

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

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Підвищення ефективності роботи малогабаритного
картоплезбирального комбайна»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 4
Корнієнко Едуард Валерійович
Керівник: Горбенко О. В.
Рецензент: Харак Р. М.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність теми. Немає жодної людини в світі, раціон якої обходився б без картоплі. Вегетаріанці взагалі вважають її однією з основних продуктів. Якщо прийняти біологічну поживну цінність білка м'яса птиці за 100%, то білок пшениці – близько 65%, а ось білок картоплі більше 80%. За якісними показниками білок картоплі перевершує і багато бобових культур (сою, горох і т.д.). У бульбах картоплі міститься більше мінеральних речовин і вітамінів, ніж у багатьох видах плодів і овочів [1].

Без поживної культури не обходиться і раціон годівлі сільськогосподарських тварин, крім бульб використовують і продукти вже переробленого картоплі.

Величезне значення картопля має і для переробної промисловості при виробництві спирту, крохмале-патокової та іншої продукції. Незамінна картопля і як ефективна культура зайнятого пару в сівозмінах, будучи непоганим попередником для багатьох сільськогосподарських культур (буряк, ячмінь, кукурудза, яра пшениця, просо і т. д.).

Вирощуванням картоплі займаються більш ніж в 130 країнах світу. Основна частина виробленої продукції з цієї культури і сама картопля йде на задоволення потреби всередині країни. Однак, маючи величезний потенціал земельних площ і сформовану економічну обстановку в світі, Україна може і повинна виходити на зовнішні ринки з експорту картоплі у великих обсягах. На жаль, в останні роки йде спад обсягів виробництва картоплі. Це пов'язано безпосередньо з тим, що більше 80% вітчизняної картоплі вирощується в невеликих селянських (фермерських) і особистих господарствах, на малоконтурних ділянках [2]. Щоб отримувати якісну продукцію, конкурентоспроможну як на зовнішньому, так і на внутрішньому ринках, необхідно постійно вдосконалювати технології обробітку картоплі з модернізацією існуючих агрегатів, а також розробкою і впровадженням

сільськогосподарських машин з робочими органами прогресивного типу [2, 3].

Вітчизняні фермери і господарства населення використовують або стару техніку або саморобну, придбану у сумнівних виробників. Відсутність спеціалізованої техніки призводить до того, що за допомогою одного і того ж обладнання виконуються різні операції [4].

Використання при посадці неякісного насіннєвого матеріалу, неправильна обробка підготовлюваної площі під посадку, недотримання агротехнічних вимог при вирощуванні і збиранні врожаю, порушення правил транспортування і зберігання продукції призводить до зниження якості продукції і, відповідно, веде до поступового зменшення обсягів виробництва.

У технології виробництва картоплі збирання вважається однією з найбільш трудо- і енерговитратних операцій, основне значення тут відводиться сепарації бульбонесучого вороху, тобто відокремлення бульб від ґрунту і домішок.

Картоплезбиральним машинам по ходу виконання технологічного процесу доводиться мати справу з великою кількістю ґрунтових грудок, рослинних домішок, каміння, мінливістю властивостей ґрунту від вологості і т. д. Труднощі здійснення процесу очищення обумовлюється також незначним вмістом бульб картоплі (близько 2%) в підкопаній масі ґрунту.

Найпоширенішим сепаруючим органом ось уже понад 100 років є прутковий транспортер (елеватор). Пруткові елеватори набули широкого поширення внаслідок простоти їх конструкції і можливості підйому транспортованої маси під кутом більше 20 град.

Численні спроби створення альтернативних варіантів сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин завершуються безуспішно, так як, не дивлячись на інші технічні рішення, більшість пристроїв засновані на відділенні ґрунтової маси від бульб на малоефективних пруткових решетах (елеваторах).

До сих пір використовується один принцип, чим довше шлях сепарації, більше перепадів і додаткових пристроїв (інтенсифікаторів), тим якісніше проходить процес. Боротьба за поліпшення показників якості веде до збільшення габаритів збиральних машин, маси і вартості.

Таким чином, виникає необхідність в подальшому вирішенні проблеми скорочення шляху сепарації і зменшення габаритів картоплезбиральних машин.

Мета дослідження. Підвищення ефективності технологічного процесу малогабаритного картоплезбирального комбайна шляхом обґрунтування параметрів сепаруючого пристрою.

Об'єкт дослідження. Сепаруючий пристрій висхідно-низхідної дії картоплезбирального комбайна.

Предмет дослідження. Технологічний процес і параметри сепаруючого пристрою висхідно-низхідної дії картоплезбирального комбайна.

Методика досліджень. Методика досліджень включає проведення теоретичних досліджень. Отримані результати підтверджені в ході експериментів в лабораторних і виробничих умовах з використанням загальних і окремих методик, приладів, установок і ПК. Достовірність отриманих результатів підтверджена методами математичної статистики і теорії планування експерименту.

Теоретична та практична значущість:

- обґрунтовані і встановлені оптимальні параметри і режим роботи сепаруючого пристрою висхідно-низхідної дії;
- розроблена конструкційно-технологічна схема сепаруючого пристрою висхідно-низхідної дії малогабаритного картоплезбирального комбайна.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Особливості вирощування 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 лущильники, 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 пропонувано застосування мінеральних, органічних та комбінованих схем внесення добрив при вирощуванні товарної картоплі.

Мінеральне підживлення паростків картоплі дає підвищену ефективність при ґрунтовому прикореневому 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. Аналіз роботи картоплезбиральних комбайнів

Одною з запорок 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 плівкороукладальні машини типу ЕМ-2-100. Краї плівки пригортаються землею спеціальними загортачами. Прибирання плівки відбувається у зворотному порядку.

1.3. Аналіз сепаруючих робочих органів картоплезбиральних машин

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.

Оптимальна щільність поверхневого шару ґрунту при посадці картопляних бульб повинна бути в межах 1,1...1,2 г/см³. Якщо дійсна щільність ґрунту перевищує рекомендовану агротехнічними вимогами, то вегетація рослин картоплі затримується.

Додаткове ущільнення ґрунту утворюється при збільшенні кратності проходів на просапній культивуації. 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.

Такі проблемні питання нами пропонуємо вирішувати шляхом застосування комбінованих машинно-тракторних агрегатів, де на одній несучій конструкції змонтовані різні робочі органи, що призначені для виконання різних, як правило послідовних за прийнятою технологією виробництва, технологічних операцій.

У міру розвитку технології обробітку картоплі змінюються і вимоги, що висуваються до висаджувальних апаратів.

На сьогоднішній день до посадочних машин висуваються такі, загальні для операції посадки як пророщеної, так і непророщеної картоплі, вимоги: всі апарати, встановлені на одній саджалці, повинні подавати певну кількість бульб; подача бульб не повинна залежати від тривалості роботи і ступеня заповнення бункерів картоплею; подача бульб повинна проводитися через рівні відрізки шляху, пройденого агрегатом; рівень пропусків, двійок і пошкоджень бульб не повинен перевищувати допустимий діючими агротехнічними вимогами; апарати повинні передбачати можливість переходу на подачу бульб різних фракцій; регулювання частоти подачі бульб повинно забезпечувати можливість висадки заданої кількості бульб на 1 га з відхиленням від заданої густоти не більше 8-10%.

При посадці яровизованої картоплі, як показує огляд літературних джерел і практика картопле вирощувальних господарств, на перший план висувається вимога делікатного ставлення робочих органів висаджувальних апаратів до паростків бульб, так як від цього безпосередньо залежить обсяг і якість врожаю даного продукту.

Як показує практика, в даний час лімітуючим фактором збільшення виробництва ранньої картоплі, крім трудомісткості операцій з підготовки насінневого матеріалу, є відсутність машин, здатних в межах допустимих агротехнічних вимог по пошкодженню паростків (до 8%), здійснювати посадку яровизованої картоплі. Застосовувані сьогодні у виробництві автоматичні картоплесаджалки при виконанні технологічної операції дають пошкодження паростків вище регламентованого рівня. Так, наприклад,

картоплесаджалка САЯ-4 при посадці пророщених бульб дає пошкодження паростків до 40%.

У зв'язку з цим виникає необхідність у пошуку і дослідженні робочих органів саджалки для посадки пророщених бульб, використовуючи які можна було б знайти компроміс при задоволенні вимог делікатності поводження з пророслими бульбами і рівномірності відстані між ними в борозні. Для відповідності апарату вище позначених вимогам, необхідно виконати аналіз відомих пристроїв аналогічного призначення, провести їх систематизацію та визначити перспективні напрямки їх створення і вдосконалення.

Огляд існуючих пристроїв для посадки яровизованої картоплі, проведений в даному дослідженні, дозволяє здійснити розробку необхідної для аналізу посадочних машин класифікацію.

Умовно всі відомі апарати можуть бути розділені на апарати з ручною закладкою бульб, напівавтоматичні та автоматичні. Апарати з ручною закладкою бульб і напівавтоматичні, що потребують періодичної участі обслуговуючого персоналу в технологічному процесі, застосовують переважно в селекційних саджалках. Відповідно до огляду літературних джерел і патентної інформації розрізняють наступні види апаратів: елеваторні, комірково-дискові, чашково-дискові, трубчасто-пальчаті, голчасто-дискові наколюючі апарати й ложкові-барабанні апарати з комірками, пневматичні.

Як показали численні дослідження, сучасний однорядний ложковий-дисковий апарат з фіксаторами-зжимками в ложечках забезпечує високу частоту подачі бульб в порівнянні з одно- і дворядними ложково-транспортними або елеваторно-ковшовими апаратами, поступаючись за цим параметром лише стрічково-транспортним апаратам. При роботі на швидкостях 7 - 9 км/год і висадці 50 - 80 тис. бульб він перевершує всі інші відомі апарати. Однак ложково-дисковий апарати ушкоджують паростки і бульби і досить чутливі до забруднення посадкового матеріалу мокрою гниллю, паростками та іншими домішками.

Ложково-транспортний й елеваторно-ковшовий апарати поступаються ложково-дисківим по частоті подачі бульб, яка залежить в першу чергу від розмірів і форми бульб і не забезпечують якісної розкладки бульб на підвищених швидкостях при великій густоті посадки, проте менше пошкоджують бульби і паростки. До недоліків апаратів такого типу слід також віднести необхідність щодо точного дозування маси бульб в зоні захоплення, більш високу складність і меншу надійність в порівнянні з апаратами ложково-дисківим типу.

Наколюючі апарати добре подають різані бульби, але не забезпечують рівномірної розкладки бульб і вимагають ретельного видалення з посадкового матеріалу каменів, що при збиранні картоплі на полях, засмічених камінням, дуже складно.

Стрічково-транспортні апарати забезпечують найвищу частоту подачі бульб і найменший рівень пошкоджень бульб і паростків, проте дають найгіршу розкладку бульб, ненадійні в роботі (часте сповзання стрічок при попаданні на шквіти ґрунту та ін.).

Аналізуючи точність посадки сучасними апаратами можна зробити висновок, що найбільше розкидання бульб, в залежності від коливання їх розмірів, у стрічково-транспортних апаратів, однак імовірність пошкодження паростків при скиданні бульб на твердий ґрунт у цих апаратів менше, ніж у ложково-транспортних.

Під час висадки ранньої картоплі різке зниження рівномірності розкладки у саджалок з такими апаратами компенсується зниженням рівня пошкоджень, то при основній посадці така розкладка залишає бажати кращого через її вплив на однорідність бульб в урожаї.

Ложково-дисківі апарати з фіксаторами бульб в ложечках за якістю розкладки бульб перевершують дисківі апарати з пружними захопленнями. Ложково-дисківі апарати інтенсивніше ушкоджують паростки і бульби, а також досить чутливі до забруднення посадкового матеріалу обламаними паростками і іншими домішками.

Таким чином, за частотою подачі бульб найкращі показники забезпечують апарати з безперервним потоком бульб стрічково-транспортного або стрічково-вібраційного типу, по рівномірності розкладки бульб ложково-дисккові апарати.

В даний час тривають роботи з удосконалення висаджувальних апаратів, однак у всіх розглянутих посадкових апаратів проблема делікатного ставлення до паростків пророщених бульб, в рамках агротехнічних вимог не вирішена і залишається актуальною досі.

Висновки, мета і завдання досліджень

Проведений аналіз досліджень сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин дозволяє зробити наступні висновки:

1. Більшість відомих картоплезбиральних машин з сепаруючим пристроєм елеваторного типу мають великий технологічний шлях, що веде до збільшення габаритів машин, маси і вартості.

2. Пруткові елеватори мають низьку питому пропускну здатність внаслідок залипання прояснів полотна при роботі на вологому ґрунті.

3. Робочі органи барабанного типу працюють в тихохідному режимі, отже, їх сепаруючі властивості нижчі, ніж у пруткових елеваторів.

4. Недоліком відцентрово-витискних сепараторів можна вважати повторне потрапляння просіяного ґрунту на приймальну частину основного елеватора, що веде до нагромадження поступального потоку вороху.

Для підвищення ефективності технологічного процесу сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин виникає необхідність в розробці раціональної конструктивної схеми, обґрунтуванні параметрів і режиму роботи сепаруючого пристрою малогабаритного картоплезбирального комбайна.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Для підтвердження теоретичних залежностей, визначення раціональних параметрів і режиму роботи сепаруючого пристрою висхідної дії малогабаритного картоплезбирального комбайна необхідно провести ряд експериментальних досліджень [5, 12, 16].

У лабораторних умовах передбачається вирішення наступних завдань:

- виготовлення експериментальної установки для визначення кута нахилу і довжини ворохопідйомного елеватора;

- дослідження основних чинників, що впливають на процес сепарації картоплезбирального комбайна і меж їх варіювання (кут нахилу, довжина, швидкість руху ворохопідйомного елеватора);

Лабораторно-польові дослідження:

- визначення опорів і потрібної потужності на привід робочих органів;

- визначення кінематичного режиму картоплезбирального комбайна.

2.2. Методика проведення експериментальних досліджень

Експериментальна установка (рисунок 2.1) складається з рами 2, опорних коліс 1, дисків 3, двигуна 8, рамки 12, ворохопідйомного елеватора 13.

Ворохопідйомний елеватор являє собою пруткове полотно, виконане з пружинної сталі. Воно закріплене на рамці 12 і звільнено від жорсткого зв'язку з основною рамою 2. Цей зв'язок замінений 2-х шарнірною підвіскою 6 у вигляді плоских пластин. Завдяки наявності прорізів в

пластинах можна регулювати кут нахилу елеватора відносно горизонтальної площини.

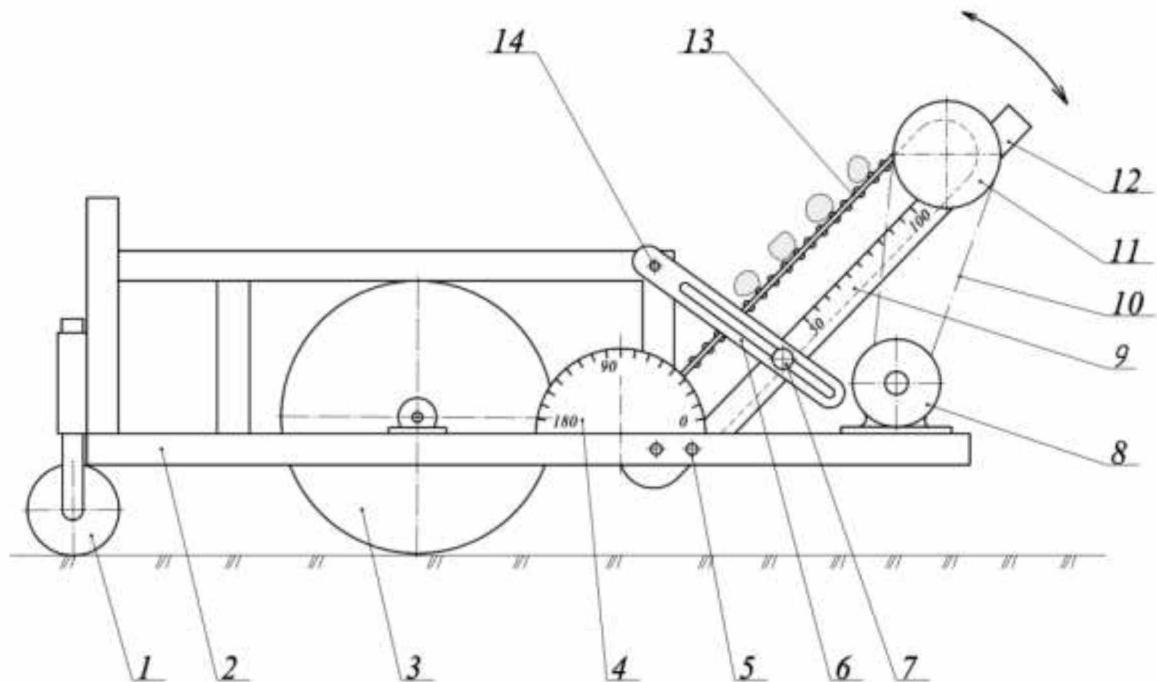


Рисунок 2.1 – Схема експериментальної установки: 1 - опорне колесо; 2 - рама; 3 - диск; 4 - транспортер; 5, 14 - вісь; 6 - підвіс; 7 - палець; 8 - двигун; 9 - лінійка; 10 - ланцюгова передача; 11 - зірочка; 12 - рамка; 13 - ворохопідйомний елеватор

При проведенні експериментальних досліджень застосовувалися наступні прилади та обладнання [17]:

- твердомір Ревякіна $\pm 0,5\%$ (ТУ 431133-019-00860599-2002);
- автоматичний ґрунтовий пробовідбірник «HYDRO 20» (Німеччина);
- вимірювальний комплект К-505;
- технічні лабораторні ваги ЕТ-П-М, $\pm 0,01$ мм;
- динамометр ДПУ-2;
- лінійка металева 0 ... 1000 мм;
- штангенциркуль 0 ... 160 мм;

- секундомір (годинник);
- ваги;
- котушка з стрічкою ($10 \times 0,7$ м)
- змінні зірочки ($Z = 15, 22, 25, 27$).

Раніше була поставлена задача визначення кута нахилу ворохопідйомного елеватора α і, відповідно, коефіцієнта тертя кочення k , при якому забезпечувалося б стійке кочення бульб і виключалося скочування грудок ґрунту вниз.

Після обробки дослідних даних були встановлені межі варіювання кута нахилу ворохопідйомного елеватора: 45 ... 65 град. Для визначення робочої швидкості ворохопідйомного елеватора використовуємо ту ж експериментальну установку, що і для визначення кута нахилу (рисунок 2.1).

1. Встановлювали кут нахилу ворохопідйомного елеватора 55 град., що дорівнює середньому значенню межі варіювання.
2. За допомогою реостата встановлювали швидкість елеватора 1,5 м/с; 2,0 м/с; 2,5 м/с; 3,0 м/с; 3,5 м/с.
3. Поодинокі бульби і грудки ґрунту різних фракцій подавали на нижню точку рухомої поверхні пруткового елеватора.
4. Визначали швидкість, при якій відбувається стійке скочування бульб, ґрунтових грудок без викиду за межі елеваторного полотна.
5. Дані записували в контрольний журнал.
6. Досліди повторювали з групою бульб різної фракції.
7. Проводили обробку дослідних даних.

Ворохопідйомний елеватор являє собою гірку, поставлену під кутом до горизонтальної поверхні. Довжиною гірки задаємося виходячи зі зручності набору бульб в тару, попередньо прийнявши цю довжину $l = 1200$ мм.

На рамці 12 ворохопідйомного елеватора (рисунок 2.1) закріплена лінійка 9 розподілом ± 1 см.

Ремені гичковидаляча в районі дисків огинають ту ж зону, що й бульбоприймне полотно, а у верхній зоні, в секторі ведучого вала ворохопідйомного елеватора, відтягнуті назад. Для цього використаний направляючий валець. Це дозволяє нижнім гілкам гичковидаляча стикатися з прутками ворохопідйомного елеватора. Ремені мають круглий переріз і розташовані з кроком 12-15 см.

2.3. Визначення величини опору руху лемеша

Розбивали ділянку на відрізки довжиною 5 м, відзначали межі відрізків кілочками.

Для вимірювання опору руху лемеша роз'єднували прутковий елеватор і знімали його гілки (рисунок 2.3). На заданій швидкості (0,55 м/с) проїжджали ділянку при заглибленні лемеша на 15, 18, 21 см, і на кожному відрізку фіксували показання стрілки динамометра.



Рисунок 2.3 – Визначення опору руху лемеша

Проводили оцінку адекватності теоретичних рішень експериментальними даними. Суть перевірки на адекватність полягає в зіставленні отриманої теоретичної функції з результатами вимірювання. Для цього використовуються різні критерії: критерій Пірсона, Фішера, Романовського [17].

Досліди повторювали при швидкостях 0,69 і 0,83 м/с. Ми використовували критерій Фішера. Встановлення адекватності по визначенню помилки апроксимації дослідних даних: $K_{\phi e}$ експериментальний критерій (визначається в експерименті); $K_{\phi t}$ – теоретичний критерій (визначається по таблиці в залежності від довірчої ймовірності).

$K_{\phi e}$ порівнюється з $K_{\phi t}$.

Якщо $K_{\phi e} < K_{\phi t}$ – то модель адекватна.

$$K_{cp} e = \frac{D_a}{D_{cp}}. \quad (2.1)$$

Дисперсія адекватності:

$$D_a = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y}_{iE})^2}{n - d}. \quad (2.2)$$

Середня дисперсія адекватності:

$$D_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m - \sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y}_{iE})^2}{m \cdot n}, \quad (2.3)$$

де y_{iT} – теоретичне значення функції для кожного вимірювання;

y_{iE} – експериментальне значення функції для кожного вимірювання;

\bar{y}_{iE} – середнє експериментальне значення функції з m серій вимірювань;

n – кількість вимірювань в одному досліді;

m – число факторів (серій);

d – число коефіцієнтів в рівнянні теоретичної регресії.

Результати експериментів і дані розрахунків наведені в розділі 3.

Висновки

Загальна методика досліджень розроблена у відповідності з прийнятою програмою досліджень, підпорядкована вирішенню поставлених в роботі задач і базується на застосуванні математичного планування експерименту.

Теоретичні дослідження виконані з використанням принципів класичної механіки, математичного аналізу, моделювання та ін. Експериментальні методи використовувалися при проведенні лабораторних і лабораторно-польових досліджень з використанням теорії багатофакторного експерименту, математичної статистики.

Обробку експериментальних даних передбачено виконувати за допомогою методів математичної статистики і комп'ютерних програм.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження процесу розподілу бульб картоплі

Сепаруючий пристрій складається з двох основних частин: ворохопідйомного елеватора 1 (рисунок 3.4) і бульбоприйомного елеваторного полотна 2. В перехідній зоні від лемішу до ворохопідйомного елеватора 1 руху бульбонесучого пласта сприяють диски 3. Диски частково впроваджуються в міжрядну смугу, прутки нижньої гілки бульбоприйомного елеватора перекочуються по поверхні гребеня, частково руйнуючи його.

Опір руху елеваторних полотен і дисків в процесі роботи складається з наступних складових [23]:

- сили тяжіння q_n погонного метра рухомих частин елеваторного полотна, Н;
- подачі q_m бульбоносної маси, кг/с;
- опору руху на прямолінійних ділянках елеватора, Н;
- опору руху полотна по опорах W , що складається з опору тертя в підшипниках і перекочування полотна по роликам, Н;
- сили тертя об бічні поверхні дисків, Н.

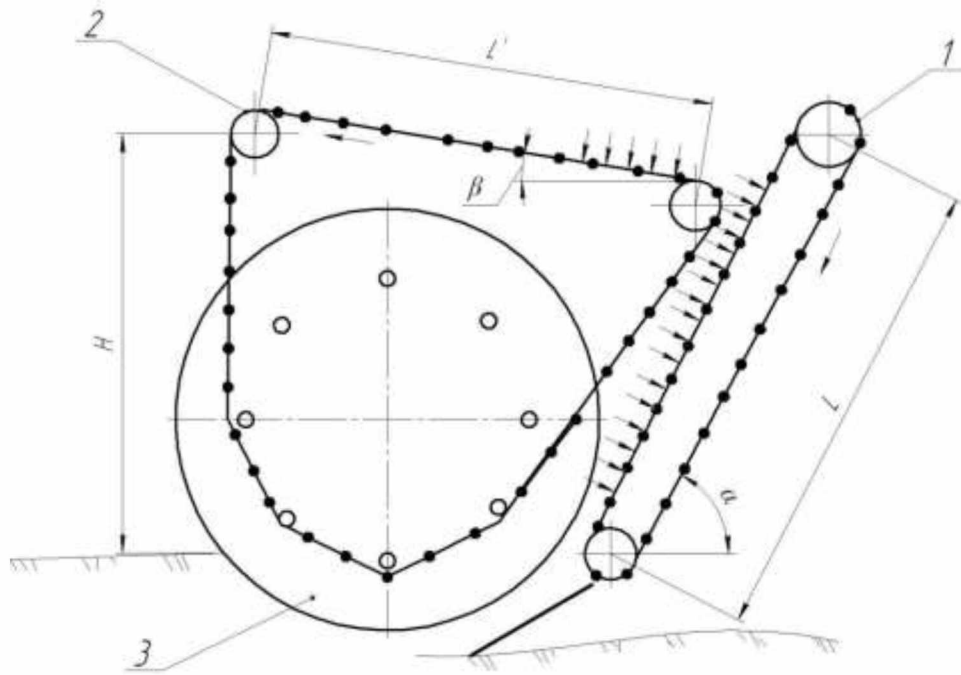


Рисунок 3.4 – Схема до визначення опору руху елеваторних полотен: 1 – ворохопідйомний елеватор; 2 - бульбоприйомний елеватор; 3 - диск

Погонна вага рухомих частин пруткового полотна без урахування ваги несучих ременів дорівнює [12]:

$$q_n = q_{np} \cdot z \cdot g, \quad (3.15)$$

де q_{np} - маса одного прутка, кг;

z - число прутків на 1 м;

g - прискорення вільного падіння, м/с².

Подача q_m бульбоносної маси може бути виражена формулою:

$$q_m = p_{cl} \cdot B \cdot h_{cl} \cdot V, \quad (3.16)$$

де p_{cl} - щільність розпушеної маси бульбоносного шару, кг/м³;

B - ширина пласта, що надходить в машину, м;

h_{cl} - товщина шару, подана на сепаратор, м;

V - швидкість машини, м/с.

Опір руху на прямолінійній ділянці ворохопідйомного елеваторного полотна діє уздовж ділянки по всій довжині L . Крім того, опору виникають

на поворотних пунктах, на ведучому верхньому валу і нижніх направляючих роликах.

Для визначення опору на прямолінійній ділянці (вантажна гілка) скористаємося формулою [24]:

$$W_{ep} = (q_n + q_z)L_p \sin \alpha + (q_n + q_z + q_k)L_p f \cos \alpha. \quad (3.17)$$

Для зворотного ділянки елеватора:

$$W_{обр} = q_n L_x (\sin \alpha + f \cos \alpha), \quad (3.18)$$

де L_p, L_x - довжини розглянутих робочого і холостого прямолінійних ділянок елеватора, м;

α - кут нахилу гілки до горизонту, град;

q_n - маса погонного метра прутків, кг;

q_z - маса погонного метра вантажу, кг;

q_k - маса бульб, кг.

f - коефіцієнт опору.

Опір на роликах, зірочках складається в основному з опору тертя в підшипниках вала і опору жорсткості (опору вигину) тягового елемента.

Опір в підшипниках вала визначається виразом [14]:

$$W_B = (S_{нб} + S_{сб} + G_3) \frac{d\mu}{D}, \quad (3.19)$$

де $S_{нб}, S_{сб}$ - натягу тягового елемента в точках набігання і збігання, Н;

G_3 - вага роликів або зірочок, Н;

d - діаметр вала, цапфи, м;

D - діаметр ролика, зірочки, м;

μ - коефіцієнт тертя в підшипниках;

Наближено, нехтуючи вагою G_3 і вважаючи, що $S_{нб} = S_{сб}$, маємо:

$$W_B = 2 \cdot S_{нб} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{d\mu}{D}, \quad (3.20)$$

де α - кут обхвату ролика, зірочки, град.

Загальний опір ворохопідйомного елеватора

$$W_{ов} = (S_{нб} \approx S_{сб}) + W_B + W_p . \quad (3.21)$$

Загальний опір руху бульбоприйомного елеватора 2 ($W_{ок}$) складається з таких складових:

- розподілений опір бульб картоплі приблизно на половині верхньої гілки елеватора;
- зосереджений опір на трьох поворотних пунктах: на ведучому валу, направляючому валу і підшипниках вала підйомно-викопуючих дисків.

Сумарний опір ворохопідйомного і бульбоприйомного елеваторів:

$$W_{сумм} = W_{ов} + W_{ок} . \quad (3.22)$$

Потужність, споживана елеваторами:

$$N = \frac{W_{сумм} \cdot V}{9560} , \quad (3.23)$$

де V - колова швидкість елеваторів, м/с.

Результати розрахунків опорів елеваторів представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків опорів елеватор

№ з/п	Назва параметрів	Одиниця вимірювань	Значення параметрів
1	Опір на ворохопідйомному елеваторі	кН	1,028
2	Опір на бульбоприйомному елеваторі	кН	0,44
3	Загальний опір елеваторів	кН	1,468

3.3. Визначення параметрів ворохопідйомного елеватора

Відповідно до теорії, викладеної і методикою на установці визначали кут нахилу ворохопідйомного елеватора. Даний кут залежить від форми, розміру бульб і грудок ґрунту. В таблиці 3.2 наведені значення кута початку скочування і коефіцієнта тертя кочення бульб і грудок ґрунту.

Таблиця 3.2 – Значення кута початку скочування і коефіцієнта тертя кочення бульб і грудок ґрунту

Досліджуваний матеріал	Кут початку скочування α , град.	Коефіцієнт тертя кочення k , м
Бульби картоплі:		
- круглі дрібні 48мм	68	0,0059
- круглі середні 57 мм	52	0,0037
- круглі крупні 78 мм	40	0,0032
- дрібні продовгуваті	75	0,0068
- середні продовгуваті	60	0,0045
- крупні продовгуваті	38	0,0025
Середнє значення для бульб	55	0,0044
Ґрунт (грудки):		
- округлі дрібні (35-50)	77	0,0086
- округлі крупні (50-100)	44	0,0034
- дрібні	68	0,0064
- крупні	44	0,0067
Середнє значення	56	0,0063

На рисунках 3.5 і 3.6 графічно представлені значення кутів скочування бульб і грудок ґрунту.

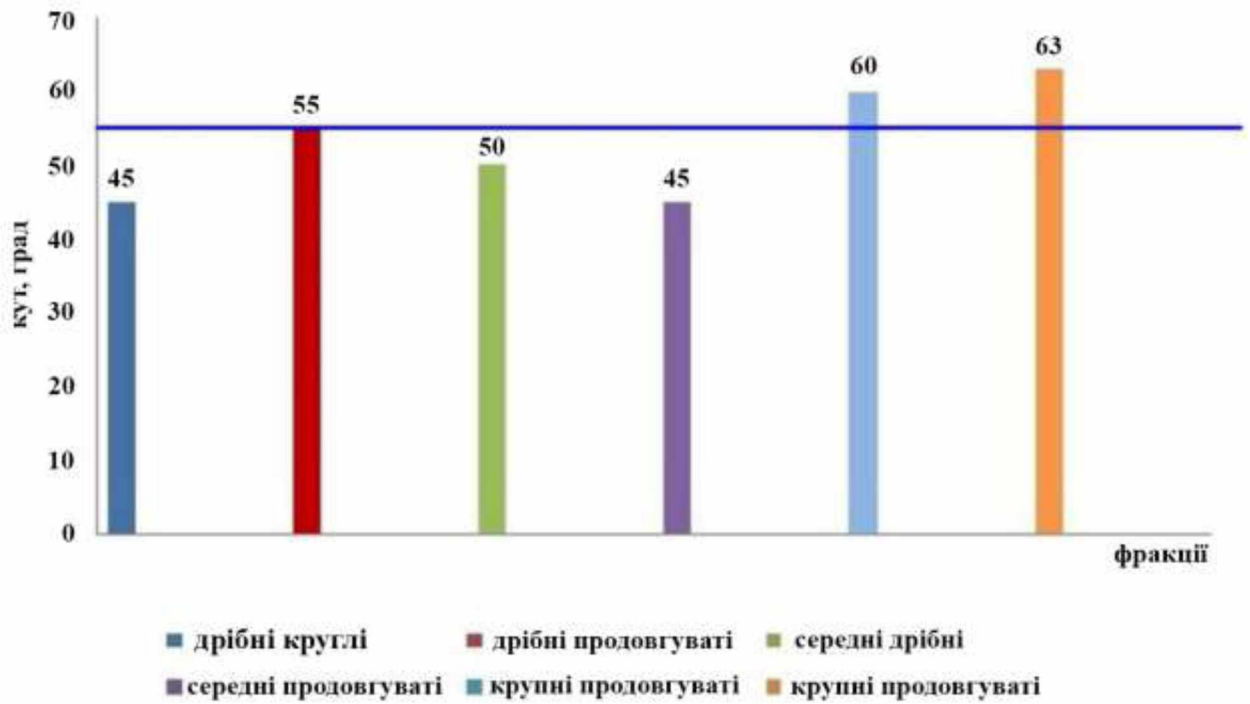


Рисунок 3.5 – Кути початку скочування бульб різних фракцій

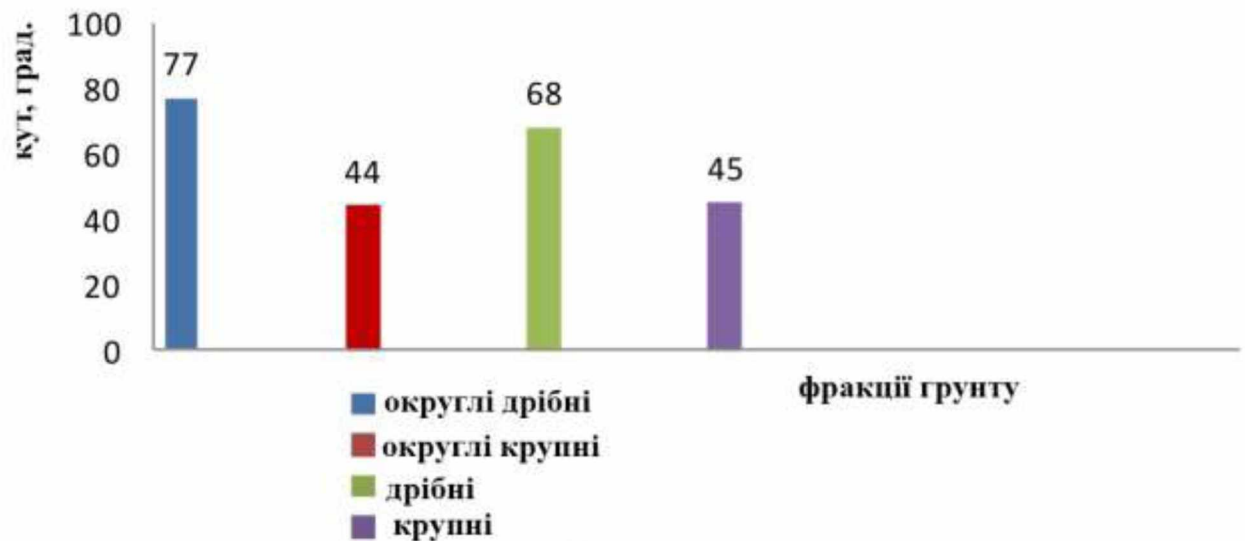


Рисунок 3.6 – Кути початку скочування грудок ґрунту

У процесі проведених досліджень було встановлено, що середнє значення кута нахилу елеватора, при якому відбувається початок скочування бульб становить 55° . (на рисунку 3.5 виділено горизонтальною лінією), ґрунту – 56° .

Значення робочої швидкості ворохопідйомного елеватора визначали керуючись технічними рекомендаціями розрахунку і проектування елеваторів [1].

При зміні швидкості руху робочої гілки ворохопідйомного елеватора в діапазоні $V = 1,5 \dots 2$ м/с значення кутів α початку ковзання бульб змінюється в межах $36,00 \dots 37,50$ (табл 3.3). Отже, при обґрунтуванні кута нахилу робочої гілки ворохопідйомного елеватора до горизонту можна не враховувати даний швидкісний режим.

Таблиця 3.3 – Визначення значень α на нерухомій поверхні пруткового елеваторного полотна (\emptyset перетину прутків 11мм, інтервал 32 мм).

Бульби	№ з/п	α_i в град.	$\alpha_i - \alpha$	$(\alpha_i - \alpha)^2$	α_{cp}
Круглі дрібні	1	64°	8,89	73,09	$\alpha_{cp} = 63,8^\circ$
	2	69°	13,89	192,93	
	3	72°	16,89	285,27	
Дрібні продовгуваті	4	74°	18,89	356,83	$\alpha_{cp} = 74,3^\circ$
	5	70°	14,89	221,71	
	6	79°	23,89	570,73	
Круглі середні	7	55°	-0,11	0,012	$\alpha_{cp} = 51,7^\circ$
	8	56°	0,89	0,792	
	9	44°	-11,11	123,43	
Середні продовгуваті	10	54°	-1,11	1,232	$\alpha_{cp} = 60,3^\circ$
	11	59°	3,89	15,132	
	12	68°	12,89	166,152	
Круглі крупні	13	38°	-17,11	292,752	$\alpha_{cp} = 40^\circ$
	14	43°	-12,11	146,652	
	15	39°	-16,11	259,532	
Круглі продовгуваті	16	30°	-25,11	630,512	$\alpha_{cp} = 36^\circ$
	17	44°	-11,11	123,432	
	18	34°	-21,11	445,632	
Середнє значення	$n = 18$				

При зміні швидкості руху пруткового полотна $V = 2 \dots 3$ м/с значення α кутів початку скочування бульб і грудок ґрунту склали: для бульб - 55°, для грудок ґрунту - 56°.

Так як для роботи сепаруючого пристрою висхідно-східної дії важлива нерозривність бульбоносного пласта по всій довжині ворохопідйомного елеватора вибираємо кут 55 град., швидкість 2,5 м/с.

Швидкість руху робочої поверхні ворохопідйомного елеватора повинна значно перевищувати швидкість поступального руху агрегату.

На рухомому полотні елеватора кут кочення бульб і грудок ґрунту, незважаючи на їх розміри, форми, вологість, властивостей поверхні в значній мірі залежить від величини швидкості руху полотна.

Для ефективної роботи сепаруючого пристрою необхідно, щоб швидкість ворохопідйомного елеватора була більшою поступальної швидкості агрегату.

У приводі ворохопідйомного елеватора на ведучий вал встановлювали зірочки $Z = 15, 22, 25, 27$. Робочу швидкість агрегату підтримували постійною $V_p = 2,5$ км/год (0,69 м/с). При різних кінематичних режимах ($\lambda = 3,0; 3,5; 4,0, 4,5$) проводили викопування картоплі на ділянці довжиною 30 м. Причому дану ділянку ділили ще на три ділянки по 10 м і на кожному відрізку визначали повноту викопування картоплі і втрати. Дані занесені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Залежність повноти викопування бульб картоплі від кінематичного режиму

Показник	Кінематичний режим			
	$\lambda = 3,0$	$\lambda = 3,5$	$\lambda = 4,0$	$\lambda = 4,5$
Повнота відділення бульб (вилучено бульб в тару), %	92,6	98,6	95,1	94,4
Залишено на поверхні, %	1,2	1,5	4,2	4,8
Залишено в ґрунті, %	0	0	0	0

Найбільш ефективне відділення бульб картоплі (98,6%) відбувається при кінематичному режимі $\lambda = 3,5$ (рисунок 3.7). У приводі ведучого вала ворохопідйомного елеватора встановлена зірочка $Z = 22$.

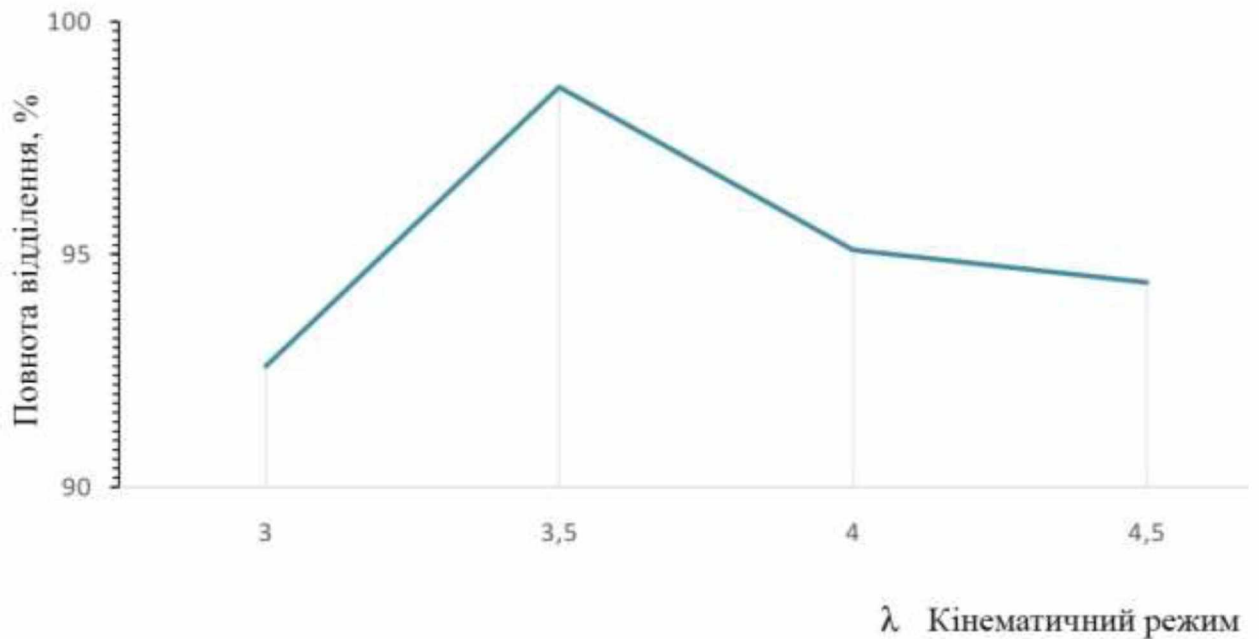


Рисунок 3.7 – Залежність повноти викопування бульб картоплі від кінематичного режиму

Однофакторні експерименти дозволили отримати необхідну інформацію для встановлення рівнів зміни досліджуваних факторів і меж варіювання.

Висновки

1. Виділено чотири характерні зони технологічного процесу сепарації в досліджуваному пристрої:

- зона переходу бульбоносного пласта ґрунту з леміша на ворохопідйомний елеватор. Визначено силу, що розриває столон;

- зона підйому і проходження вороху в місці максимального сходження гілок ворохопідйомного і бульбоприйомного елеваторів. Розрахункове зусилля, що чиниться на бульбу в цій зоні не веде до пошкоджень бульб;

- зона сходження ременів гичковидалча з поверхнею ворохопідйомного елеватора. Ремені, розміщені з інтервалом 10 ... 12 см, виконують функції:

відсікають бульби від бадилля, вичавлюють бульби на поверхню потоку вороху, утримують потік ґрунту з бадиллям при сходженні його з кінця ворохопідйомного елеватора.

- зона зустрічі бульб з бульбовідбійним прутком.

2. В процесі проведення пошукових експериментів було встановлено оптимальний кут нахилу ворохопідйомного елеватора, 55 градусів.

3. Кут кочення бульб і грудок ґрунту, незважаючи на їх розміри, форми, вологість, властивостей поверхні в значній мірі залежить від величини швидкості руху елеваторного полотна.

4. Бульби і грудки ґрунту при куті нахилу робочої поверхні елеватора $\alpha = 55$ град. і швидкості його руху $V = 2,5$ м/с піднімаються на довжину понад 1000 мм. Щоб уникнути втрат бульб картоплі довжина робочої поверхні елеватора повинна бути не менше 1200 мм.

5. В ході проведення пошукових експериментів виявлено, що найбільш повне відділення бульб картоплі від ґрунту (98,6%) відбувається при кінематичному режимі $\lambda = 3,5$, що було підтверджено під час проведення багатофакторного експерименту.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза розробок

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 да 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

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-трудова відносин та пріоритетною відносно прибутковості виробничих підрозділів таких підприємств.

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 агрегату. 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 розробки

Розрахунок показників економічної ефективності від впровадження у виробництво малогабаритного картоплезбирального комбайна проводимо за матеріалами, отриманими в результаті випробувань і на основі довідкових даних [15, 21].

Використовуючи дані таблиці 4.1 наводимо розрахунки експлуатаційних витрат, питомих капітальних вкладень, очікуваний річний економічний ефект за відомими методиками [27].

Таблиця 4.1 - Технічні показники для економічних розрахунків

Показник	Варіант	
	Базовий ККУ-1	Новий
Кількість обслуговуючого персоналу:		
- трактористів;	1	1
- допоміжних працівників	4	1
Маса, кг	3100	450
Продуктивність комбайну, га/год.	0,25	0,20
Річне навантаження, год.		
- трактора МТЗ-82	1095	–
- трактора ТК-30	–	565
Витрата пального, кг/год.	12	7,5
Річне завантаження картоплезбирального комбайна, год.	170	170

Обчислення складових експлуатаційних витрат і питомого капітального вкладення проводимо за наступною відомою методикою:

витрати праці, чол., – год./га,

$$Z_T = \frac{n_M}{W_q} + \frac{n_P}{W_q} \quad (4.1)$$

де n_M, n_P – відповідно кількість механізаторів і обслуговуючого персоналу;

W_q – продуктивність збирального агрегату за 1 годину експлуатаційного часу, га/год.

Витрати на заробітну плату з нарахуваннями, грн/га:

$$C_3 = \frac{\delta_3 C_{чМ}}{W_q} n_M + \frac{\delta_3 C_{чП}}{W_q} n_P \quad (4.2)$$

де δ_3 – коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну плату;

$C_{чМ}, C_{чП}$ – відповідно годинна ставка механізатора і обслуговуючого робітника, грн./год.

Витрати на паливно-мастильні матеріали, грн./га:

$$C_2 = 10^{-3} \cdot C_G q_2, \quad (4.3)$$

де C_G – комплексна ціна 1т палива, грн/т;

q_2 – питома витрата палива, кг/га.

Амортизаційні відрахування, грн/га:

$$A = \frac{B_K a_K}{T_K W_q \cdot 100} + \frac{B_T a_T}{T_T W_q \cdot 100}, \quad (4.4)$$

де B_K, B_T – відповідно балансова вартість комбайна і агрегатованого трактора, грн.;

a_K, a_T – відповідно норми амортизаційних відрахувань (%) по комбайну і агрегатованого трактора;

T_K, T_T – відповідно річне завантаження комбайна і агрегатованого трактора, год.

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га:

$$P = \frac{B_K r_K}{T_K W_q \cdot 100} + \frac{B_T r_T}{T_T W_q \cdot 100} \quad (4.5)$$

де r_k, r_m – відповідно норми відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування (%) комбайна і агрегатованого трактора.

Експлуатаційні витрати на 1 га, грн./га:

$$C = C_3 + C_2 + A + P + \Pi_p. \quad (4.6)$$

Питомі капітальні вкладення, грн./га

$$K = \frac{B_k}{T_k W_q} + \frac{B_T}{T_T W_q}. \quad (4.7)$$

Результати розрахунків експлуатаційних витрат і питомої капітального вкладення наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Експлуатаційні витрати і питомі капітальні вкладення

Показник	Варіант	
	Базовий	Новий
Затрати праці	20	10
Затрати на заробітну плату з нарахуваннями	1757,1	971,7
Затрати на ПММ	2205	1687
Амортизаційні відрахування	3790,8	1984,7
Відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування	2876,2	1753,3
Інші витрати	473,2	288,7
Прямі виробничі витрати на експлуатацію агрегатів	11160,5	6716,5
Питомі капітальні вкладення	31519	18514

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_p = [(C_b + E_n K_b) - (C_n + E_n K_n)] A_n, \quad (4.8)$$

де C_b, C_n – експлуатаційні витрати на 1 га зібраної площі, грн./га;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_b, K_n – питомі капітальні вкладення при базовому і новому варіантах, грн./га;

A_n – річне завантаження картоплезбиральної машини, га.

$$A_n = T_k \cdot W_q = 170 \cdot 0,2 = 34 \text{ га.}$$

Після підстановки числових значень параметрів одержуємо:

$$E_p = [(11160,48 + 0,3 \cdot 31519) - (6716,5 + 0,3 \cdot 18514)] \cdot 34 = 283747 \text{ грн.}$$

Таким чином впровадження у виробництво комбайна, що відокремлює бульби від ґрунту і гички у висхідному потоці вороху дозволяє отримати річний економічний ефект на площі 34 га в розрахунку на один комбайн 283747 грн. Термін окупності становить: $T_{ок} = B_k / E_p = 1,05$ року.

Висновки

Проведена екологічна експертиза свідчить, що запропонований експериментальний комбайн, що відокремлює бульби від ґрунту і гички у висхідному потоці вороху є безпечним для навколишнього середовища.

Виконано аналізу умов виникнення і розвитку травм і аварій, для їх усунення запропоновані наступні заходи: встановлення захисних щитків, блокуючих приладів, заземлення при роботі з металообробними верстатами, використання спецодягу для приготування технологічних розчинів, проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки.

Впровадження у виробництво комбайна, що відокремлює бульби від ґрунту і гички у висхідному потоці вороху дозволяє отримати річний економічний ефект на площі 34 га в розрахунку на один комбайн 283747 грн. Термін окупності становить: $T_{ок} = B_k / E_p = 1,05$ року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виділено чотири характерні зони технологічного процесу сепарації в досліджуваному пристрої:

- зона переходу бульбоносного пласта ґрунту з леміша на ворохопідйомний елеватор. Визначено силу, що розриває столон;

- зона підйому і проходження вороху в місці максимального сходження гілок ворохопідйомного і бульбоприйомного елеваторів. Розрахункове зусилля, що чиниться на бульбу в цій зоні не веде до пошкоджень бульб;

- зона сходження ременів гичковидалча з поверхнею ворохопідйомного елеватора. Ремені, розміщені з інтервалом 10 ... 12 см, виконують функції: відсікають бульби від бадилля, вичавлюють бульби на поверхню потоку вороху, утримують потік ґрунту з бадиллям при сходженні його з кінця ворохопідйомного елеватора.

- зона зустрічі бульб з бульбовідбійним прутком.

2. В процесі проведення пошукових експериментів було встановлено оптимальний кут нахилу ворохопідйомного елеватора 55° .

3. Кут кочення бульб і грудок ґрунту, незважаючи на їх розміри, форми, вологість, властивостей поверхні в значній мірі залежить від величини швидкості руху елеваторного полотна.

4. Бульби і грудки ґрунту при куті нахилу робочої поверхні елеватора $\alpha = 55^\circ$ і швидкості його руху $V = 2,5$ м/с піднімаються на довжину понад 1000 мм. Щоб уникнути втрат бульб картоплі довжина робочої поверхні елеватора повинна бути не менше 1200 мм.

5. В ході проведення пошукових експериментів виявлено, що найбільш повне відділення бульб картоплі від ґрунту (98,6%) відбувається при кінематичному режимі $\lambda = 3,5$, що було підтверджено під час проведення багатofакторного експерименту.

6. Впровадження у виробництво комбайна, що відокремлює бульби від ґрунту і гички у висхідному потоці вороху дозволяє отримати річний економічний ефект на площі 34 га в розрахунку на один комбайн 283747 грн. Термін окупності становить: $T_{ок} = B_k / E_p = 1,05$ року.