

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О. СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

**на тему: «Дослідження фізико-механічних властивостей гички
цукрових буряків з метою обґрунтування конструктивно-технологічних
параметрів доочисника головок коренеплодів»**

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-61

Спеціальності **208 «Агроінженерія»**

Лазорко Богдан Дмитрович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Гошко Зіновій Орестович
(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О. СЕМКОВИЧА

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
«28» квітня 2023 р
Завідувач кафедри _____
к.т.н. доцент Шарибура А.О..

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу

_____ Лазорко Богдану Дмитровичу

1. Тема роботи: **«Дослідження фізико-механічних властивостей гички цукрових буряків з метою обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів доочисника головок коренеплодів»**

Керівник роботи Гошко Зіновій Орестович, к. т. н., доцент.

Затверджено наказом по університету 28.04.2023 року №133/к-с.

2. Термін здачі студентом магістерської роботи до «15» 01. 2024 р.

3. Вихідні дані для магістерської роботи: 1. *Технологічні вимоги до гичкозбиральних машин.* 2. *Патентний огляд.* 3. *Наукова та довідкова література.*

4. Перелік питань, які необхідно розробити: (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів):

ВСТУП

1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ МЕЗАНІЗОВАНОЇ ОЧИСТКИ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Технологічні властивості коренеплодів цукрових буряків; 1.2. Способи і машини для збирання гички коренеплодів; Висновки

2. ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДООЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

2.1. Передумови теоретичних досліджень механізмів для видалення гички; 2.2. Обґрунтування теми і задач дослідження; 2.3. Розрахунок параметрів щіткового доочисника; 2.4. Завдання досліджень; Висновки

3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма проведення експериментальних досліджень; 3.2. Дослідження механічних властивостей бил щіткового очисника; Висновки

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Результати взаємодії гичкоочисного механізму з головою коренеплодів;

4.2. Продуктивності гичковидаляючого механізму від кроку навивки бил та частоти їх обертання; Висновки

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Моделювання процесів виникнення травм; 5.2. Охорона довкілля; Висновок

6. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4,6	Гошко З.О., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича		
5	Тимочко В.О., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва		

б. Дата видачі завдання 28.04. 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Виконання першого розділу	23.04-20.05	
2	Виконання другого розділу	21.05-23.07	
3	Виконання третього розділу	24.07-30.09	
4	Виконання четвертого розділу	01.10-19.10	
5	Написання розділу «Охорона праці»	20.10-09.11	
6	Розрахунок економічної ефективності	10.11-29.11	
7	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів доповіді	30.11-14.12	
8	Завершення проекту в цілому	15.12	

Студент _____ Лазорко Б.Д.

Керівник дипломної роботи _____ Гошко З.О.

УДК 621.86.06

Дослідження фізико-механічних властивостей гички цукрових буряків з метою обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів доочисника головок коренеплодів. Лазорко Б.Д. Дипломна робота на здобуття ОКР "Магістр". – Дубляни: ЛНУП, кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича, 2024. –61 стор. текст. част.; 7 таблиць; 27 рисунків; 26 бібліографічних назв.

В дипломній роботі висвітлено: аналіз конструкцій доочисних механізмів бурякозбиральних машин, дослідження фізико-механічних властивостей цукрових буряків та їх вплив на процес очистки, проаналізовано недоліки процесу доочистки головок коренеплодів під час збирання, подано методи розрахунку очисних механізмів щіткового типів, актуальність розвитку створення нових конструкцій доочисних механізмів, запропоновано нову конструкцію доочисного механізму щіткового типу до бурякозбиральних машин на основі уже існуючої моделі.

Ключові слова: доочистка, машина, гичка, коренеплід.

Key words: after-cleaning, machine, gychka, root crop.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ МЕЗАНІЗОВАНОЇ ОЧИСТКИ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	10
1.1. Технологічні властивості коренеплодів цукрових буряків.....	10
1.2. Способи і машини для збирання гички коренеплодів.....	11
Висновки.....	14
2. ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДООЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ	15
2.1. Передумови теоретичних досліджень механізмів для видалення гички.....	15
2.2. Обґрунтування теми і задач дослідження.....	16
2.3. Розрахунок параметрів щіткового доочисника	17
2.4. Завдання досліджень	22
Висновки.....	25
3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1. Програма проведення експериментальних досліджень.....	26
3.2. Дослідження механічних властивостей бил щіткового очисника.....	28
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
4.1. Результати взаємодії гичкоочисного механізму з головою коренеплодів.....	31
4.2. Продуктивності гичковидалаючого механізму від кроку навивки бил та частоти їх обертання	33
Висновки.....	38
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	39
5.1. Моделювання процесів виникнення травм.....	39
5.2. Охорона довкілля	43
Висновок.....	44
6. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	45
Висновки.....	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	52
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	54
ДОДАТКИ.....	58

ВСТУП

Цукрові буряки – одна з найважливіших сільськогосподарських культур, що має велике народногосподарське значення як продовольча та кормова рослина. Вона також є хорошим попередником під інші, зокрема, зернові культури.

Задоволення потреб населення в продуктах харчування, а промисловості в сировині, можливе при широкому використанні новітніх технологій виробництва сільськогосподарської продукції, що передбачають виконання усіх робіт точно в зазначені строки і ґрунтуються на застосуванні високопродуктивних машин та ефективних гербіцидів. Проте, їх загальним недоліком є узагальнений підхід до умов господарювання певної ґрунтово-кліматичної зони без врахування особливостей конкретного господарства.

Цукровий буряк займає одне з провідних місць у сільськогосподарському виробництві, він є головною сировиною для виробництва цукру, та одним із головних кормів великої рогатої худоби, свиней і т.д.

Цукровий буряк - цінна харчова, та кормова культура. Коренеплоди мають високу поживну цінність, легко засвоюються і добре поїдаються тваринами. Незважаючи на відносно невисокий вміст сухих речовин, в 1ц коренеплодів міститься 12-15 кормових одиниць. У коренеплодах багато ферментів, вітамінів, макро- і мікроелементів, та сахарину. Це джерело легко перетравних вуглеводів, вміст яких становить 9%, а коефіцієнт перетравності досягає 96-98%. Вміст протеїну невеликий - 1,1-1,5%. Згодуються коренеплоди у свіжому та переробленому вигляді.

Значну кормову цінність має гичка цукрового буряка. її згодують у свіжому вигляді і як силос. В 1 ц міститься 10 к.о. Урожай гички становить 20-30% від маси коренеплодів.

Цукровий буряк має важливе агротехнічне значення. Під нього вносять високі норми добрив, поле очищається від бур'янів, це цінний попередник у сівозміні для наступних культур.

Промисловість постійно збільшує випуск найрізноманітнішої сільськогосподарської техніки. В цілому випуск цих машин вже тепер має велику виробничу потужність, використання якої гарантує своєчасність, високу якість збирання врожаю з мінімальними затратами праці та коштів.

Мета дослідження: підвищення якості очищення головок коренеплодів цукрових буряків шляхом розробки конструкції та вибору раціональних параметрів доочисної системи коренезбиральної машини з використанням комбінованого щіткового очисника.

Задачі дослідження:

- на основі проведеного аналізу процесу зрізання гички коренеплодів обґрунтувати технологічний процес доочищення головок коренеплодів від домішок і удосконалити конструктивно-технологічну схему щіткового очисника головок коренеплодів;

- провести теоретичні дослідження взаємозв'язку коефіцієнта технологічної взаємодії головок коренеплодів із робочими поверхнями щіткового очисника залежно від основних параметрів процесу;

- визначити основні конструктивно-кінематичні параметри роботи щіткового очисника головок коренеплодів на основі розробки математичної моделі, яка характеризує взаємозв'язок швидкості руху бурякозбиральної машини та обертів гичковидаляючого і доочисного механізмів і необхідної розрахункової пропускної здатності доочисника та продуктивності машини;

- розробити та виготовити дослідний зразок очисника головок коренеплодів, визначити агротехнічні показники його роботи в польових умовах;

- провести порівняльну оцінку ефективності використання корене-

збиральної машини з доочисною системою і базової машини.

Об'єкт дослідження: технологічний процес доочистки коренеплодів очисною системою головок коренеплодів, комбінований щітковий очисник головок коренеплодів, ворох коренеплодів цукрових буряків.

Предмет дослідження: технологічні і конструктивно-кінематичні параметри та показники якості роботи комбінованого щіткового робочого органу очисника головок коренеплодів.

Наукова новизна

1. Обґрунтовано технологічний процес очистки головок коренеплодів і основні конструктивно-кінематичні параметри щіткового очисника на основі аналізу уже існуючих типів.

2. На цій підставі вперше одержано оптимізаційну детерміновану математичну модель:

- реального технологічного процесу роботи доочисника головок коренеплодів, яка характеризує його необхідну пропускну здатність у залежності від особливостей роботи коренезбиральної машини і агробіологічних характеристик коренеплодів та конструктивних параметрів гичкоочисного робочого органу щіткового типу.

3. Розроблено методику визначення основних конструктивно-кінематичних параметрів щіткового очисника головок коренеплодів.

Практична цінність. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень запропоновано схему доочисника головок коренеплодів, який дозволить зменшити втрату товарної маси коренеплодів до 1,8% (зрізані головки коренеплодів та вибиті з ґрунту щітковими механізмами коренеплоди), пошкодження коренеплодів на 26,7% (переважно пошкодження головок коренеплодів до 25% поверхні) .

Під час досліджень застосовувались статичний, розрахунково-конструктивний, експериментальний методи. Математичне опрацювання результатів досліджень проводилось у обчислювальному центрі ЛНАУ.

Публікації. Результати досліджень пройшли апробацію в 1 роботі.

Одержані результати досліджень:

- одержана математична модель роботи щіткового очисника;
- оптимізовані конструктивно-технологічні параметри модернізованого робочого органу доочисника головок коренеплодів.

Впровадження одержаних результатів досліджень дозволить підвищити ефективність робочого процесу збирання коренеплодів та їх очистки, зменшить питому енергомісткість і металомісткість обладнання.

1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ МЕЗАНІЗОВАНОЇ ОЧИСТКИ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Технологічні властивості коренеплодів цукрових буряків

Цукровий буряк, одна з важливих культур, що дає змогу забезпечити людство високоякісним цукром. Отже виробництво продукції буряківництва є важливим завданням.

В Україні для забезпечення сучасних технологій вирощування цукрових буряків передбачають виробництво бурякозбиральних машин, пристосованих для збирання коренеплодів, посаджених з шириною міжряддя 45 см, і відстаню у рядку від 28 до 35 см.

Параметри, які характеризують коренеплід, це його діаметр, який коливається в межах 55 – 80 мм, і робоча довжина — 215 – 240 мм.

Гичка коренеплодів виступає побічним продуктом, який можна використовувати у вигляді сидератного добрива, або згодувати на корм худобі. Враховуючи, що в процесі збирання гички, в загальну масу потрапляє дуже багато хворих і підгнивших листків, довготривале її зберігання не є доцільним. Практично 30 – 40% коренеплодів, що поступають на приймальні пункти або цукрові заводи мають значні травми у вигляді сколів, порізів, розколювання тіла коренеплоду, які не вкладаються в допустиму норму 12%. Частина коренеплодів залишається сильно забрудненими залишками гички, залишки якої прискорюють гнильні процеси в кагатах де їх зберігають, а також негативно впливає товарність продукції. Досліди свідчать, що в буртах, де 9 – 10 % коренеплодів пошкоджені, процеси гниття, проходять у 4,5 рази інтенсивніше.

На кожен 1% залишків гички на коренеплодах вихід цукру зменшується на 0,19 %.

До коренеплодів, що поступають на приймальні пункти ставлять дуже серйозні вимоги: вміст домішок у вигляді зеленої маси до 3 %, підв'ялених коренеплодів до 5, буряків з значними пошкодженнями - до 12. Некондеційна продукція на 20% оплачується нижче стандартної.

1.2. Способи і машини для збирання гички коренеплодів

Для збирання гички використовують спеціальні гичкозбиральні машини або бурякозбиральні комплекси. Вони оснащені гичковидаляючими механізмами активної або пасивної дії, інколи вони можуть бути встановлені послідовно. Конструкції гичковидаляючих механізмів, що застосовують на комбайнах переважно подрібнюючих типів. В залежності від способу видалення гички коренеплодів, розрізняють кілька різних технологій.

Однофазна, з використанням бурякозбиральних комбайнів, коли за один технологічний прохід виконуються всі операції: зрізання гички, доочистка головок коренеплодів від залишків зеленої маси, викопування коренеплодів, їх очистка на сепаруючих робочих органах від залишків ґрунту, з подальшим завантаженням у бункер, з бункера чиста продукція перевантажується у транспортні засоби, або у кагати, що розташовані на краю поля.

Якщо вище перераховані операції виконувати окремо, або об'єднувати у блоки в певній послідовності, то відповідно існують, ще двох-, три-, чотири- фазні технології.

Для реалізації комбайнового способу збирання, використовують шестирядні комбайни бункерного типу: SF-10, Moreau (рис.1.1), КСБ-6 «Збруч» (рис.1.2) [5].

Двофазний спосіб охоплює дві окремі фази збирання.

Перша (комплекс машин МТЗ-80 + БМ-6А або МТЗ-80 + МБП-6, або МТЗ-80 + МБК-2,7) [8]: забезпечує зрізання гички з подальшим її завантаженням, або подрібненням і розкиданням, залежно від агрегату, що виконує дану операцію.

Друга (машин МКК-6, РКМ-6 і КС-6Б): викопування коренеплодів, з подальшою очисткою і вкладанням у валок, або завантаженням у транспортні засоби.



Рисунок 1.1 - Шестирядні комбайни зарубіжного виробництва



Рисунок 1.2 - Шестирядний комбайни вітчизняного виробництва КБС-6



Рисунок 1.3 - Двохрядний причіпний бункерний комбайн КБ-2

Висновки

На основі проведеного аналізу сучасних бурякозбиральних машин, бачимо що пріоритетним є спосіб видалення зеленої маси (гички) два етапи компактно скомпонованими робочими органами, перший, це її зрізання з подрібненням, другий, це доочистка головок коренеплодів від залишки гички. Дане конструктивне рішення, дозволяє звести до мінімуму час між двома послідовними операціями, зменшити енерговитрати і збільшити продуктивність. Однак розробку, або проектування нового робочого органу слід проводити в компановці з іншими механізмами, враховуючи особливості кожної з можливих технологій, а також агротехнічних умов врожайності і засміченості поля.

2. ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДООЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

2.1. Передумови теоретичних досліджень механізмів для видалення гички

Вимоги, що висуваються до гичкозрізальних механізмів наведені на рис. 2.1. На схемі вказані можливі втрати продукції із-за неправильного видалення гички.

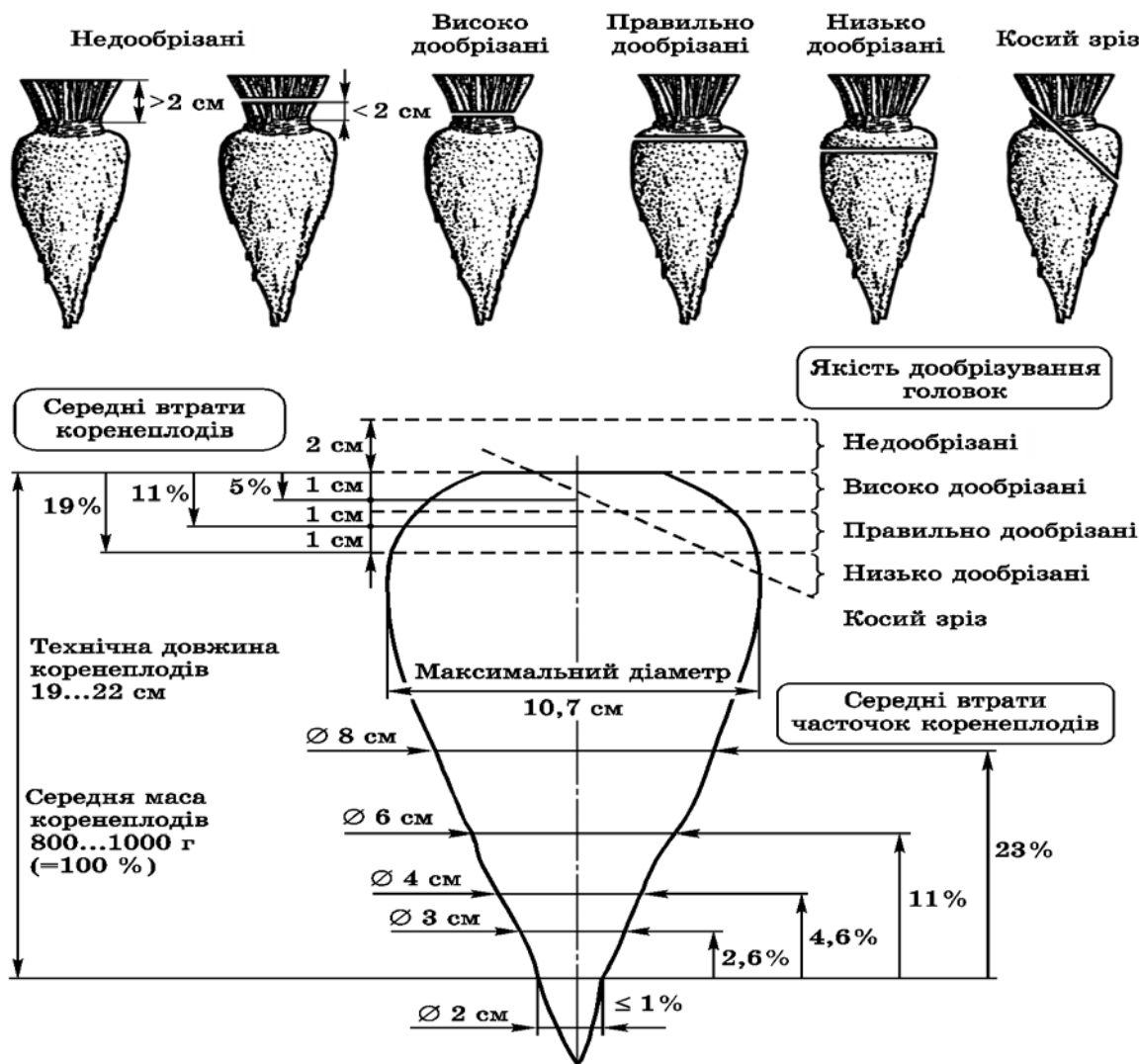


Рисунок 2.1 – Процентні втрати маси коренеплодів із-за некоректного збирання

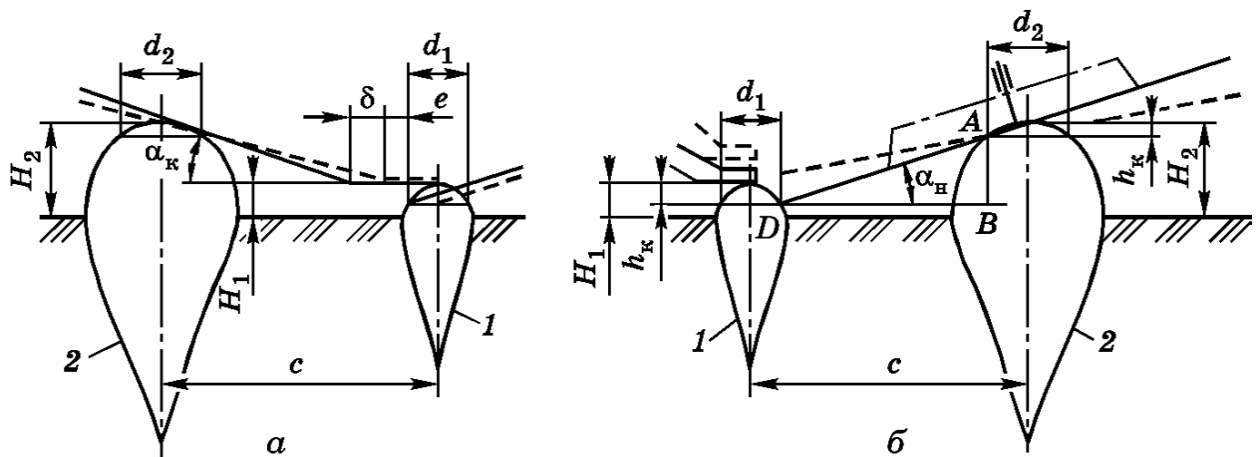


Рисунок 2.2 - Схема гичковиделяючого апарата на головки коренеплодів

Для якісного зрізання зеленої маси необхідно, щоб кут α_k був за можливості більшим. Враховуючи розмірні показники коренеплодів і конструктивні особливості гичкорізальних апаратів, оптимальним кута α_k їх встановлення вважають 15...20°.

2.2. Обґрунтування теми і задач дослідження

Перед конструкторами гичкозбиральних машин стоїть досить серйозна дилема, з однієї сторони необхідно максимально зрізати зелену масу, з другої сторони не можна травмувати коренеплоди. Надто глибоке зрізання зеленої маси, стає причиною значних втрат врожаю. Відповідно до сортових особливостей коренеплодів, частка головок у їх загальній масі 8-15%. Тому під час збирання коренеплодів виробничники стараються навпаки зрізати гичку вище необхідної норми зрізу.

Для забезпечення необхідної чистоти продукції, конструктори змушені встановлювати після зрізальних механізмів, полозовидні доочисники коренеплодів.

Але ефективність їх використання обмежується швидкісними параметрами руху машини 6 км/год, вище цієї швидкості, якість доочистки головок коренеплодів різко погіршується.

На перспективу планується після роторних подрібнювачів гички встановлювати вальцеві доочисники оснащені бичами з поліуретану, для забезпечення більш інтенсивної доочистки, і мінімального травмування коренеплодів.

На основі вищесказаного можемо зробити висновок, що одним із шляхів підвищення якості очистки коренеплодів є використання роторних безкопирних обрізчиків у комплексі з щітковими доочисниками головок коренеплодів виготовленими з поліуретану.

2.3. Розрахунок параметрів щіткового доочисника

Для забезпечення задовільної роботи щіткового роторного доочисника головок коренеплодів, на ньому необхідно закріпити необхідну кількість поліуретанових бил, їх кількість розраховуємо з формули:

$$i_g = 2\pi \cdot v_m \cdot K_p / (\omega_l \cdot d), \quad (2.1)$$

де ω_l - кутова швидкість обертання роторного блока оснащеного поліуретановими билами, рад/с;

K_p – коефіцієнт рівномірності розташування бил на валі очисника, $K_p = 3-4$,

v_m - швидкість руху гичкозбиральної машини, м/с,

d - діаметр січення поліуретанового била, м.

Затрати потужності, на виконання процесу зрізу і доочистки коренеплодів залежать від конструктивних особливостей будови гичкозбирального агрегату.

Сумарні витрати потужності для роботи гичкозбирального агрегату оснащеного роторним очисником з циліндричною щіткою і транспортером рівні:

$$N_{\Sigma M} = N_{щ.п.} + N_{щ.л.} + N_m + N_z + N_p, \quad (2.2)$$

де $N_{щ.п.}$ – потужність для приводу щіткового очисника;

$N_{щ.л.}$ - потужність для лоткової щітки очисника;

N_m – потужність для роботи транспортера;

N_z - потужність для приводу аеросипаратора;

N_p – затрати потужності на переміщення гичкозбиральної машини.

Для визначення значень складових потужності використовуємо методику.

Потужність на приводу щіткового очисника:

$$N_{щ.ц} = N_{м.в.} + N_{деф.} + N_6 + N_o, \quad (2.3)$$

де $N_{м.в.}$ - потужність, що затрачається на подолання сил тертя бил об головки коренеплодів;

$N_{деф.}$ - потужність деформації бил;

N_6 - затрати потужності на подолання опору повітря;

N_o – затрати потужності для видалення залишків гички та відкидання її на транспортер.

Витрати потужності, на подолання сил тертя бил об головки коренеплодів:

$$N_{м.в.} = \frac{P f_6 V_{ш}}{1000 \eta_1} + \frac{P f_6 V_{ст}}{1000 \eta}, \quad (2.4)$$

де P - реакція головки коренеплоду, що протидіє щітці, Н;

f_6 - коефіцієнт тертя бил по гичці;

$V_{ш}$ - швидкість кінців бил, м/с;

η_1 - ККД від двигуна до очисника;

η - ККД енергетичного засобу.

Реакція P визначається з врахуванням довжини бил S і $y = S - AL$:

$$S = J_s / (\alpha\sqrt{2}); \quad y = J_i / (\alpha\sqrt{2}),$$

де α - силовий параметр, m^{-1} ;

J_s, J_i - інтеграли, що характеризує особливості деформації бил.

Силовий параметр (m^{-1})

$$\alpha = \sqrt{P/(EJ)}, \quad (2.5)$$

де EJ - жорсткість била, H/m ;

P - реакція, що діє на било, H .

Значення інтегралів і коефіцієнтів K :

$$J_s = -1,515K^2 - 2,645K + 0,707; \quad (2.6)$$

$$J_i = -2,16K^2 - 2,623K + 0,687.$$

Використовуючи S і y , коефіцієнт K отримаємо:

$$K^2(2,16 S - 1,515 y) - K(2,623 S - 2,465 y) + (0,707 y - 0,687 S) = 0, \quad (2.7)$$

Реакція P (Н), що діє на била очисника:

$$P = P' i_{e.u.} \beta / (2\pi), \quad (2.8)$$

Коефіцієнт тертя сталевого била очисника $f_e = 0,35-0,4$, для била з капронового моноволокна $f_e = 0,4$. Потужність $N_{def.}$, що затрачається на деформацію била очисника:

$$N_{def.} = \frac{M_{д\omega}}{1000\eta_1}, \quad (2.9)$$

де M_D - момент деформації била, $M_D = Pa + Py$ (тут $a \approx 5\Delta L$);

ω - кутова швидкість обертання бильного очисника, рад/с.

За результатами розрахунків бачимо, що відділення решток гички і її відкидання відбувається у зв'язку з передачею їй потенційної енергії деформації бил. Отже $N_0 = 0$.

Момент опору (H^*m), створений кожним билрм,

$$M = c \cdot S_M \cdot \rho \cdot r_m \cdot V_1^2 / 2, \quad (2.10)$$

де c - коефіцієнт опору била, приймаємо $c = 2,56$;

S_M - бічна площа поверхні била, m^2 ;

ρ - щільність повітря, kg/m^3 ;

r_m - відстань била до вісі обертання, m ;

V_1 - кутова швидкість била очисника, m/s .

Затрати потужності (кВт) на подолання шкідливих опорів:

$$N_{\text{в.}} = \frac{M\omega_1}{1000\eta_1}, \quad (2.11)$$

Згідно робочих режимів роботи щіткового очисника визначають: розподілену по билі діючу відцентрову силу q_{cp} (H/cm):

$$q_{cp} = m \cdot \omega^2 \cdot r_{cp} / l, \quad (2.12)$$

де m - маса била, kg ;

ω - кутова швидкість била, $рад/с$;

r_{cp} - відстань між віссю обертання щітки, до середини її била, $см$;

l - довжина била, $см$; і силові коефіцієнти β і β_1 ($см^{-1}$),

$$\beta^2 = \frac{q_{cp}}{2EJ}; \quad \beta = 0,5 \beta_1^2, \quad (2.13)$$

де EJ - жорсткість била, H^*cm^2 .

Отримаємо:

$$S = \frac{J_1}{\beta_1}; \quad y = \frac{J_2}{\beta_1}. \quad (2.14)$$

Знаючи вертикальну реакцію, вважаємо, що $P_{cp} = P'$.

Сумарну діючу реакцію, на било, визначаємо з формули:

$$P = P' i_p, \quad (2.15)$$

де i_p - число бил контактуючих з головкою коренеплоду, $i_p = 0,5i$.

Затрати потужні на подолання сили тертя роботі щіткового очисника:

$$N_m = \frac{P f_E r_1 \omega}{1000 \eta}, \quad (2.16)$$

де r_1 - відстань від вісі щітки очисника до точки прикладання реакції.

Частина енергії, що затрачається на роботу щіткового очисника, припадає на деформацію бил. Її визначають за величинами K , β і q .

Момент, що припадає на деформацію бил:

$$M = \sqrt{2} \beta E J \sqrt{(q \sin \varphi_0 - q \sin \varphi_1 - \cos \varphi_0 + \cos \varphi_1)}, \quad (2.17)$$

$$\text{де } \varphi_1 = \frac{\pi}{2} - \theta; \quad \sin \theta = K;$$

φ_0 - кут, між місцем кріплення била і горизонтальною віссю.

Приймаємо, що $i_p = 0,5i$, потужність, необхідна для деформації бил,

$$N_\partial = \frac{0,25 M i \omega}{1000 \eta_1}, \quad (2.18)$$

На привід щіткового очисника затрачається потужність:

$$N_{ц.л} = N_m + N_p. \quad (2.19)$$

Затрати потужності на транспортування зеленої маси конвеєром:

$$N_m = N_k + N_{ш}, \quad (2.20)$$

де N_k - затрати потужності на привід конвеєра;

$N_{ш}$ – затрати потужності на привід вала бильного очисника.

2.4. Завдання досліджень

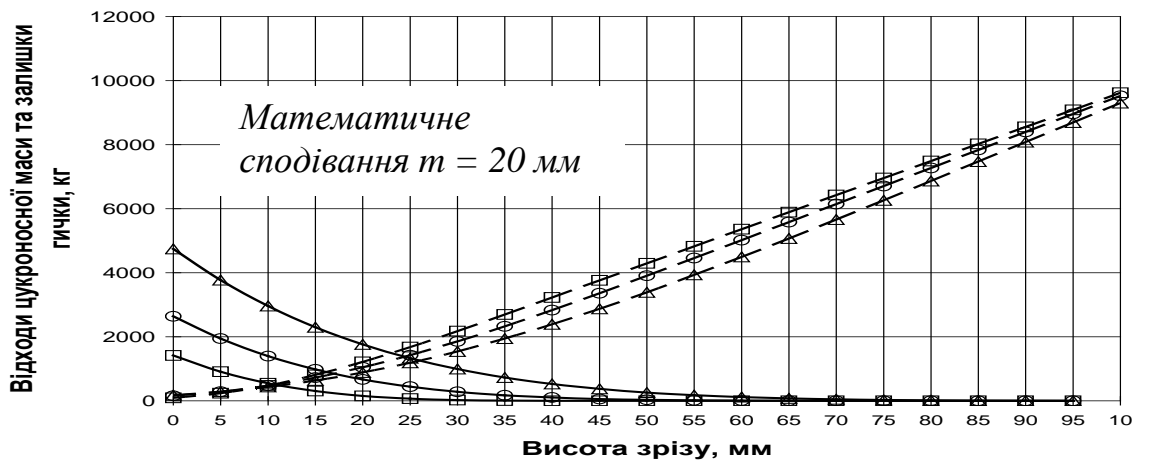
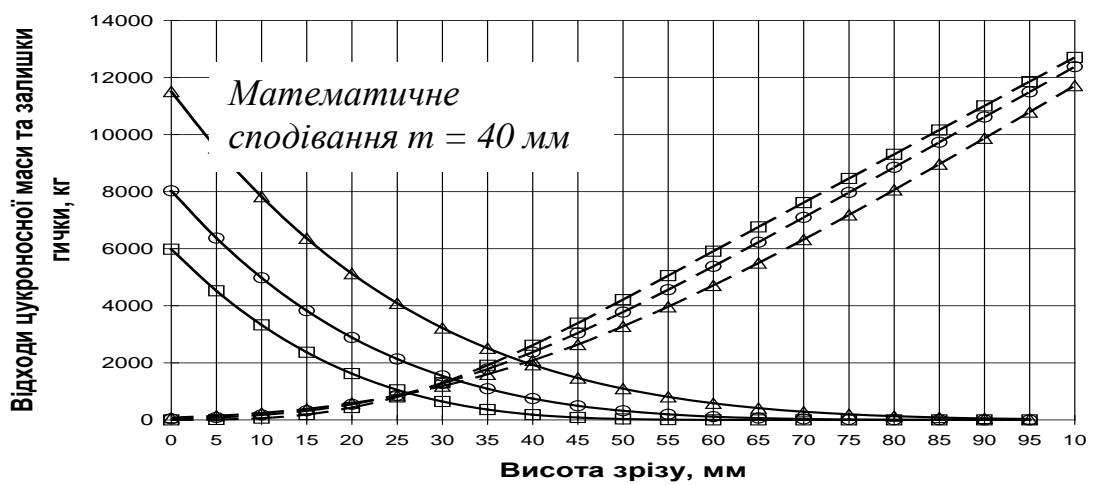
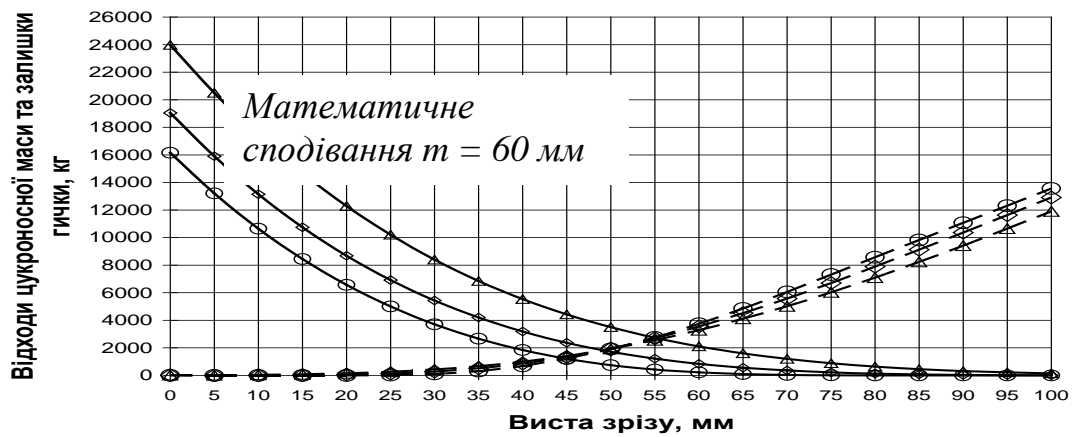
Основним завданням роботи є створення нового доочисного механізму головок коренеплодів на базі уже існуючих, з обґрунтуванням його основних конструктивних особливостей і вибором робочих режимів, що забезпечать максимальну ефективність його використання

Для досягнення поставленої мети використаємо роторний щіточний очисник касетного типу. Використання такої конструкції дозволяє змогу здійснювати заміну спрацьованих касет на нові.

Використовуючи різний матеріал для виготовлення бил щіточного очисника, можемо дослідити їх вплив на якість очистки головок коренеплодів. Оскільки процес очищення залишків гички з головок коренеплодів відбувається специфічно, то ці процеси потребують глибокого вивчення і теоретичних досліджень.

Немаловажне значення під час роботи щіточного очисника також мають, його довжина бил, їх жорсткісні показники і зносостійкість, адже відних буде залежати ефективність його роботи та надійність.

Використання очисних механізмів даного типу забезпечить мінімальне вибивання коренеплодів з ґрунту і їх травмування, адже еластичні била забезпечать більш лагідний процес відділення залишків зеленої маси з поверхні головок коренеплодів.



середньоквадратичне відхилення- $\square \sigma = 10$ мм — - відходи цукронової маси
 $\triangle \sigma = 20$ мм - - - залишки гички на коренеплодах
 $\circ \sigma = 30$ мм

Рисунок 2.3 - Втрати цукру у відходах маси гички при безкопінному зрізі

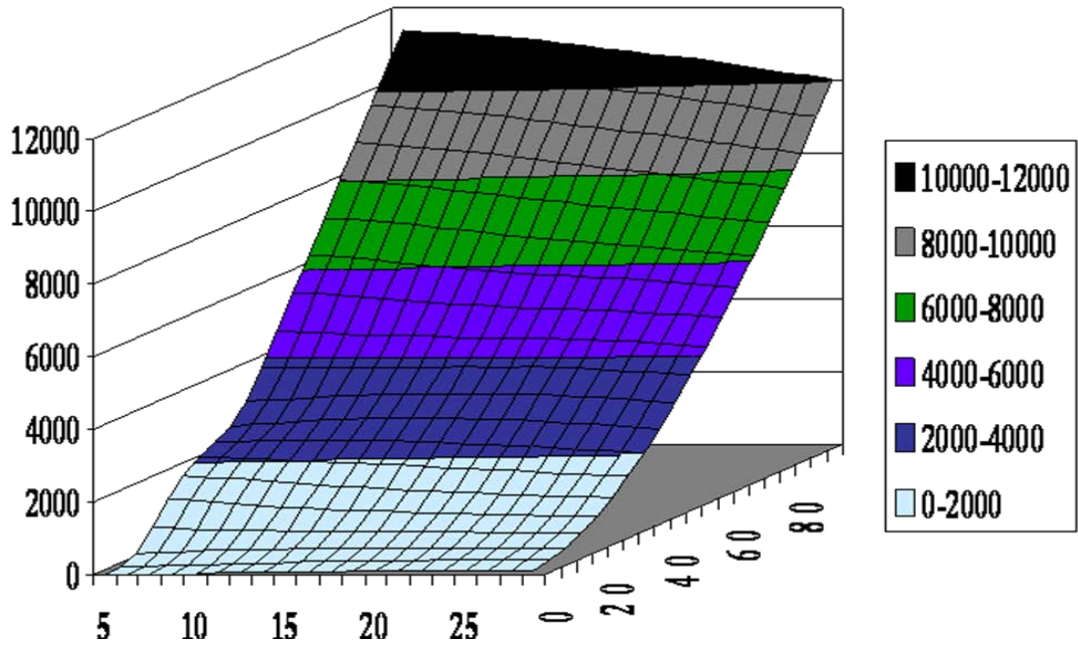


Рисунок 2.4 - Залишки гички на головках коренеплодах при безкопірному зрізі і математичному сподіванні $M=40$

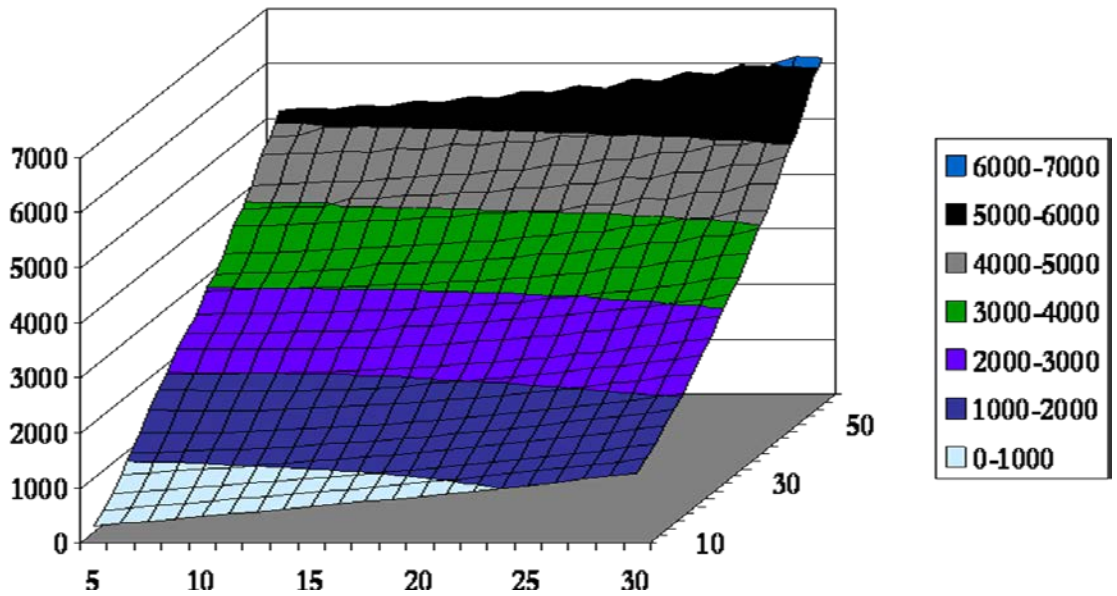


Рисунок 2.5 - Втрати цукру у відходах маси при копірному зрізі в залежності від математичного сподівання і середньоквадратичного відхилення

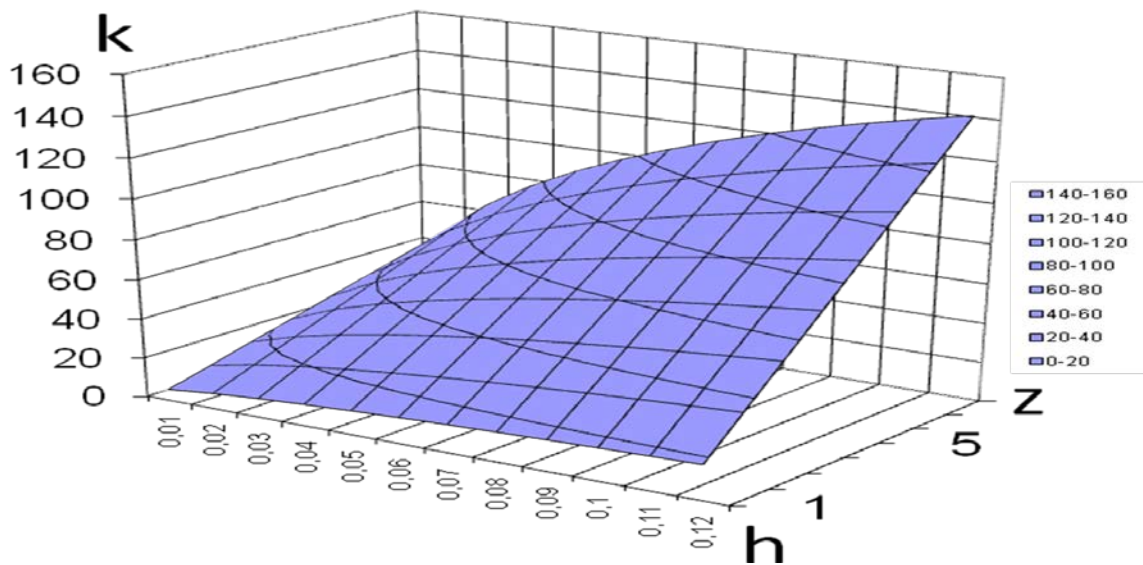


Рисунок 2.6 – Вплив висоти виступання головок коренеплодів на кількісну взаємодію щіток очисника для $w=115 \text{ c}^{-1}$ і $V_n=2 \text{ м/с}$.

Висновки

До основних напрямків модернізації щіточних доочисних пристроїв, можна віднести:

1. Досягнути зменшення травмування коренеплодів робочими поверхнями роторних очисників бильного типу, покривши поверхню бил еластичним матеріалом.

2. Підвищити продуктивність роторних очисників бильного типу можна зміною довжини бил і їх встановлення з перекриттям.

3. Досягнути підвищення продуктивності роторних очисників бильного типу за рахунок збільшення їх обертів не дасть бажаного ефекту, адже зросте кількість вибитих коренеплодів з ґрунту.

4. Підвищити надійності роторних очисників бильного типу можна використовуючи різноманітні композитні сполуки, але цей процес потребує більш детального вивчення.

3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма проведення експериментальних досліджень

Дані методи лабораторних досліджень включають, якість очистки головок коренеплодів від залишків зеленої маси враховуючи: довжина бичів (очікувальних елементів), їх кута встановлення, коефіцієнта тертя бил по поверхні головок коренеплодів, кутової швидкість обертання вала очисного механізму, співвідношення кутової та поступальної швидкостей щіток і гичкозрізального агрегату.

За методикою випадкового балансу, проводимо експеримент відсіву незначущих факторів.

Для побудови матриці експерименту відсіву, проводимо вибір факторів, що впливають на рівень варіації і їх кодуюмо (+) і (-) (табл. 3.1).

Таблиця .3.1- Впливові фактори на критерій оптимізації

Фактор і його знак	Рівень факторів	
	-1	+1
x_1 – довжина бил, м	0.08	0.11
x_2 – кут встановлення бил, град	0	20
x_3 – кут тертя бил по головці коренеплоду, град	33	40
x_4 – колова швидкість обертання бил, c^{-1} .	50	100
x_5 – співвідношення кутової та лінійної швидкостей руху бил,	1.2	2.1
x_6 – амплітуда коливань бильного апарату, град.	0,5	1

Для факторів, що досліджуємо, побудуємо матриці відсіву млозначущих значень і для кожних створимо напіврепліку. Змішуючи системні дробові

репли побудуємо матрицю для планування повно факторного експерименту відсіву 2^6 наступним чином.

Формуємо на основі результатів повнфакторного експерименту дві напіврепліки типу 2^{3-1} і визначаєм контраст факторів:

$$I_1 = x_1 x_2 x_3, \quad (3.1)$$

$$I_2 = x_4 x_5 x_6, \quad (3.2)$$

За цією матодикою оцінюємо вплив окремих факторів.

Результати планування матриці експерименту відсіву заповнюємо в таблицю 3.2, створену для 1...7 колонок, шляхом змішування двох напівреплік 2^{3-1} .

Таблиця. 3.2 - Матриця відсівного експерименту

№ вимір.	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Y
1	-	-	-	-	+	-	
2	+	+	-	+	-	-	
3	+	-	+	+	+	+	
4	-	+	+	-	-	+	
5	-	-	-	+	-	-	
6	+	-	+	-	+	-	
7	+	+	-	-	-	+	
8	-	+	+	+	+	+	

Побудівавши матрицю, використовуємо її в дії.

На основі отриманих результатів бідуємо діаграми розсву спостережень за рівнями факторів [7]. Медіану приймаємо в якості середнього значення отриманих результатів. Для парного числа значень $2m$ результатів медіана прирівнюється я до середнього значення двох середніх проміжків, для випадку $2m + 1$ медіана буде значення фактора $m + 1$, для першої ситуації:

$$M_e = \frac{x_m + x_{m+1}}{2}; \quad (3.3)$$

Для другої ситуації:

$$M_e = x_{m+1}, \quad (3.4)$$

де m – половина значень дослідів у рядку.

Значимість впливу кожного фактора x_i розраховуємо за формулою [7]:

$$x_i = \frac{\overline{y_1 + y_3 + y_5 + \dots + y_n} - \overline{y_2 + y_4 + y_6 + \dots + y_{n+1}}}{k_i}, \quad (3.5)$$

де $\overline{y_1, y_3, y_5 \dots y_n}$ – середнє значення оптимізаційног критерію для рівня дослідів (+);

$\overline{y_2, y_4, y_6 \dots y_{n+1}}$ – середнє значення оптимізаційног критерію для рівня дослідів (-);

k_i – середнє значення оптимізаційного критерію.

Значимість виділиних факторів перевіряємо за критерієм - t (критерієм Ст'юдента) з формули [9]:

$$t = \frac{(\overline{y_1 + y_3 + \dots + y_n}) - (\overline{y_2 + y_4 + \dots + y_{n+1}})}{S_R \sqrt{\sum \frac{1}{n_i}}}, \quad (3.6)$$

де S_R – середньоквадратична відхилення значень факторів.

З таблиці вибираємо значення досліджуваног фактора в залежно вїй його значимості чи степеня вільності. Число степеня вільності f знаходимо з формули:

$$f = \sum n_i - k, \quad (3.7)$$

де k – необхідна кількість граф у таблиці для вирахування змінних факторів.

3.2. Дослідження механічних властивостей бил щіточного очисника

Гичкоочисні механізми щіточного типу, при очистці головок коренеплоду повинні забезпечувати щільний контакт між билами і

залишками зеленої маси. Чим краща ця взаємодія, тим вища якість виконання робочого процесу оситки головок коренеплодів від залишків гички.

Щоб забезпечити високоякісну роботу щіткового механізму, в першу чергу, необхідно зробити вибір матеріалу, з якого виготовляють била. Від виду матеріалу, залежить довговічність роботи щіткового очисного механізму, його надійність, ступінь вибивання та пошкодження укоренеплодів (рис3.3.).

З цією метою проведемо експериментальні дослідження, як будуть впливати конструктивні параметри очисного механізму на якість його роботи, а діаметр бильного апарату, довжина бил, матеріал бил на жорсткість щіткового механізму.

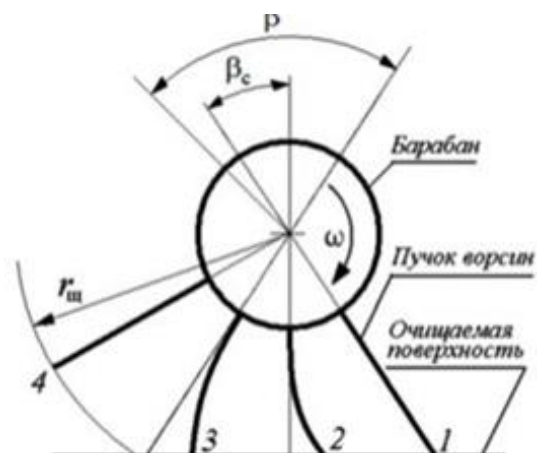


Рисунок 3.1- Схема руху бил по поверхні



Рисунок 3.2 -Визначення діаметру дослідних зразків бил

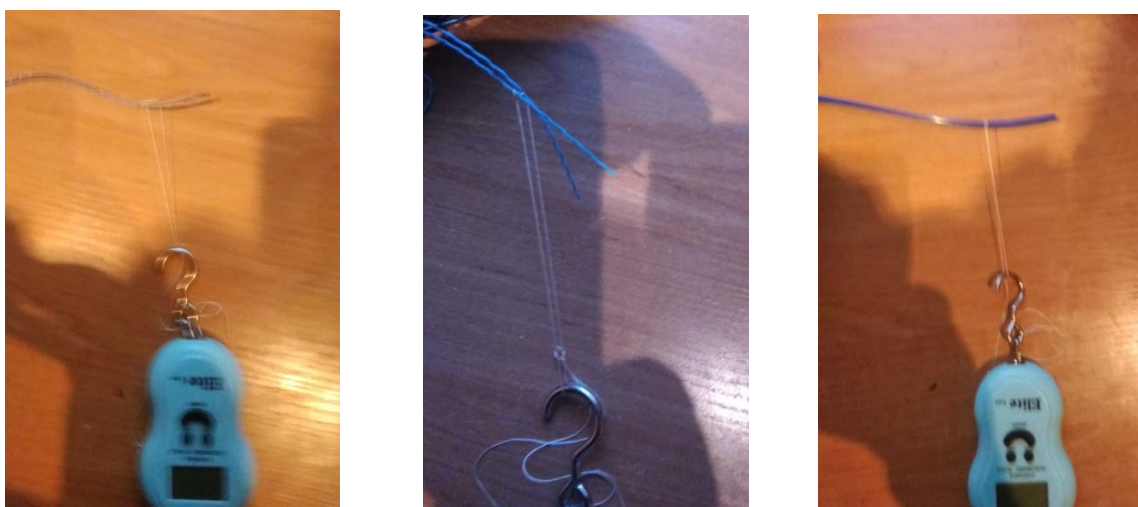


Рисунок 3.3- Визначення жорсткості дослідних зразків бил

Проблемою польових досліджень лабораторного бладнання запропонованого очисного механізму, полягає в тому, що на процес доочистки головок коренеплодів, впливає велика кількість факторів, як суттєвих, так і мало важливих: вологість гички, ступінь стиглості, висота зрізу, діаметр головки коренеплоду та ін. Але, польові дослідження - це єдиний експеримент, що дозволяє оптимізувати процес доочистки головок коренеплодів.



Рисунок 3.4 - Загальний вигляд гичкозбирального агрегату під час польових випробувань

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати лабораторних та польових досліджень [12] свідчать, що на роботу шнекового очисника щіткового типу найбільш суттєво впливають, на якість очистки головок коренеплодів:

- діаметр бильного барабана (R_{KP});
- ухил витків ротора щіткового типу до вертикально складової (β);
- ухил площі обертання ротора щіткового типу до головок коренеплодів (α).

Завданням роботи є дослідити вплив конструктивно-технологічних параметрів очисного механізму щіткового типу.

4.1. Результати взаємодії гичкоочисного механізму з головкою коренеплодів

Основною умовою застосування гичковидаляючих агрегатів, є можливість їх використання в любых погодніх умовах, чим є характерний осінній період, коли відбувається збирання коренеплодів (висока вологість ґрунту, приморозки, наявність снігового покриву).

Серед технологічних показників, які є характеристикою залишків гички коренеплодів, опір її руйнуванню, що виникає в процесі взаємодії бичів з гичкою, сили щеплення, що проявляються в процесі взаємодії, від них залежить ефективність роботи бил і ступінь травмування тіла коренеплодів.

При взаємодії била щіткового очисного механізму з головкою коренеплода, вступає в дію зовнішнє тертя ковзання била по залишках зеленої маси і тілі коренеплоду. Від його значення залежить ефективність роботи очисника. Вплив щіткового апарату на головки коренеплодів залежить від питомого тиску бил на них і їх довжини. Більша довжина бил, збільшує тривалість стираючого ефекту, але в той же час і сприяє вибиванню

коренеплодів з ґрунту. Вибір оптимальної довжини бил, запорука високої їх якості роботи.

Таблиця 4.1.

Показники	Значення показника
Зусилля відділення зеленої маси від головки коренеплоду, Н	50...650
Коефіцієнт зовнішнього тертя гички по металу:	
статичний	0,50...0,70
динамічний	0,45...0,70
Зусилля пошкодження коренеплодів, кН/м	3...6
Опір гички зусиллям зрізу, кН/м	1...4
Кут природного відкосу для зеленої маси буряків, град:	
статичний	
динамічний	35...40
Затрати енергії на видалення підкопаного коренеплоду з ґрунту, Дж	25...30
Опір гички розривному зусиллю, МПа	1,21
Енергія зв'язків гички з тілом коренеплоду при дотичному зусиллі, Дж	33,90

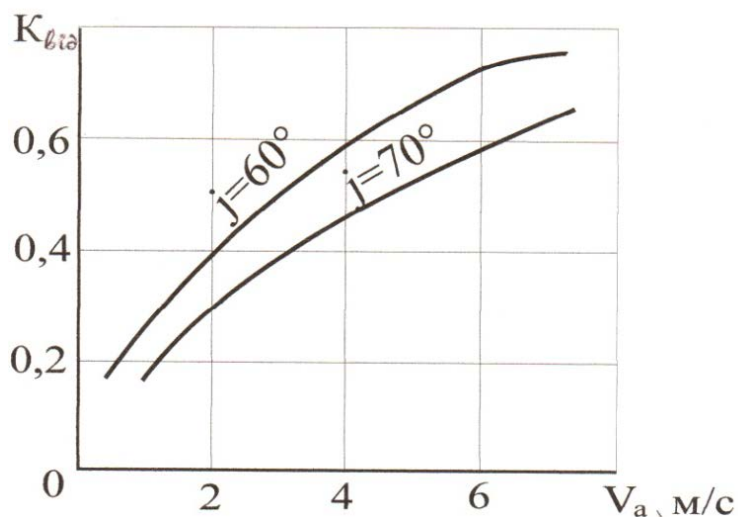


Рисунок 4.1 – Залежність коефіцієнта переміщення гички від швидкості обертання щітки доочисника

Таблиця 4. 3 - Результати коефіцієнта тертя бил до головки коренеплоду

Матеріал бил	Діаметр бил d_b , мм	Коефіцієнт f_{θ}	Момент згину, $M_{зг}$. Н·см
1. Поліуретан	1,45-0,62	0,36	11,2
2. Сталевий дріт	0,82-1,52	0,34	14,4
3. Поліамід	2,0-2,7	0,4	12,6

4.2. Продуктивності гичковидаляючого механізму від кроку навивки бил та частоти їх обертання

З рис 4.2. вибираємо робочий крок навивки спіралі щіточного била.

При обертах навивки спіралі щіточного била 100 хв^{-1} продуктивність гичкодоочисного агрегата збільшується пропорційно зміні гвинта кроку навивки бил. Чим вища частота обертання бил, і їх крок навивки, тим вища продуктивність $h=80$ мм, після проходження цього порогу відбувається зворотній процес.

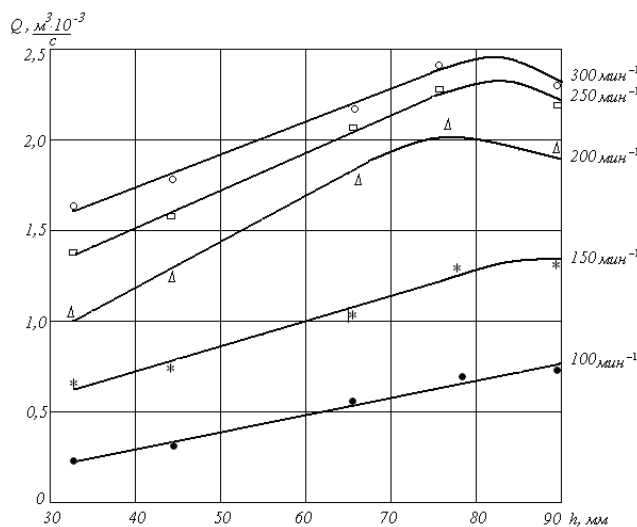


Рисунок 4.2 – Залежність продуктивності гичкоочисного механізму від кроку навивки бил

Згідно графіка зміни продуктивності, його найвище значення відповідає крокові навивки 67 мм ($h = 1,2D$), для роторного очисника щітчного типу (рис. 4.3). Найвища продуктивність очистки головок коренеплодів, відповідає щіткам з кроком навивки $h = (1,2 - 1,4)D$.

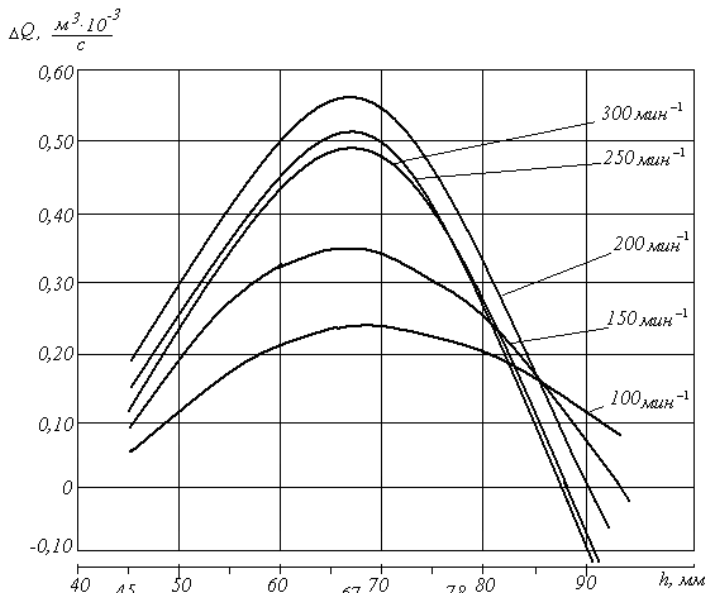


Рисунок 4.3 - Залежність зміни продуктивності гичкоочисного механізму з різним кроком навивки бил

Під час дослідження оптимальних обертів шнекового механізму, було встановлено, що при збільшенні швидкості його обертання, продуктивність зростає у всіх випадках, але цей показник різний для кожного окремого випадку (рис. 4.4).

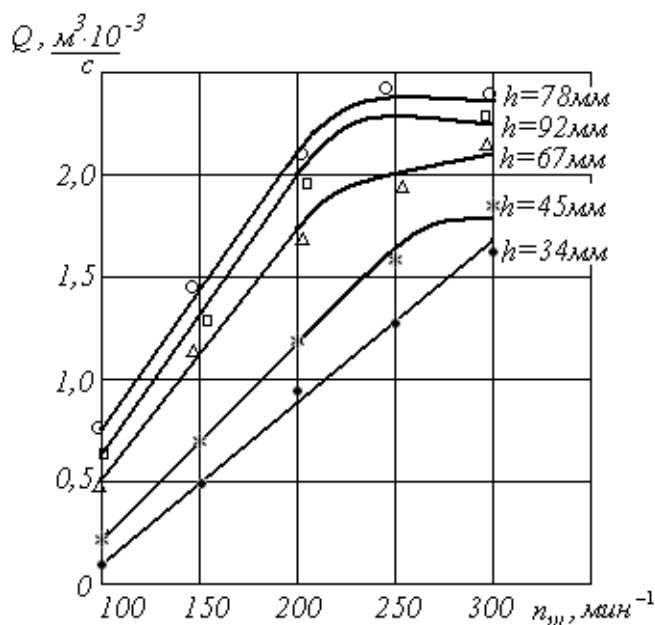
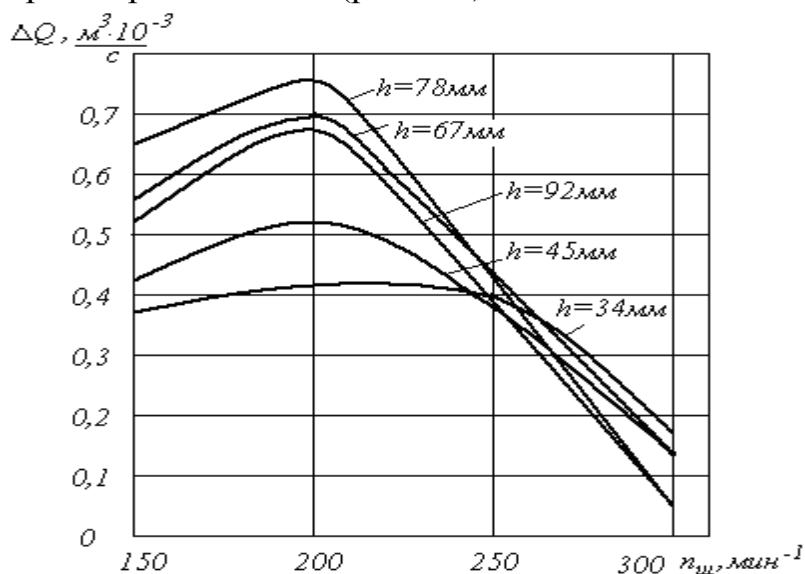


Рисунок 4.4 – Залежність продуктивності гичкоочисного механізму від швидкості обертання очисного вала

Для очисного вала щітчного типу з кроком навивки бил 34 мм, продуктивність пропорційна його обертам.

Для очисних валів з більшим кроком навивки бил продуктивність зростає 250 $хв^{-1}$ і $h = 45$ мм, після чого відбувається спад.

Найвища продуктивність очисника щіткового типу, забезпечуються при обертах 200 хв^{-1} (рис. 4.5).

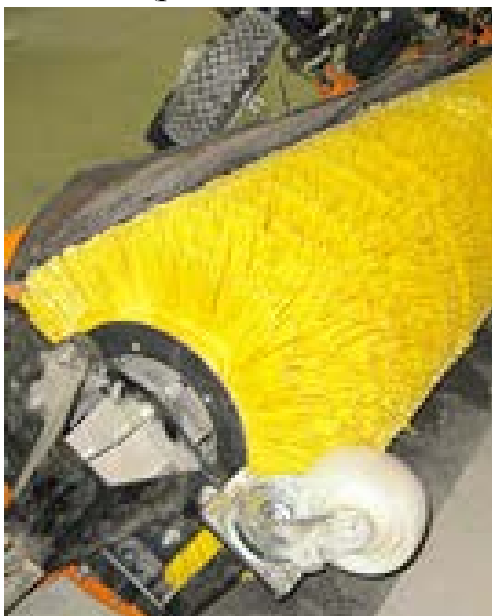


Рисункунок 4.5 - Залежність приросту продуктивності очисного механізму від його оборотів

Зменшення обертів до $n_{ш} = 150 \text{ хв}^{-1}$, або збільшення до $n_{ш} = 250 \text{ хв}^{-1}$ негативно впливають на приріст продуктивності.

Можемо зробити висновок, що для якісної очистки головок коренеплодів, очисником щіткового типу, є оберти від 150 до 200 хв^{-1} .

Як впливає кута нахилу спіралі бил очисної щітки на продуктивність, визначали використовуючи експериментальний очисник. Дане обладнання наведено на (рис. 4.6).



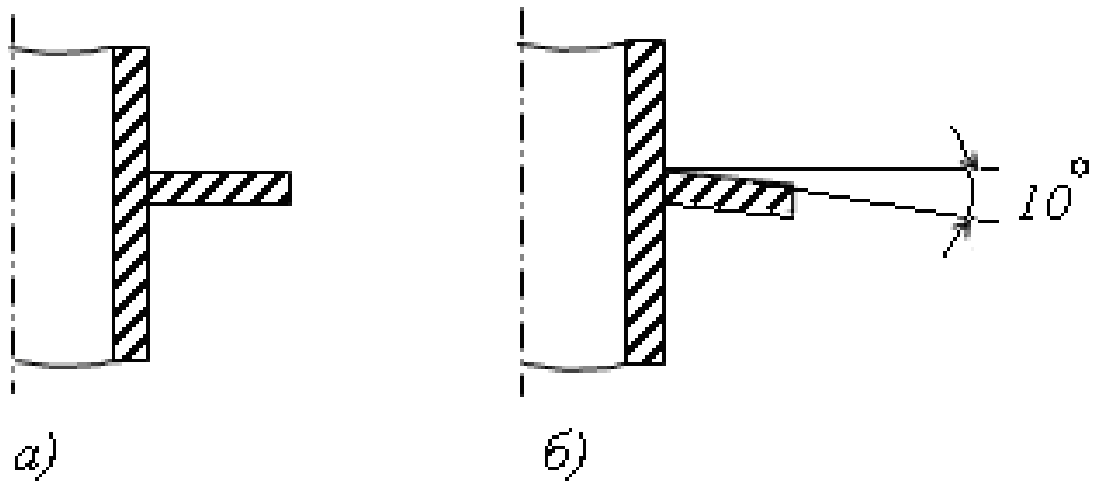


Рисунок 4.6 - Схеми розміщення спіралі витка відносно осі вала доочисника щіткового типу: *а* - перпендикулярно, *б* – під кутом

Результати (рис. 4.7) свідчать, що на продуктивність очисного механізму щіткового типу впливає кут встановлення бил, зміна кута сприяє її росту у 1,48...1,50 рази, в порівнянні з встановленими перпендикулярно.

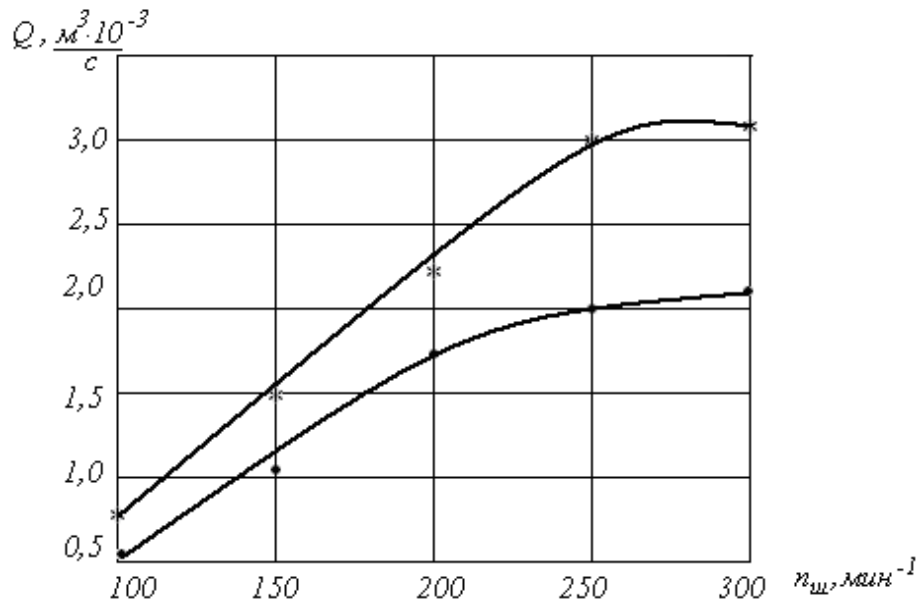


Рисунок 4.7 - Зміна продуктивності очисного механізму для різних частот обертання і різних кутів нахилу спіралі: \bullet — \bullet - спіраль перпендикулярна, \ast — \ast - спіраль похилена

В процесі експериментальних досліджень було встановлено, що число заходів спіралі щітчного очисника має вплив на його продуктивність, двохзахідні очисники щітчного типу більш продуктивні ніж однозахідні, але значно рідше використовуються, із-за складної конструкції, проблем що виникають під час демонтажу та ремонту, високої ціни виготовлення.

Не зважаючи на проблемність використання двохзахідних шнекових очисників головок коренеплодів, нами були проведеня дослідження з ефективності їх використання.

Отримані результати свідчать, про те, що шнеки з двохзахідною навивкою бил, мають вищу продуктивність у порівнянні з одно західним, для $n_{ш} = 200 \text{ хв}^{-1}$ на 6,3%, для $n_{ш} = 100 \text{ хв}^{-1}$ - на 19,1%.

Дослідження ефективності використання щіткових очисників більного типу для очистки головок коренеплодів від залишків гички, засвідчили, що травмування коренеплодів з його використанням на 25-27% менші, ніж у базових моделей очисників.

Висновки

1. Проведені порівняльні випробування поліпропіленового і поліамідного ворсу, що застосовуються для щітчастих роторних очисників головок коренеплодів, доказали перевагу поліпропілену. Ворс щіток виготовлених з поліпропілену служать у 1.5-2 рази довше.

2. Даний тип ворсу відштовхує вологу, що якісно впливає на процес очистки.

3. Зовнішній діаметр щітчастого вала доочисника головок коренеплодів $D_6 = (2,5 \dots 3,5)a$ приймається згідно вказаного розрахунку .

6. Оптимальна подача на виток очисного шнека доочисника головок коренеплодів для якісного видалення залишків гички, 4...8 см.

7. Ширину захвату щітково гичковидаляючого механізму B приймаєм, враховуючи технічні та конструктивні показники бурякозбирального агрегату, з яким він буде агрегатуватись.

8. Максимальне заглиблення ворсу a витка шнека доочисника головок коренеплодів в гичку має зв'язок із радіусом R і кутом α_0 .

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Моделювання процесів виникнення травм

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд, виробничих процесів і технологій. Але як показали дослідження. Будь-яка аварія або катастрофа може бути наслідком однієї із багатьох потенційних небезпечних ситуацій або їх поєднання. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних процесів, що імітують формування і виникнення складних аварій. Обчисленням рівня безпеки можна спрямувати удосконалення конструкції технічних засобів на зниження їх небезпек, а також вживати термінованих заходів для усунення небезпек з більш високим рівнем.

Метод "дерева", дерева несправностей або дерева помилок оператора застосовують для аналізу складних систем. Аналіз умов обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показав, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови "дерева" відказів та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві. Так побудовані операторні або логіко-імітаційні моделі травм.

Основні принципи побудови моделі такі. Визначається виробництво, на якому мали місце раніше або можуть мати місце аварії, виробничі травми. Для побудови логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи. Що характеризують ті чи інші полії. Як правило побудова моделі починається з головної операції, а наступні розміщуються зверху вниз аж до базових подій.

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Для того, щоб оцінку рівня небезпеки певного об'єкта чи явища запровадити на виробництві, необхідний простий і доступний метод обчислення значень ймовірностей будь-якого випадкового явища. Основні принципи того методу полягають у тому, що на основі обстеження робочого місця виявляють виробничі небезпеки аварійні та травмонебезпечні ситуації. При оцінці ситуації визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логіко імітаційної моделі. Після цього будують модель ("дерево помилок і відказів оператора"). При цьому важливе значення має правильний вибір головної випадкової події. Головна випадкова подія в даному випадку - травма модель якої побудована на (рис5.1.). Для побудови даної моделі ("дерева") травми використовують оператори "І" та "АБО", після цього виконують набір ситуацій, які призвели до цієї події, яку вибрано як головною, після визначення ситуації, що привела до травми визначаємо інші такі події, що входять до кожної такої ситуації. Процес побудови моделі триває поки не будуть здійснені усі базові події, що визначають межу моделі.

Після обчислення ймовірностей всіх подій, починаючи з лівої нижньої гілки "дерева", позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до даної моделі. Потім модель представляємо до математичного виконання ймовірностей випадкових подій. Застосовуючи формули.

1-Базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора "І" входять у наступну третю подію. Тоді ймовірність виникнення цієї події P_3 можна визначити так:

$$P_3 = P_1 P_2, \quad (5.1)$$

2- За допомогою оператора "І" три події з ймовірностями P_1 P_2 і P_3

формують четверту випадкову подію. Тоді ймовірність цієї події P_4 обчислюють так:

$$P_4 = P_1 P_2 P_3, \quad (5.2)$$

3- Оператор "І" об'єднує n події з ймовірностями P_1 і $P_2 \dots P_n$ тоді ймовірність вихідної події P буде

$$P = P_1 P_2 \dots P_n, \quad (5.3)$$

4- Дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора "АБО" входять до третьої події. Тоді ймовірність P_3 буде

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 P_2, \quad (5.4)$$

5- Оператор "АБО" об'єднує три базові події з ймовірностями P_1, P_2, P_3 , які за допомогою цього оператора входять у наступні події з ймовірністю P_4 Тоді ймовірність цієї події можна визначити за формулою:

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 - P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_3 + P_1 P_2 P_3, \quad (5.5)$$

6- Якщо оператор "АБО" входять чотири і більше випадкових базових події з відомими значеннями ймовірностей, то для спрощення обчислень їх згруповують по дві або по три події і застосовують наведені формули.

Після визначення ймовірностей вихідних подій кожної з таких груп, їх знову. необхідно згрупувати і провести аналогічні обчислення, аж поки не залишаться дві або три події, над якими необхідно провести ті ж операції. Так поступово обчислюючи ймовірність вихідних подій кожного окремого розгалуження, наближаємось до головної події і обчислюємо ймовірність її виникнення.

Таблиця 5.1 - Результати обчислень ймовірностей випадкових подій
логіко — імітаційної моделі

Випадкова подія, що увійшла в дану модель.	Номер події	Показник %
Стан контролю з охорони праці	1	0,3
Професійний рівень працюючого	2	0,5
Помилка працюючого	3	0,5
Підставка не фіксується	4	0,8
Стан підставки не оглядався	5	0,46
Стан контролю з охорони праці	6	0,4
Досвід працюючого	7	0,3
Підставка складена з випадкових предметів	8	0,56
Підставка не справна	9	0,67
Підставка не правильно встановлена	10	0,67
Підставка не правильно виготовлена	11	0,67
Підставка встановлена не за призначенням	12	0,67
Підставка втратила стійкість	13	0,38
Підставка зруйнувалась	14	0,16
Комбайн упав з підставки	15	0,35
Під комбайном знаходився робітник.	16	0,2
Травма	17	0,044

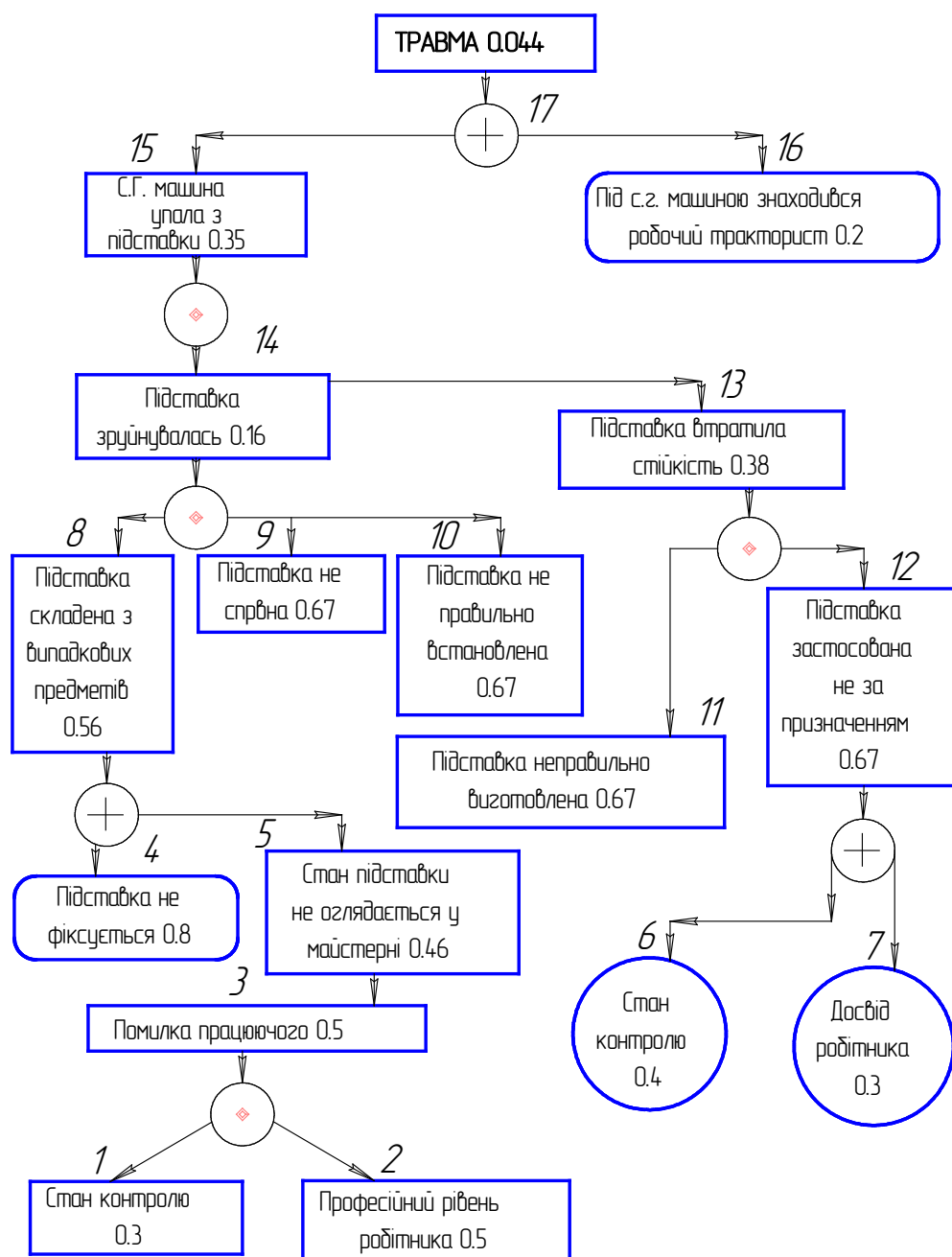


Рис.5.1. Модель „помилки і відмов оператора”

5.2. Охорона довкілля

Серед соціальних та екологічних тенденцій, що формують наше майбутнє, є стрімке зростання чисельності населення, скорочення посівних площ на душу населення, надмірне викачування підземних вод, поширення стійких органічних забруднювачів у ґрунтах, водах, повітрі. Внаслідок цього

людство постало перед загрозою виснаження природних ресурсів, проблемами виробництва продовольства та незадовільного харчування, глобальних кліматичних змін, поширення нових хвороб, зникненню місцевих екосистем.

Одним з найскладніших видів виробництва продукції необхідної для людини є сільське господарство. Його розвиток і кінцеві результати визначаються якістю і станом основних компонентів біосфери – ґрунту, води, повітря, знанням закономірностей оновлення природних ресурсів. Лише на основі дбайливого ставлення до природи можна розвивати сільське господарство не тільки сьогодні, але й завтра. Науково-технічний прогрес в агропромисловому комплексі повинен узгоджуватися із збереження рівноваги в природі. Сучасне аграрне виробництво повинно максимально врахувати екологічні особливості землеробських регіонів, їх природних ресурсів та умов.

Безумовно, вирішальну роль у переорієнтації напрямків і характеру майбутнього розвитку суспільства, гармонізації взаємовідносин між людиною і природою відіграватиме сучасна молодь, зокрема, майбутні фахівці сільського господарства.

Висновки

Проведено і визначено причини появи травматизму, який виникає у раз недотримання людиною правил і вимог техніки безпеки. На основі цього розроблено карту технологічних операцій для збирання коренеплодів, а також подано до кожної операції травмонебезпечні та аварійні ситуації, що виникають під час виробничого процесу.

Подано вимоги щодо виробничого обладнання та засобів механізації процесу збирання буряків.

Розроблено для працівників інструкцію з охорони праці під час роботи з бурякозбиральними агрегатами.

6. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічні показники, які характеризують ефективність застосування визначимо згідно ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88, ГОСТ 24055-88, ГОСТ 24056-88 по загальноприйнятих формулах [12,13].

Економічний ефект модернізованої гичкозбиральної машини складається з економії всіх виробничих витрат (живої праці, паливно-мастильних матеріалів, капітальних вкладень), яку одержить сільське господарство в результаті механізації процесу збирання гички[12].

Визначення економічного ефекту побудуємо на зіставленні приведених витрат (експлуатаційних витрат, капітальних вкладень) по базовій і новій гичкозбиральній машині. Як базу приймемо серійну машину БМ-6 порівняння з якою здійснимо, використовуючи методику за визначенням економічної ефективності нової техніки [14]. Після розрахунку основних економічних показників (річного економічного ефекту, терміну окупності, ступеня зниження витрат ручної праці і експлуатаційних витрат) визначимо рівень вагомості від використання нової машини БМ-6.

Значення продуктивності серійної машини за годину основного часу бралися за даними технічної характеристики. Продуктивність по збиранню гички визначалася по формулі:

$$Q = Q_{ga} \cdot Y, \quad (6.1)$$

де Q_{ga} – продуктивність гичкозбиральної машини;

Y – врожайність гички.

Продуктивність за годину змінного Q_z і експлуатаційного Q_e часу визначалася розрахунковим шляхом по наступних формулах:

$$Q_z = Q_o \cdot K_{cm}, \quad (6.2)$$

$$Q_e = Q_o \cdot K_{cm} \cdot K_z, \quad (6.3)$$

де Q_o – продуктивність за 1 годину основного часу;

K_{cm} – коефіцієнт використання робочого часу зміни;

K_z – коефіцієнт готовності.

Величини K_{cm} і K_z – приймалися за даними агротехнічних вимог на модернізацію гичкозбиральної машини.

Для визначення проекту оптової ціни експериментальної машини залежність:

$$Ц_{o.n.} = K_c \cdot Ц_{o.б.} \cdot \frac{m_n}{m_b}, \quad (6.4)$$

де $Ц_{o.n.}$, $Ц_{o.б.}$ – оптова ціна відповідно нової і базової варіантів гичкозбиральної машини ;

m_n , m_b – відповідно, маса нової і базової машин;

K_c – коефіцієнт, що враховує складність конструкції.

Балансова ціна гичкозбиральної машини в новому і базовому варіантах визначиться як:

$$Ц_{n.б.} = K_b \cdot Ц_{o.n.б.}, \quad (6.5)$$

де K_b – коефіцієнт перекладу оптової ціни в балансову, що враховує додаткові витрати на транспортування, дозбирання і наладку. гичкозбиральної машини

Річний (сезонний) об'єм роботи визначається по формулі:

$$W_{сез} = Q_z \cdot W_p, \quad (6.6)$$

де W_p – річне завантаження в годинах.

Початкові дані до розрахунку економічної ефективності базового і нового процесів представлені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1- Початкові дані до розрахунку економічної ефективності

Найменування показників	Позначення	Базовий	Новий
Продуктивність за 1 годину основного часу, t (га)	Q_o	27,18 (3,02)	30,42 (3,38)
Продуктивність за 1 годину змінного часу, t (га)	Q_z	21,75 (2,42)	24,34 (2,7)
Продуктивність за 1 годину експлуатаційного часу, t (га)	Q	19,6 (2,2)	22,9 (2,54)
Річне завантаження, год.	W_p	80,0	80,0
Сезонне напрацювання при врожайності 9 $t/га$, t	$W_{сез}$	1564,8	1832
Балансова ціна	$Ц$	128000	135800

Одним з основних показників, що характеризують ефективність виробничого процесу, є експлуатаційні витрати з розрахунку на 1 тону прибраної продукції (гички). Для визначення експлуатаційних витрат в новому і базовому варіантах і використання технологічного устаткування скористаємося формулою [17]:

$$Z_{н.б.} = 3П_{н.б.} + A_{н.б.} + P_{н.б.} + Z_{пмм}, \quad (6.7)$$

де $3П_{н.б.}$ – заробітна платня обслуговуючого персоналу, що доводиться на тону продукції, відповідно в новому і базовому варіанті машин;

$A_{н.б.}$ – амортизаційні відрахування;

$P_{н.б.}$ – ремонтні відрахування;

$Z_{пмм}$ – витрати на паливо-мастильні матеріали.

Заробітна платня обслуговуючого персоналу $3П_{н.б.}$ визначається по формулі:

$$3\Pi_{\text{н.б.}} = \frac{\sum_{i=1}^n 3\Pi_i}{Q_3}, \quad (6.8)$$

де $\sum_{i=1}^n 3\Pi_i$ – сума годинних тарифних ставок обслуговуючого персоналу.

Для розрахунку амортизаційних відрахувань на реновацію і на ремонт машини скористаємося співвідношеннями:

$$A_{\text{н.б.}} = \frac{Ц \cdot K_a}{W_{\text{сез}}}, \quad (6.9)$$

$$P_{\text{н.б.}} = \frac{Ц \cdot K_p}{W_{\text{сез}}}, \quad (6.10)$$

де K_a , K_p – нормативи амортизаційних і ремонтних відрахувань.

Питому витрату паливно-мастильних матеріалів визначимо як:

$$3_{\text{нмм}} = \frac{N \cdot C \cdot q}{Q_e}, \quad (6.11)$$

де N – потужність двигуна трактора;

C – вартість 1 кг дизельного палива;

q – питома витрата палива;

Q_e – продуктивність за одну годину експлуатаційного часу.

Питомі капіталовкладення в нову і базовий варіанти машини визначимо по формулі:

$$K_{\text{н.б.н.}} = \frac{Ц}{Q_e \cdot W_2}, \quad (6.12)$$

Всі розрахунки проводилися з використанням табличного процесора «Ехе1». Результати розрахунку експлуатаційних витрат приведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Експлуатаційні витрати при збиранні гички, грн./т

Найменування показника	Базовий	Новий
Амортизаційні відрахування	4,2	3,7
Ремонтні відрахування	3,9	2,8
Заробітна платня	0,21	0,18
Витрати на паливно-мастильні матеріали	6,8	5,9
Питомі капіталовкладення	–	4,2

Оскільки в механізації будь-якого виробничого процесу переслідується мета понизити витрати живої праці, то перш за все визначимо трудомісткість базового $T_{\bar{o}}$ і нового T_n процесів по формулі:

$$T_{\bar{o}.n.} = T_m + T_p, \quad (6.13)$$

де T_m – трудовитрати тракториста;

T_p – трудовитрати робочих, обслуговуючих машину, визначаються по формулах:

$$T_m = \frac{N_m}{Q_3}; T_p = \frac{N_p}{Q_3}, \quad (6.14)$$

де N_m , N_p – кількість персоналу, що обмірковує (механіків, робочих).

Річне зниження витрат праці E_{Π} в порівнюваних процесах визначимо по формулі:

$$E_{\Pi} = (T_{\bar{o}} - T_n) \cdot W_{сез}, \quad (6.15)$$

Ступінь зниження витрат праці буде визначений виразом:

$$N_{\Pi} = \frac{T_{\bar{o}} - T_n}{T_{\bar{o}}}, \quad (6.16)$$

Результати показників економічної ефективності зведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 - Показники економічної ефективності збирання гички від впровадження експериментальної гичкозбиральної машини БМ-6.

Найменування	Одиниці виміру	Значення		Новий в % від базового
		новий	базовий	
Річне завантаження	<i>год</i>	80	80	–
Експлуатаційні затрати	<i>грн./т</i>	11,34	13,1	17,34
Продуктивність	<i>т/год</i>	22,9	19,6	16,8
Ступінь зниження витрат праці	<i>%</i>	17	–	–
Річний економічний ефект від впровадження нового дискового ножа	<i>тис.грн</i>	35,6	-	-
Термін окупності нового вібраційного доочищувача	<i>років</i>	1,5	-	-

Річний економічний ефект від впровадження експериментальної гичкозбиральної машини складе []:

$$E_{II} = [(I_{\sigma} + E \cdot K_{n.\sigma}) - (I_n + E \cdot K_{n.n})] \cdot W_{сез} + E_{дон}, \quad (6.17)$$

Термін окупності експериментальної гичкозбиральної машини визначиться як:

$$Z_k = \frac{Ц_m}{E_2}, \quad (6.18)$$

Термін окупності нової гичкозбиральної машини визначається із формули:

$$Z_c = \frac{m_c \cdot C_n}{E_c}, \quad (6.19)$$

де m_c – маса;

C_n – питома вартість виготовлення металоконструкції.

Висновки

1. Ефективність використання модернізованої гичкозбиральної машини з новим зрізувальним механізмом в порівнянні з базовою моделлю заключається в зменшенні експлуатаційних затрат за рахунок збільшення продуктивності і зміни якості виконання операції.

2. Річний економічний ефект від впровадження нового зрізувального механізму становить 35,6 тис. грн. за сезон, а термін окупності машини 1,5 років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Підвищення якісних показників роботи бурякозбиральних машин можна досягти застосуванням робочих органів, з новими конструктивними рішеннями, що забезпечують ефективну очистку головок коренеплодів при будь-якій врожайності коренеплодів. Аналіз існуючих доочисних механізмів показав перспективність робочих органів щіткового типу за умови зниження пошкодження головок коренеплодів, та покращення якості їх доочистки.

2. Запропонована нова конструктивно-технологічна схема щіткового доочисника роторного типу, яка покращує якісні показники роботи бурякозбиральних машин, оскільки запобігає вибиванню коренеплодів з ґрунту робочими органами (шляхом встановлення бил із взаємним перекриттям), а підвищення інтенсивності очистки досягається ексцентричним встановленням щіток.

3. Обґрунтовано необхідність застосування конструкції очисника з направленою дією робочих елементів у зону зелених листків головок коренеплодів.

4. Встановлено залежність кінематичного показника кількості взаємодій робочих органів з головкою коренеплоду від параметрів і режимів роботи очисника та технологічного показника перепаду висот виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту.

5. Отримано залежності конструктивно-технологічних параметрів очисника головок коренеплодів від агрофізичних характеристик посівів та коренеплодів.

6. За результатами лабораторних експериментальних досліджень, які проведені на розробленій експериментальній установці згідно прийнятої методики, отримані математичні моделі впливу конструктивних, кінематичних і технологічних параметрів на процес та інтенсивність очистки.

7. Отримано якісну сировину і корм без примінення ручної праці і при цьому відходи в зрізаних головках не перевищували 3%, а інші втрати – 2%, забрудненість – 10%, пошкодження коренеплодів була не більше 10%;

8. Річний економічний ефект від впровадження нового зрізувального механізму становить 35,6 тис. грн. за сезон, а термін окупності машини 1,5 років.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Адамчук В. В., Булгаков В. М., Головач І. В., Ружи́ло З. В. Математична модель коливального руху спірального очисника картоплі від домішок. Вісник аграрної науки. 2019. № 9. С. 53– 57. 17.

2. Bulgakov V., Ivanovs S., Adamchuk V., Ihnatiev Y. Investigation of the influence of the parameters of the experimental spiral potato heap separator on the quality of work. Agronomy Research. 2017. Vol. 15. No. 1. Pp. 44–54. 10.

3. Булгаков В. М., Головач І. В., Ружи́ло З. В., Рибалко В. М. Розробка і розрахунок нової конструктивної схеми спірального очисника картопляного вороху. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 9 (108). С. 21–29. 16.

4 Булгаков В. М., Адамчук В. В., Головач І. В., Ружи́ло З. В. Теоретичне дослідження динамічних параметрів коливальних робочих органів очисника картоплі. Вісник аграрної науки. 2019. № 10. С. 56–59.

5. Bulgakov V., Smolinskiy S., Frančák J., Jech J. Optimalizovanie konstrukcie rozduzovaca zemiakov. GRONECH NITRA 2001. Pol'nohospodarska technika na zaciatku 21 storocia : zbornik z medzinarodnej vedeckei konferencie. Slovenska republika, 2001. Pp. 73–79.

6.Гандзюк М.О. Підвищення сепаруючої здатності коренезбиральних машин зменшених повздовжніх габаритів // Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей, випуск 6 – Луцьк: Редакційно видавничий відділ ЛДТУ, 2000.-19-22 с.

7.Гандзюк М.О. Обґрунтування параметрів сепаруючої системи коренезбиральної машини // Наукові нотатки: Міжвузівський збірник, випуск 7 – Луцьк: Редакційно видавничий відділ ЛДТУ, 2000. – 71-77 с.

8. Гандзюк М.О. Шляхи покращення очистки коренеплодів бурякозбиральними машинами // Збірник наукових праць Національного аграрного університету „Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том ІХ. М.О.Гандзюк, Р.Б.Гевко, В.М.Осуховський– Київ: НАУ, 2000.–162-166 с.

9.Гандзюк М.О., Осуховський В.М., Ткаченко І.Г., Гевко Р.Б. Результати випробувань модернізованої коренезбиральної машини КС-6Б // Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей, випуск 7.– Луцьк: Редакційно видавничий відділ ЛДТУ, 2000.-25-30 с.

10. Гандзюк М.О. Система доочищення коренеплодів бурякозбиральної машини. // Матеріали п'ятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету ім. І. Пулюя. М.О. Гандзюк Тернопіль: ТДТУ, 2001. – 235 с.

11. Грушецький С. М., Безпалый О. І., [Аналіз конструкцій пневмосепарувального каналу зернових сепараторів, Науковий журнал «Інженерія природокористування»: № 2\(20\) \(2021\).](#)

12. Довідник сільського інженера. В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко та інші за ред. В. Д. Гречкосія.- Київ: Урожай, 1991, 400 с.

13. Державний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Держстандарт України. Київ, 1994.-73с.

14. Кияк Г. С. Рослинництво. – Київ.: Вища школа. Головне вид-во, 1092, -400 с.

15. Машиновикористання в землеробстві. За редакцією Ільченка В. Ю., Нагірного Ю. П., К.: “Урожай”, 1996, - 382 с.

16. Моделивання енергоємності механічного обробітку ґрунту в сівозмінах./М. Я. Бомба та ін. Львів ЛДАУ, 1997, -38 с.

17. Пістун І. П., Кіт Ю. В., Березовецький А. П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За заг. ред. канд. тех. наук І. П. Пістуна. – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2000. – 207с.

18. Пістун І. П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник І. П.Пістун, Ю. В.Кіт, А. П.Березовецький – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2000. – 207с.

19. Очисник вороху корнебульбоплодів від домішок : пат. України № 43907 : А 01 D 33/08 / В. М. Булгаков, П. Ю. Зиков та ін. Опубл. 15.01.2002 р., Бюл. № 1. 9.

20.Гандзюк М.О., Гевко Р.Б., Осуховський В.М.. Шляхи покращення очистки коренеплодів бурякозбиральними машинами // Збірник наукових праць Національного аграрного університету „Механізація сільськогосподарського виробництва”.Том ІХ.– Київ: НАУ, 2002.–162-166 с.

21.Гандзюк М.О, Гевко Р.Б.. Результати експериментальних досліджень доочисного пристрою коренезбиральної машини // Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей, випуск 8 – Луцьк: Редакційно-видавничий відділ ЛДТУ, 2005. – 54-60 с.

22.Гандзюк М.О., Гладьо Ю.Б., Гевко Р.Б.. Кінематичний аналіз доочисного пристрою коренезбиральної машини // Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей, випуск 8 – Луцьк: Редакційно-видавничий відділ ЛДТУ, 2005. – 44-53 с.

23.Гандзюк М.О. Система доочищення коренеплодів бурякозбиральної машини. // Матеріали п'ятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету ім. І. Пулюя. Тернопіль: ТДТУ, 2006. – 235 с.

24.Патент України № 38691А на винахід „Транспортно-сепаруючий пристрій” / Осуховський В.М., Гандзюк М.О., Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Кучер Б.Т., Павлов Я.А., Шутурма І.Я.

25. Скобло Ю.С., Тищенко Л.М., Цапко В.Г. Безпека життєдіяльності.// -
Вінниця. Нова книга, 2000.-368с.

26. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських
культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002. Київ, 2003.-173с.





БУРЯКОЗБИРАЛЬНИЙ
КОМБАЙН ZA-215EH (Agrifac)





КИР-1,5 з пристроєм
для відокремлення
залишків гички

