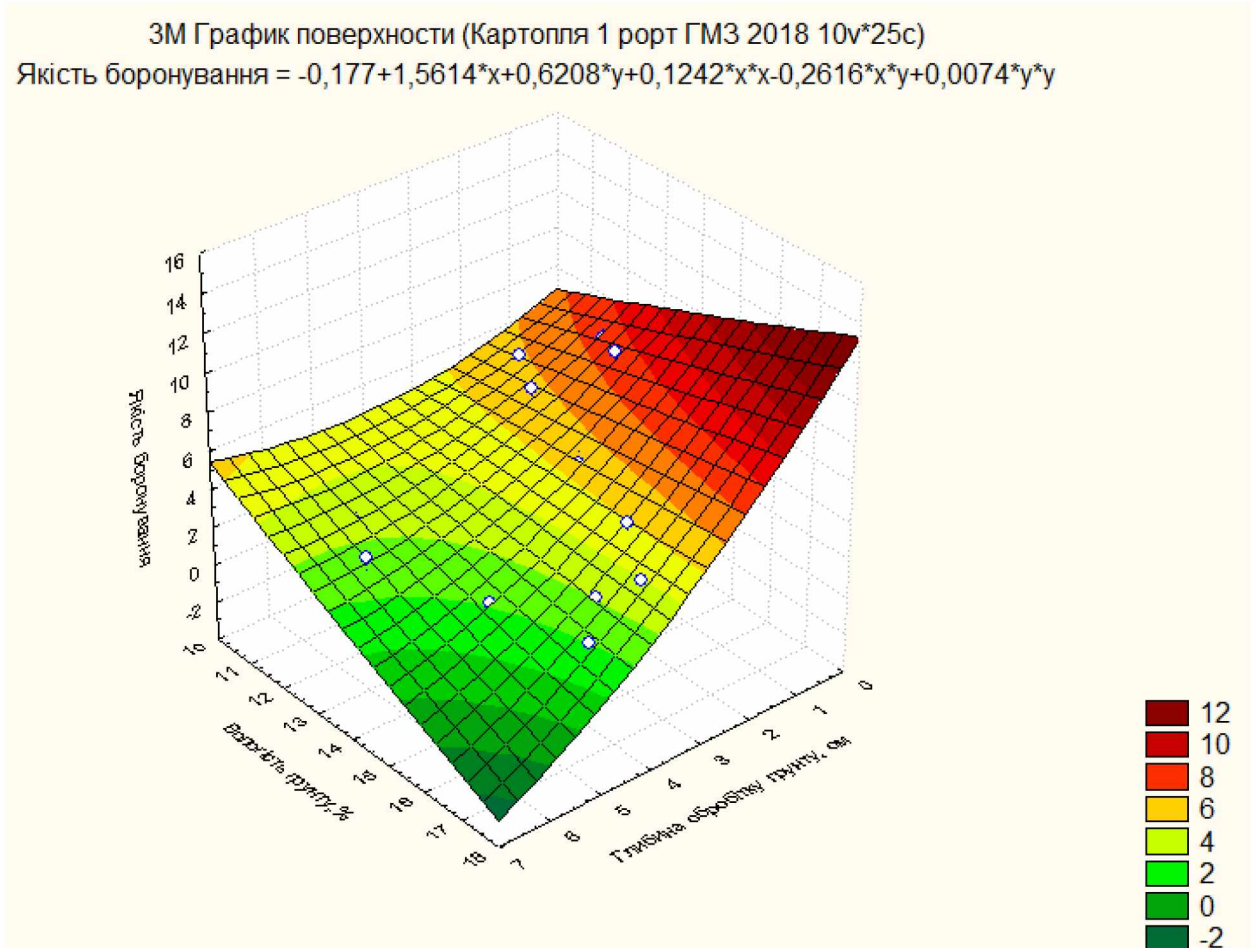


Рисунок 3.15 – Поверхня відгуку другого порядку, побудована на основі експериментальних значень з оцінки якості післяпосадкового боронування дисковими голчасто – стрижневими боронами «Галещина, машзавод».

За графічним зображенням з рис.3.15, зазначаємо, що в наших умовах проведення польових порівняльних випробувань першого виду дискових голчасто-стрижневих борін, оптимальними технологічними параметрами післяпосадкового боронування на полях картоплі являється глибина рихлення поверхневого шару від 4,6 см до 5,8см за умови відносної вологості гранту на глибині боронування – 25-27%.

3М График поверхности (Картопля 1 сорт ННЦ ІМЕСГ НААН 2018 10v*25с)
 Якість боронування = $43,0032 - 5,1284 \cdot x - 3,353 \cdot y - 0,0441 \cdot x^2 + 0,2822 \cdot x \cdot y + 0,0677 \cdot y^2$

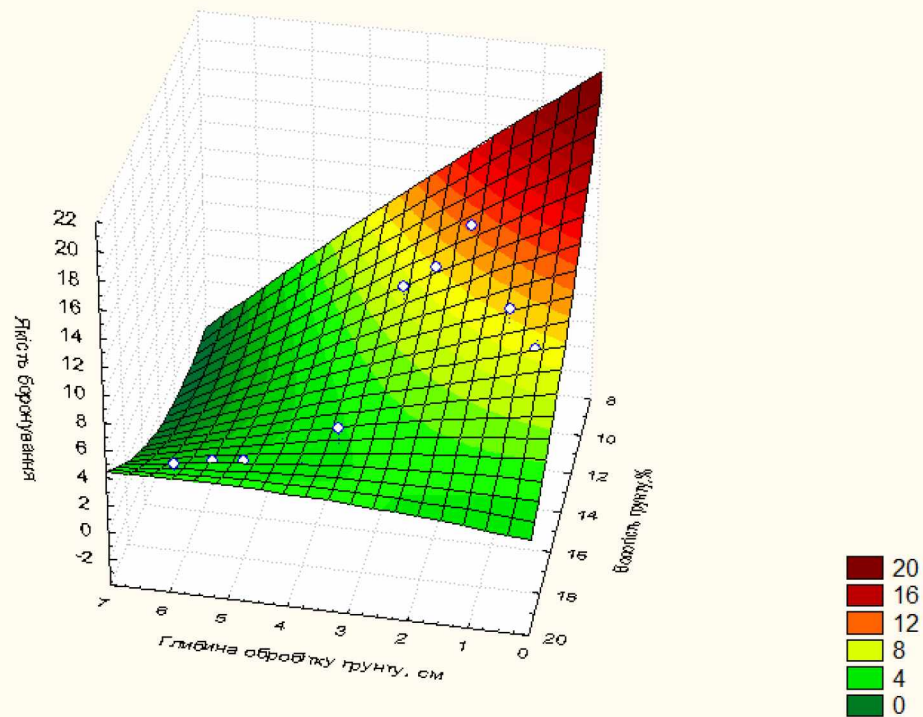


Рисунок 3.16 – Поверхня відгуку другого порядку, побудована на основі експериментальних значень з оцінки якості післяпосадкового боронування дисковими голчато – стрижневими боронами ННЦ ІМЕСГ НААНУ

За графічним зображенням з рис.3.16, зазначаємо, що в наших умовах проведення польових порівняльних випробувань другого виду дискових голчато-стрижневих борін оптимальними технологічними параметрами післяпосадкового боронування на полях картоплі являється глибина рихлення поверхневого шару від 4,5 см до 5,4см за умови відносної вологості ґрунту на глибині боронування – 23-25%.

При цьому, спосіб кріплення голок – стрижнів до боронувального диска впливає на якість боронування (фракційність поверхневого шару ґрунту).

За нашими порівняльними експериментальними дослідженнями та випробуваннями можливо зазначити, що з підвищенням рівня вологості та глибини боронування, жорстка схема кріплення зовнішнього та внутрішнього ряду голок-стрижнів дискової борони дає більш нерівномірну структура боронованого поверхневого шару ґрунту у порівнянні з дисковою бороною, де голки – стрижні закріплені на пружинах.

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Екологічна експертиза

У відповідності з чинним законодавством та науковою літературою [22]: «Екологічна експертиза – це система комплексної оцінки всіх можливих екологічних наслідків від виробничого провадження проекту».

Сучасна екологічна експертиза розглядається як система моніторингу результатів проектів та їх складових перед здійсненням їхнього виробничого впровадження.

При цьому акцентується увага на запровадження інноваційних технологій щодо безвідходності промислового виробництва або запровадження додаткових виробничих компонентів по знезараженню та утилізації шкідливих промислових відходів.

З метою поліпшення екологічної безпеки обрано наступні вектори розвитку виробничих технологій у рослинництві щодо аграрних підприємств:

- Постійний пошук інновацій та оновлення виробничих засобів;
- Промислові виробничі відходи, наприклад акумуляторні батареї, що вийшли з ладу, зношені шини тракторів та автомобілів, відпрацьовані паливо-мастильні матеріали необхідно передавати на утилізацію сертифікованим з такого питання підприємствам;
- керівному складу сільськогосподарських підприємств розробляти та поновлювати планові комплекси щорічних робіт, направлені на покращення екологічної складової операційних технологій в аграрних галузях;

- необхідно віднайти розумний баланс між прибутковістю та шкідливістю впроваджених або запланованих до виробничого впровадження технологій виробництва і переробки сільськогосподарської продукції.
- Домінуючими елементами щодо сучасних виробничих компонентів в аграрному секторі повинні ставати виробничі напрямки з переробки та повторного використання відпрацьованих матеріалів, зменшення загального використання мінеральних добрив та зменшення пестицидного навантаження на галузь рослинництва за рахунок застосування прикореневого внесення підживлюючих елементів, чи підвищення точності дозування хімічних засобів чи впровадження та удосконалення систем моніторингу полів та систем точного землеробства.
 - Застосовувати технології вирощування та збирання сільськогосподарських культур, де підживлення ґрунту здійснюється з використанням сидеральних культур, перегною компостів;
 - З урахуванням останніх кліматичних змін, особливу увагу необхідно акцентувати на розробці та широкому виробничому впровадженню системи збереження вологи у ґрунті, проведенню протиерозійних міроприємств щодо захисту ґрунтів.
- Широко впроваджувати посіви багаторічних бобових та злакових трав, системи смугової обробітки ґрунту, системи нульового обробітку ґрунту, системи поверхневого обробітку ґрунту;
- Як у запропонованому в даній дипломній роботі напрямку щодо зменшення загальної кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю, необхідно максимально можливо використовувати комплексні комбіновані та комбайнові широкозахватні машинно-тракторні агрегати;
- Наукове підґрунтя та доцільність повинно отримати запровадження у сільськогосподарські технології комбінованих комплексів щодо захисту рослин. Такі комплекси повинні насамперед мати направленість на збереження родючості ґрунту та екологічність технологій.

4.2 Охорона праці

4.2.1 Важливість безпеки людини у виробничому середовищі та в надзвичайних ситуаціях

Щодо більш розповсюджених причин виникнення аварійних ситуацій на виробництві, в тому числі і у галузі рослинництва, то основними причинами таких подій виявляються причини, пов'язані з людським фактором.

Комплекс неправильних дій та організаційних ситуацій має місце тому, що керівний, виробничий та обслуговуючий персонал підприємства в недостатній мірі оволоділи сучасними фаховими знаннями з охорони праці.

Основним нормативно-правовим документом щодо регулювання юридичних відносин в даній сфері є Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю (КЗпП). [13]

Відповідно до вимог нормативно-правових документів, керівники та власники агропромислових підприємств відповідають за створення та підтримання у належному стані безпечних виробничих умов праці, безпечних робочих місць та забезпечити умови виконання правил і норм з охорони праці.

Зам порушення чинного законодавства та інших нормативно-правових документів з охорони праці передбачена адміністративна та кримінальна відповідальність.

Отже, якісно організована система охорони праці на сучасному сільськогосподарському чи будь якому іншому підприємстві є домінуючою щодо системи нормативно-трудових відносин та пріоритетною відносно прибутковості виробничих підрозділів таких підприємств.

4.2.2 Вимоги безпеки під час роботи на машинно-тракторних агрегатах при виконанні операційних технологій у картоплярстві

Виконання механізованих, чи будь яких інших робіт, пов'язаних з керуванням як трактора, так і машинно-тракторного агрегату в цілому можуть здійснювати тільки особи, які мають певний рівень фахової теоретичної та практичної підготовки з виробничої спеціальності тракторист-машиніст та посвідчення на керування тракторів чи сільськогосподарських машин відповідної категорії.

Вік механізаторів повинен бути не менше вісімнадцяти років.

Початок комплексу механізованих робіт та операційних технологій по вирощуванню та збиранню картоплі здійснюється з проходження виробничого та обслуговуючого персоналу системи інструктажів з охорони праці та системи інструктажів щодо алгоритму безпечних дій при виникненні надзвичайних аварійних техногенних чи природних ситуацій та загроз.

Щодо сторонніх осіб, то передача керування тракторами, комбайнами або іншими агрегатами в сільському господарстві таким особам заборонена. За трактором, комбайном чи іншою сільськогосподарською машиною несе відповідальність фаховий тракторист, за яким закріплена така машина.

Якщо в сільськогосподарському підприємстві частину сервісно-обслуговуючих робіт машин і обладнання виконують безпосередньо трактористи та допоміжні працівники, то останні повинні бути забезпечені відповідними технічно справними комплектами слюсарного інструменту та обладнання.

Особливу увагу при організації та проведенні операційних механізованих технологій по вирощуванню та збиранню картоплі також необхідно приділити зонам відпочинку механізаторів та обслуговуючого персоналу. Такі зони повинні бути організовані у безпечних місцях, де не відбуваються механізовані операційні технології чи транспортні процеси.

Така зона повинна бути гарно позначена та обладнана відповідними пристосуваннями для відпочинку.

У разі погіршення стану здоров'я виробничого чи допоміжного персоналу, такі люди терміново повинні зупинити всі виконувані роботи, звернутися до лікаря там повідомити про ситуацію керівників відповідних виробничих підрозділів.

Крім вищезначеного, у кабіні трактора чи комбайна чи іншої складної сільськогосподарської техніки повинна знаходитись медична аптечка. В останній повинен бути комплект лікарських препаратів та засобів для надання первинної домедичної та медичної допомоги. Перед початком сезону весняно-літніх чи осінньо-зимових польових робіт керівниками виробничих підрозділів необхідно перевірити не тільки наявність та комплектність медичної аптечки, але й терміни використання медичних препаратів. Прострочені медичні препарати необхідно замінити на нові.

При виникненні таких природних явищ, як гроза чи злива, комплекс механізованих робіт, що виконують за допомогою машинно-тракторних агрегатів, необхідно припинити. Якщо переважну частину при переїздах до полів картопляного клину складають ґрунтові дороги, то перед початком виконання руху по таким дорогам на машинно-тракторних агрегатах необхідно пересвідчитись у достатньому зчепленні рушіїв сільськогосподарської машини з ґрунтом.

Оператори тракторів та комбайнів а також допоміжний обслуговуючий персонал, що задіяний на виробництві продовольчої картоплі, повинен бути забезпечений сучасним пожежобезпечним виробничим спеціальним одягом та взуттям. Спецодяг повинен бути охайним і таким, що немає виступаючих країв. Волосся на голові працівників необхідно ховати під головний убір.

Початок зміни тракториста-машиніста, що задіяний на виробництві картоплі, розпочинається зі здійснення щозмінного технічного обслуговування, закріпленого за даною особою машинно – тракторним агрегатом. При цьому виконується регламентований перелік технічних робіт,

технологічних робіт та робіт з перевірки безпечності даного робочого місця. В останнє входить перевірка справності і технічного стану захисних кожухів та щитків сільськогосподарських машин, перевірка машинно-тракторного агрегату на відсутність підтікання технологічних рідин та палива, перевірка комплектності та технічного стану протипожежного інвентаря. Якщо при цьому виявляються недоліки, особливо щодо безпечної роботи на машинно-тракторних агрегатах чи комбайнах, то такі сільськогосподарські машини до виконання механізованих сільськогосподарських робіт не допускаються. Виявлені недоліки повинні бути усунені, перевірка якості усунення недоліків здійснюється у тому числі інженерно-технічною службою з охорони праці.

Будь-які рухомі обертові чи інші механізми сільськогосподарських машин та обладнання повинні мати плавний рух, поштовхи та ривки при русі повинні бути відсутні.

Перед початком руху трактора, на який навішана картоплесаджалка типу КС-2 або КС-4, механізатору необхідно переконатися у безпечності такого руху, також перед початком руху необхідно подати звукове попередження.

При здійсненні обслуговуючо-технологічних та налагоджувальних операцій робочих органів картоплесаджалки необхідно приділяти особливу увагу при роботі з гострими кромками чи іншими травмобезпечними частинами таких машин.

Під час виконання операційних механізованих робіт та технологій необхідно також контролювати показники контрольно-вимірювальних приладів трактора, показники бортових комп'ютерів трактора та сільськогосподарських машин.

У разі виявлення сторонніх шумів, стуків, перегріву підшипникових вузлів, зміну кольору відпрацьованих газів дизельного двигуна трактора, роботи на такому машинно-тракторному агрегаті зупиняють, виявлені відмови та несправності усувають.

При виникненні нещасного випадку на виробництві, то в першу чергу потерпілим працівникам необхідно надати долікарську та лікарську допомогу. Ділянку робочого місця, де трапився нещасний випадок, необхідно залишити без змін. Такі дії надають змогу комісії з розслідування причин виникнення нещасного випадку об'єктивно та достовірно оцінити ситуацію, що склалася та розробити заходи для недопущення повтору аварійної ситуації у майбутньому.

По закінченню робочої зміни або по закінченню механізованої операційної технології, необхідно провести очищувальні роботи робочих органів та інших частин машинно-тракторних агрегатів від технологічних решток та бруду. Також необхідно здійснити операції технічного обслуговування з постановки машинно-тракторних агрегатів на зберігання.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування досліджень

З метою обчислення розрахункового показника - очікуваний економічний ефект. Первинні дані для здійснення такого розрахунку приймаються за результатами випробування модернізованої сільськогосподарської машини чи агрегату. [27,28].

В такому випадку економічний плановий річний ефект можливо розрахувати з використанням формули [2]:

$$\mathcal{E} = [(C_{\delta} + E_n \cdot K_{\delta}) - (C_n + E_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (4.1)$$

де $\mathcal{E}$ – прогнозований річний економічний ефект, грн.; C_{δ} ; C_n – собівартості одиниці продукції або певного обсягу проведених механізованих робіт за порівняльним та удосконаленим варіантами операційних механізованих технологій, грн; K_{δ} , K_n – питомі капітальні вкладення відносно базового та нового варіанту, грн.; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_n = 0,15$; A_n – обсяг виробництва (посадки, вирощування та збирання товарної картоплі у нашому випадку), де

використовуються інноваційні технології. Такий обсяг рахують у натуральних одиницях вимірювання.

Складові елементи структури собівартості одної тони товарної картоплі подано формулою [2]:

$$C = C_{\text{пр}} + C_{\text{накл}}, \quad (4.2)$$

де $C_{\text{пр}}$ – прямі виробничі затрати, грн.; $C_{\text{накл}}$ – накладні затрати, грн.

Прямі затрати на виробництво розглядаються як сума [2]:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{пр.експл.}} + C_{\text{авто}} + C_{\text{ен}} + C_{\text{а.сп.}} + C_{\text{обсл.сп.}} + C_{\text{інш.}} + C_{\text{об}}, \quad (4.3)$$

де: $C_{\text{пр.експл.}}$ – прямі експлуатаційні затрати, грн.; $C_{\text{авто}}$ – затрати на транспортні додаткові перевезення щодо очищення, зберігання та продажу готової продукції, грн.; $C_{\text{ен}}$ – витрати на оплату електроенергії, яку використано на очищувальних операціях, операціях по зберіганню та продажу товарної картоплі, грн.; $C_{\text{а.сп.}}$ – амортизація основних виробничих засобів, грн.; $C_{\text{обсл.сп.}}$ – вартість поточних ремонтів та обслуговування комплексу машин та обладнання для вирощування та збирання товарної картоплі грн.; $C_{\text{інш.}}$ – обсяг інших витрат, грн.; $C_{\text{об}}$ – витрати, по'язані з використанням оборотних засобів, тут не включається вартість паливо-мастильних матеріалів (насіння, добрива, отрутохімікати...), грн.

Прямі експлуатаційні витрати [2]:

$$C_{\text{пр.експл.}} = C_{\text{з.п.}} + C_{\text{гсм}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{то,тр}} + C_{\text{ін.е.}}, \quad (4.4)$$

де: $C_{\text{з.п.}}$ – обсяг заробітної плати та додаткових нарахувань на заробітну плату по механізаторам та обслуговуючому персоналу, що задіяний у виробництві грн.; $C_{\text{гсм}}$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн.; $C_{\text{ам}}$ – відрахування на амортизацію сільськогосподарської техніки, що задіяна на вирощуванні та збиранні картоплі, грн.; $C_{\text{то,тр}}$ – відрахування на технічне обслуговування та поточні ремонти сільськогосподарських машин, грн.; $C_{\text{ін.е.}}$ – інші витрати експлуатаційного спрямування, грн.

Відсоток накладних витрат - $C_{\text{накл}}$, рекомендується приймати в межах 30...35% відносно суми прямих експлуатаційних витрат.

Термін окупності основних капіталовкладень, відносно планування

процесів використання нової сільськогосподарської техніки, та додаткових капіталовкладень можливо розрахувати за наступними формулами [2]:

$$T = K_n / \Pi(\text{Чд})_n; \quad (4.5)$$

$$T_1 = K_{\text{доп}} / \Delta\Pi(\text{Чд})_n, \quad (4.6)$$

де T та T_1 – відповідно терміни окупності запланованих та додаткових капіталовкладень у роках; K_n – питомий обсяг планових капітальних вкладень в проектному випадку, грн/т;

Таблиця 4.2 - Узагальнені розрахункові показники оцінки економічної ефективності виробничого впровадження удосконаленої операційної технології садіння бульб картоплі за допомогою картоплесаджалки КС-2 в поєднанні з дисковими голчасто-стрижневими боронами.

Показники економічної ефективності	Базовий варіант: картоплесаджалка КС-2, окремо післяпосадкове боронування	Удосконалений варіант: Картоплесаджалка КС-2 в поєднанні з дисковими боронами голчасто-стрижневого типу
Планове річне завантаження машини, на посадці картоплі, га	50	50
Додаткові капіталовкладення на дообладнання картоплесаджалки, грн..		10 000
Виробнича питома собівартість посадки картоплі та операції боронування, грн./га	1720	1690
Річна економія від зниження затрат на операційні технології посадки та боронування картоплі, грн./га		130
Річний економічний ефект, що очікується, грн.		5000
Термін окупності удосконаленого варіанту картоплесаджалки КС-2, років		2,0

$K_{\text{доп}}$ – додаткові капітальні вкладення відносно нової техніки, грн;
 $\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}$ – прибуток, що планується від впровадження нового варіанта технологій, грн.; $\Delta\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}$ – плановий приріст прибутку, відносно розрахункового періоду від впровадження нової техніки, грн.

Рівень рентабельності виробництва нової продукції: ($U_p, \%$) визначається співвідношенням прибутку в новому варіанті $\Pi(\text{Чд})_{\text{н}}$ до капітальних вкладень (K) у відсотках [2]:

$$U_p = \Pi(\text{Чд})_{\text{н}} \cdot 100\% / K. \quad (4.7)$$

Цей показник порівнюють з базовим рівнем рентабельності існуючих технологій.

Отже, за отриманими нами основними розрахунковими показниками відносно техніко-економічного обґрунтування здійснення модернізації картоплесаджальної сільськогосподарської машини КС-2 шляхом дообладнання дисковими боронами голчасто-стрижневого типу, можливо обґрунтувати доцільність виробничого впровадження такого інженерного рішення.

Розрахований плановий річний економічний ефект відносно використання одного машинно-тракторного агрегату: трактор тягового класу 6кН у поєднанні з картоплесаджалкою КС-2 з приєднаними дисковими голчасто-стрижневими боронами, складе 5000 грн, а термін окупності не перевищить два роки.

Використання пропонованої операційної технології по одночасній посадці та післяпосадковому боронуванню доцільне, на нашу думку, при вирощуванні та збиранні товарної картоплі на присадибних ділянках, у фермерських господарствах, а також у середніх сільськогосподарських підприємствах, що мають овочеву картопляну спеціалізацію.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За виконаними у дипломній роботі оглядовими, теоретичними та експериментальними дослідженнями можливо зробити наступні основні висновки:

1. Проблемним питанням щодо виробництва товарної картоплі в сучасному сільському господарстві є значне використання ядохімікатів при виконанні операцій догляду за посівами. Частковим елементом щодо вирішення такої проблеми є суміщення технологічних операцій, що виконуються машинно-тракторними агрегатами. Для зменшення такого негативного чинника, на нашу думку, ефективним агротехнічним прийомом, що поєднує технологічні операції. Такий напрям вирішення поставленої проблеми базується на інженерно-конструкторських розробках, які дають змогу частково зменшити пестицидне навантаження на технології у картоплярстві та більш широко застосовувати комбіновані та комплексні машинно-тракторні агрегати.

2. Додаткове ущільнення ґрунту утворюється при збільшенні кратності проходів на просапній культивуванні. За результатами наукового дослідження провідних українських вчених ступінь ущільнення ґрунту при такому випадку змінюється від 1 г/см³ до 1,4 г/см³. Останнє призводить до неминучих втрат врожаю. Тому наш науковий напрям дослідження, що направлений на зменшення загальної кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю, не втратив своєї актуальності і підтверджується провідними вченими Інституту картоплярства.

3. Методичний та методологічний елемент сучасних наукових досліджень, що використаний в нашій дипломній роботі, побудований на гіпотезі, теоретичних викладках, багатфакторних експериментальних системах та виробничих польових порівняльних випробуваннях.

4. Комплексне оцінювання якості садильно-боронувальних технологічних операцій, проведених модернізованою картоплесаджалкою

типу КС-2, включав перевірку картопляного поля на наявність огріхів, пропусків, нерівномірність боронування поверхневого шару ґрунту боронами, ступеню знешкоджених однорічних бур'янів.

5. Переміщення виокремленої частки вершини голки – стрижня по циклоїдальній траєкторії є різновидом складного механічного руху. Такий рух можливо розділити на дві складових:

- Перша складова полягає у тому, що вершина голки- стрижня дискової борони обертається відносно вісі обертання базового диска борони;

- Друга складова полягає у тому, що дискова борона є частиною технологічної системи - машинно-тракторного агрегату, який здійснює поступальний рух по картопляному полю.

6. Базою розташування зовнішнього та внутрішнього рядів голок – стрижнів дискової борони являється єдина основа – один диск; в такому випадку кутові швидкості обертання вершин голок відносно центральної осі симетрії дискової борони – стрижнів рівні за числовими значеннями; конструкторське рішення, де голки – стрижні розміщені у зовнішньому та внутрішньому рядах, визначає різну відстань від кола відповідно зовнішнього та внутрішнього ряду до центру обертання; останнє зумовлює нерівність лінійних колових швидкостей руху вершин голок – стрижнів зовнішнього та внутрішнього ряду зубів відповідно; це є визначає характер циклоїдальних кривих.

7. Тенденція до збільшення обертового діаметра зовнішнього та внутрішнього ряду голок – стрижнів спостерігається при виробничій необхідності збільшення глибини боронування поверхневого шару ґрунту картопляного поля. За наших умов проведення післяпосадкового боронування значення останнього розрахункового параметра коливаються у межах від 290мм до 360мм. Кут встановлення дискової голчасто-стрижневої борони за вищезгаданих умов повинен бути в межах 30° .

8. За графічним зображенням зазначаємо, що в наших умовах проведення польових порівняльних випробувань першого виду дискових

голчасто-стрижневих борін, оптимальними технологічними параметрами післяпосадкового боронування на полях картоплі являється глибина рихлення поверхневого шару від 4,6 см до 5,8 см за умови відносної вологості ґранту на глибині боронування – 25-27%.

9. За графічним зображенням зазначаємо, що в наших умовах проведення польових порівняльних випробувань другого виду дискових голчасто-стрижневих борін, оптимальними технологічними параметрами післяпосадкового боронування на полях картоплі являється глибина рихлення поверхневого шару від 4,5 см до 5,4 см за умови відносної вологості ґрунту на глибині боронування – 23-25%.

При цьому, спосіб кріплення голок – стрижнів до боронувального диска впливає на якість боронування (фракційність поверхневого шару ґрунту).

10. За нашими порівняльними експериментальними дослідженнями та випробуваннями можливо зазначити, що з підвищенням рівня вологості та глибини боронування, жорстка схема кріплення зовнішнього та внутрішнього ряду голок-стрижнів дискової борони дає більш нерівномірну структуру боронованого поверхневого шару ґрунту у порівнянні з дисковою бороною, де голки – стрижні закріплені на пружинах.

11. Сучасна екологічна експертиза розглядається як система моніторингу результатів проектів та їх складових перед здійсненням їхнього виробничого впровадження. При цьому акцентується увага на запровадження інноваційних технологій щодо безвідходності промислового виробництва або запровадження додаткових виробничих компонентів по знезараженню та утилізації шкідливих промислових відходів.

12. Початок комплексу механізованих робіт та операційних технологій по вирощуванню та збиранню картоплі здійснюється з проходження виробничого та обслуговуючого персоналу системи інструктажів з охорони праці та системи інструктажів щодо алгоритму безпечних дій при виникненні надзвичайних аварійних техногенних чи природних ситуацій та загроз.

13. Розрахований плановий річний економічний ефект відносно використання одного машинно-тракторного агрегату: трактор тягового класу 6кН у поєднанні з картоплесаджалкою КС-2 з приєднаними дисковими голчасто-стрижневими боронами, складе 5000 грн, а термін окупності не перевищить два роки.

14. Використання пропонованої операційної технології по одночасній посадці та післяпосадковому боронуванню доцільне, на нашу думку, при вирощуванні та збиранні товарної картоплі на присадибних ділянках, у фермерських господарствах, а також у середніх сільськогосподарських підприємствах, що мають овочеву картопляну спеціалізацію.