

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля

Виконав: студент 6 курсу, групи МСМЗ-61
спеціальності _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

_____ Лукавий Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Цьонь Г.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Довбуш А.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Гевко Р.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Дзюра В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Лукавому Роману В'ячеславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів робочих органів
гичкозбирального модуля

Керівник роботи Цьонь Ганна Богданівна, к.т.н., ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 01 » вересня 2020 року № 4/7-614

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Плоский ніж, гичкозбиральний механізм,
технологічна схема бурякозбиральної машини КС-6Б.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування
основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1.Бурякозбиральний комбайн. Складальне креслення (1А1). 2. Схема технологічного
процесу (1А1). 3.Кінематична схема (1А1). 4. Блок дообрізчиків. Складальне креслення (1А1)

5. Деталювання (1А1).6. Гвинтовий конвеєр (1А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та	Окіпний І.Б., доцент		
безпека у надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

01 вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування	до 20.11.20	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки	до 01.12.20	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	до 05.12.20	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 08.12.20	
9	Реферат. Вступ. Висновки.	до 10.12.20	
10	Графічна частина. Специфікації	до 12.12.20	

Студент

_____ (підпис)

Лукавий Р.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Цьонь Г.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Лукавий Р.В.

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів робочих органів гичкозбирального модуля»

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Цьонь Ганна Богданівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань. Загальний обсяг текстової частини – 52 сторінки, на яких є 32 рисунків. Графічна частина складається з 6 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи

Велика кількість конструкційних та компоновочних схем гичковидаляючих пристроїв самохідних агрегатів, від гичкозрізувальних систем для очищення голівок коренеплодів, пов'язана як з технологіями механізованого їх збирання, так і з агрономічними нормами до якості гички і буряків після виконання технологічного процесу збору коренеплодів. Враховуючи вище вказане, підбір оптимальних компоновочних схем та моделювання нових конструкцій апаратів та гичковидаляючих пристроїв, як і бурякозбиральних комплексів загалом повинні ґрунтуватися на всесвітньому досвіді. Робота має наукову та практичну доцільність дані дослідження поставлені за мету магістерської роботи.

Мета роботи

Обґрунтування конструктивно – технологічних параметрів активного ножа гичковидаляючого органу.

Завдання кваліфікаційної роботи магістра:

- провести огляд технологічного процесу роботи бурякозбирального комбайна;
- провести порівняльний аналіз апаратів для видалення гички;
- здійснити розрахунок сили різання плоским ножом;
- провести розрахунок коефіцієнта ковзання ножа по головці коренеплодів;
- визначити НДС робочого органу гичковидаляючого модуля;
- дослідити робочі параметри активного ножа при виконанні технологічного процесу;
- провести дослідження руху бурякозбирального агрегату по рядках;
- навести порядок проведення робіт з техніки безпеки та охорони праці.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Технологічний процес дообрізування залишків гички.

Предмет дослідження. Конструктивні та технологічні параметри гичковидаляючого механізму.

Методи дослідження. Аналітичний з використанням знань опору матеріалів, математичного аналізу, теоретичної механіки, теорії машин і механізмів.

Наукова новизна отриманих результатів.

Проведено обґрунтування параметрів технологічного процесу видалення гички із урахуванням конструктивно-технологічних параметрів механізму до обрізувача.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведені аналітичні дослідження підтверджують доцільність використання запропонованої компоновальної схеми.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 25-26 листопада 2020 року.

Ключові слова: коренеплід, плоский ніж, гичковидаляючий механізм.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	
1.1. Огляд технологічного процесу роботи бурякозбирального комбайна	9
1.2. Обґрунтування об'єкту дослідження	11
1.3. Порівняльний аналіз апаратів для видалення гички	13
2. ОБґРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ	
2.1. Розрахунок сили різання головок коренеплодів	19
2.2. Розрахунок коефіцієнта ковзання	25
2.3. Розрахунок НДС робочого органу	28
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ	
3.1. Дослідження робочих параметрів активного ножа при виконанні технологічного процесу	33
3.2. Дослідження руху бурякозбирального агрегату по рядках	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1. Порядок проведення робіт з техніки безпеки та охороні праці	44
4.2. Загальні вимоги безпеки до тракторів і самохідних сільськогосподарських машин	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	50
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Буряки є важливою технічною культурою, джерелом сировини для отримання цукру, кормів для тваринництва та інших бічних продуктів переробки.

Україна традиційно займає провідні місця серед найбільш розвинених бурякосійних держав світу, як за розмірами посівних площ, так і за об'ємом виробництва цукру з одного гектара ми значно відстаємо від розвинутих країн (Німеччина, Франція, США), що спричинено досконалими технологіями вирощування і переробки, так і великими втратами при збиранні буряків вітчизняною технікою.

Бурякозбиральні комплекси характеризуються трифазною технологією (перша фаза - збирання гички; друга фаза - доочищення головок; третя фаза - збирання коренів).

Наявні конструкції машин доочистки коренів від рештків гички не повністю задовольняють сучасні агротехнічні вимоги до збору коренеплодів.

У зв'язку з чим актуальною проблемою є розробка і дослідження технологічних процесів та робочих органів гичкозбиральних машин на базі активних дообрізчиків низької енергоємності, що дозволить підвищити продуктивність та якість очищення коренеплодів від залишків гички та черенків.

Оскільки ефективність бурякозбиральних машин зумовлюється поєднанням ряду показників, так як агротехнічні, техніко-експлуатаційні та економічні, то для знаходження найкращих параметрів машин та механізмів по екстремальних даних вказаних показників необхідно провести синтез машин та їхніх комплексів, тобто виконати аналітичні розрахунки, які дозволять враховувати об'єктивні зв'язки між прийнятими принципами виконання технологічного збору врожаю, технічними правилами, що застосовуються, факторами зовнішнього середовища та існуючими критеріями ефективності.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Огляд технологічного процесу роботи бурякозбирального комбайна

Правила, що ставляться до бурякозбиральних комплексів та їх агрегатів, встановлюються тенденціями переведення процесів вирощування даної культури, агробіологічними властивостями та особливостями механізованого посіву та збирання буряків, що зумовлюється широким спектром сортів, впровадженням технологій із забезпечення точного посіву, використанням хімічних та біологічних засобів у боротьбі з бур'янами та шкідниками [1-4].

Основною вимогою є отримання максимального народногосподарського ефекту, що проявляється у взаємно-компрісному зв'язку показників роботи машин та механізмів для вирощування, збирання та переробки коренеплодів [5].

Схематизація технологічної роботи машини КС-6Б зображена на рисунку 1.1.

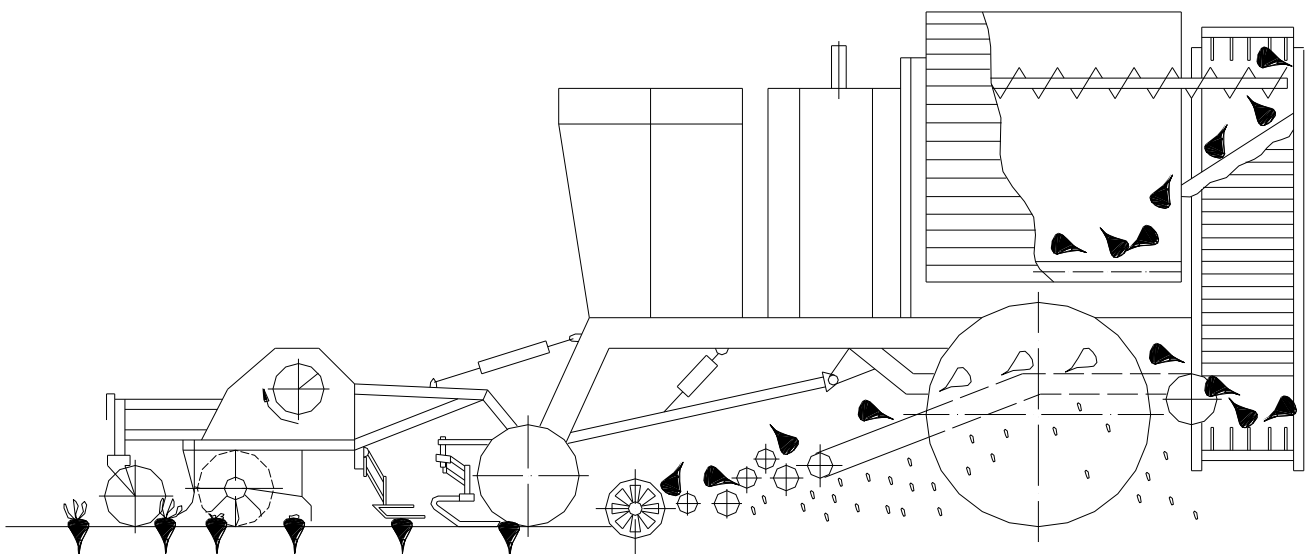


Рисунок 1.1 – Технологічна схема бурякозбиральної машини КС-6Б

Гичка з головок буряків видаляється гичкорізом, який розміщений на мості ведучих коліс у передній частині машини. Гичка з гичкоріза подається на шнек та переміщується на очищену частину ділянки. Пасивний дообрізчик копіює головки буряків та проводить дообрізку гички, що залишилася. Установленні під кутом диски копачів викопують коренеплоди з ґрунту та з використанням бітера перекидають їх на очисник, що виконаний у виді шнекову. Під дією обертової сили коренеплоди попадають на позовжній транспортер [2,3,4].

Погіршення рівномірності розподілу буряків у рядку, що спричинене зниженням норми посіву та механізованою роботою, доцільно адаптувати бурякозбиральні комплекси, особливо їх гичковидальючі та викопуючі робочі органи для збирання буряків, які мають підвищені агрофізичні характеристики (таблиця 1.1, рис. 1.1) [6].

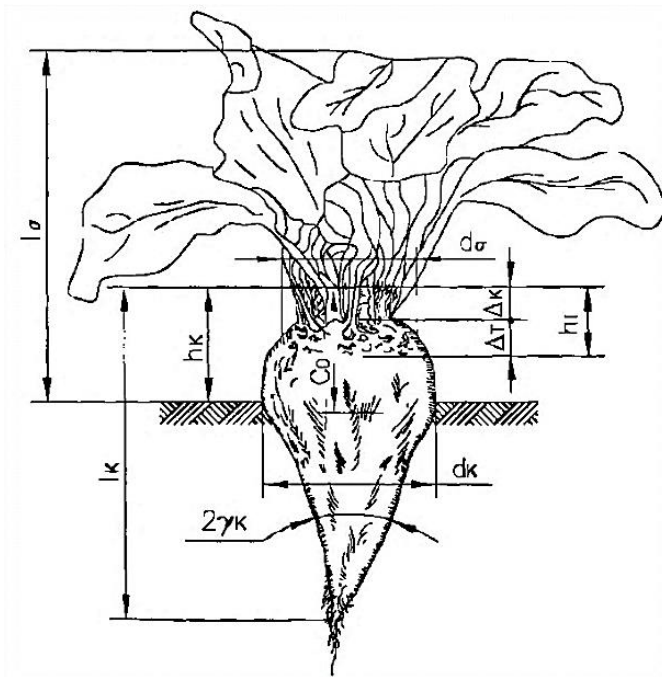


Рисунок 1.2. - Агрофізична характеристика коренеплоду:

d_k – діаметр буряка; l_k – геометричний параметр; $2\gamma_k$ – конусність; C_o – центр ваги коренеплоду; h_k – висота розміщення буряка у ґрунті; Δ_K – товщина кронки буряка; Δ_T – товщина ”; $h_Г$ – висота головки буряка; d_σ – діаметр гички коренеплоду; l_σ – довжина гички коренеплоду

Розмірно-масові характеристики коренеплодів цукрових буряків

№ з/п	Показник	Значення показника
1	Довжина коренеплоду l_k , мм	230–280
2	Діаметр коренеплоду d_k , мм	67–122
3	Маса коренеплоду Q_k , кг	0,3–2,0
4	Маса гички Q_g , кг	0,12–0,80
5	Маса коронки q_k , кг	0,055–0,096
6	Маса зони “сплячих вічок” q_T , кг	0,062–0,123
7	Товщина зони “сплячих вічок” Δ_T , мм	8,0–22,4
8	Товщина зони коронки Δ_k , мм	13,2–16,2
9	Діаметр пучка гички d_g , мм	50–60
10	Довжина пучка гички l_g , мм	300–400
11	Координата центра ваги Co , мм	90–100
12	Висота головки коренеплоду над рівнем ґрунту h_k , мм	18,4–42,4
13	Висота головки коренеплоду h_T , мм	10,4–32,4
14	Кут конусності $2\gamma_k$, град	9–19

1.2. Обґрунтування об'єкту дослідження

Використання методу збирання та відповідних компоувальних схем у машинах в загальному залежить від об'єму посівів, а також ґрунтового кліматичних умов. Найбільш широко використовуються дві технології: пряме комбайнування (однофазний спосіб) і роздільний спосіб.

У Європейському Союзі, де цукрові буряки вирощуються у великому об'ємі, для реалізації однофазної технології широко використовуються шестирядні самохідні бурякозбиральні комплекси. За один прохід виконуються усі технологічні операції. У порівнянні з іншими методами збирання коренеплодів знижується кількість проходів ТЗ, економія 30-40% палива, зменшується ущільнення ґрунту та в 3-4 рази знижуються витрати на оплату праці механізаторів.

Комбайн КС-6Б, що зображений на рисунку.1.3 спроектований для виконання однофазної технології збирання буряків. КС-6Б складається з шасі з об'ємним гідروприводом на ходову частину, гичкозрізувального пристрою, підбирача коренеплодів, автомата керування, системи автоматичного сповіщення [3,4].

Шасі коренезбирального комплексу складається з несучої рами, що опирається на мости передніх коліс, силового агрегату у вигляді ДВЗ, багатофункціональної кабіни, а також електричних та гідравлічних системам.

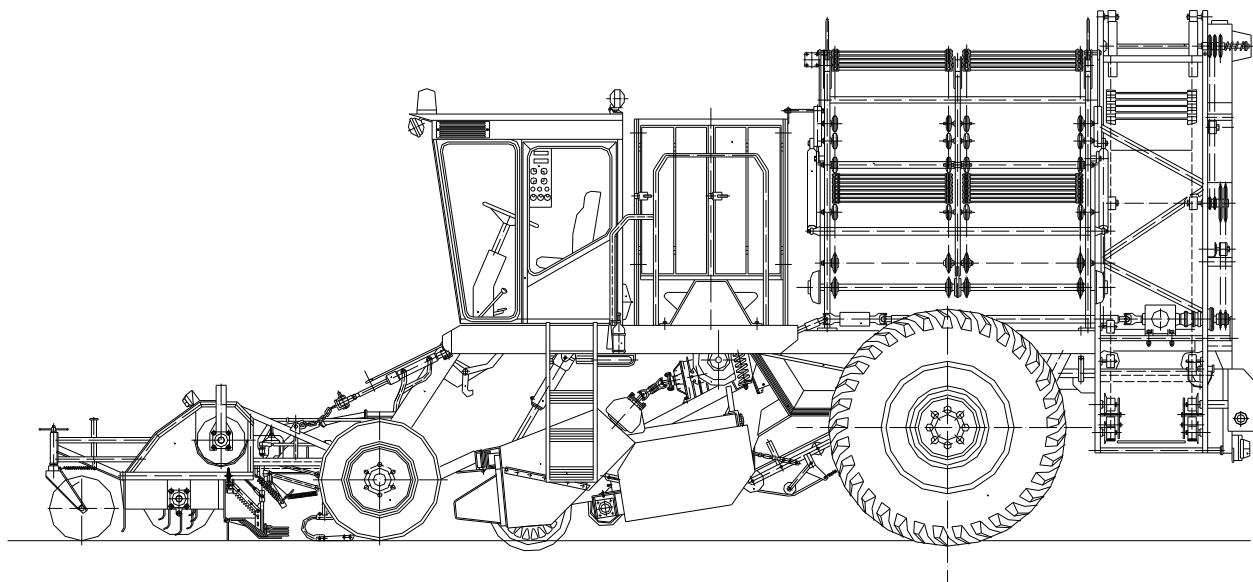


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд комбайна КС-6Б

Підбирач коренеплодів виконано з викопуючого механізму, поздовжнього, кільцевого та вивантажувального транспортерів і бункера для накопичення коренеплодів [7].

Усі вузли підбирача коренеплодів розміщено на основній рамі. Копачі та шнековий очисник змонтовані на окремій рамі, яка з'єднана до несучої рами шасі за допомогою шарніру.

КС –6Б має в наявності гичкозрізувальний механізм, який komponується роторним гичкорізом, шнеком, для переміщення гички в сторону чистої ділянки та дообрізувача голівок буряків. Пасивний дообрізчик головок коренів формується із 6 копіювальних агрегатів, закріплених на штангах, які прикріплені на рамі гичкоріза та мають змогу регулюватися по висоті для зрізання гички. Копіри встановлені на паралелограмній підвісці, та включають в себе плоский ніж, гребінку, стійку та регульовочні тяги. З використанням регульовочних тяг є можливість змінювати кути нахилу стійок для копіювального механізму дообрізника для підвищення показників технологічного процесу зрізання залишків гички з головок коренеплодів. Негативом у даній компоновочній схемі є те, що ніж-плоский нерухомо прикріплений до підвіски виконаної у формі паралелограму. Таке закріплення ножа продукує так званий процес різання, що відбувається за допомогою рублення або рубання. Різання з рубленням погано впливає на агротехнічний стан буряків, підвищує їхнє травмування, що в свою чергу продукує втрати якісних показників коренеплодами [3,4,10].

Задачею, в даному випадку, є проектування конструкції таким чином, щоб позбутися різання рубленням, замінивши його на різання з ковзанням.

1.3. Порівняльний аналіз апаратів для видалення гички

Механізми для видалення гички – це пристрої, які здійснюють процес видалення гички з коренеплодів та перенесення її за межі робочого процесу викопувальних робочих органів. Класифікація механізмів для видалення гички та вимог до них подана на рисунках 1.4, 1.5, 1.6. [10-15].

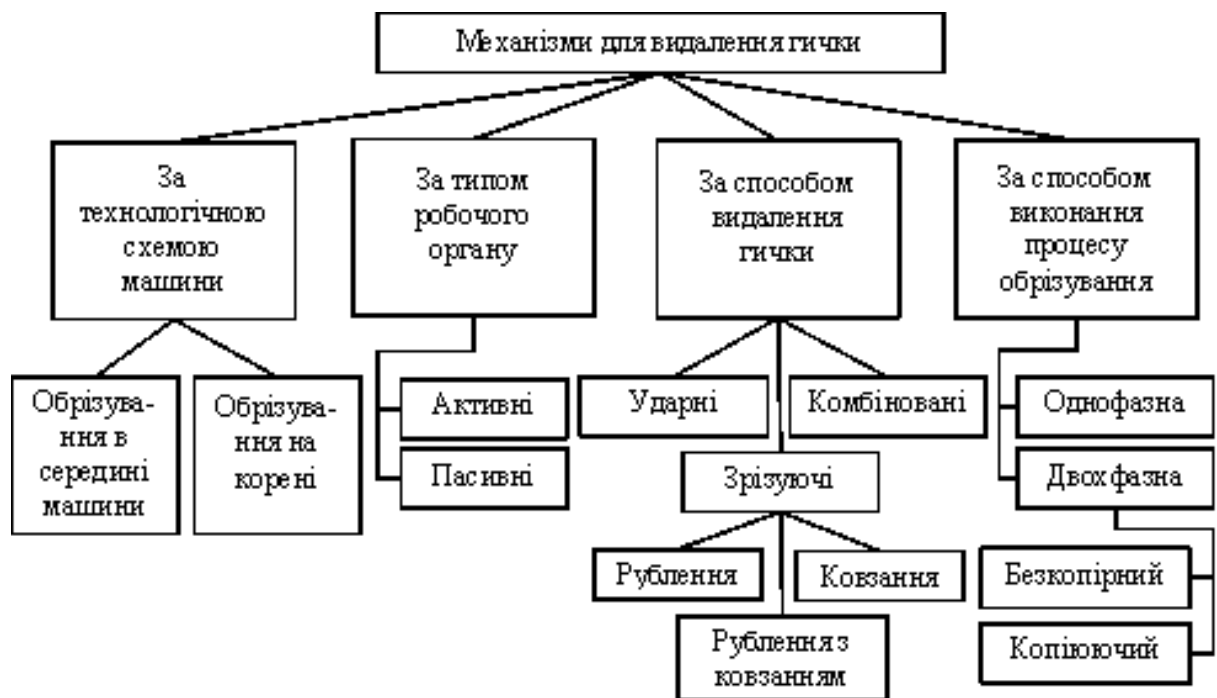


Рисунок 1.4. - Класифікація механізмів для видалення гички



Рисунок 1.5. - Класифікація гичковидаляючих пристроїв за принципом роботи їх ріжучих елементів

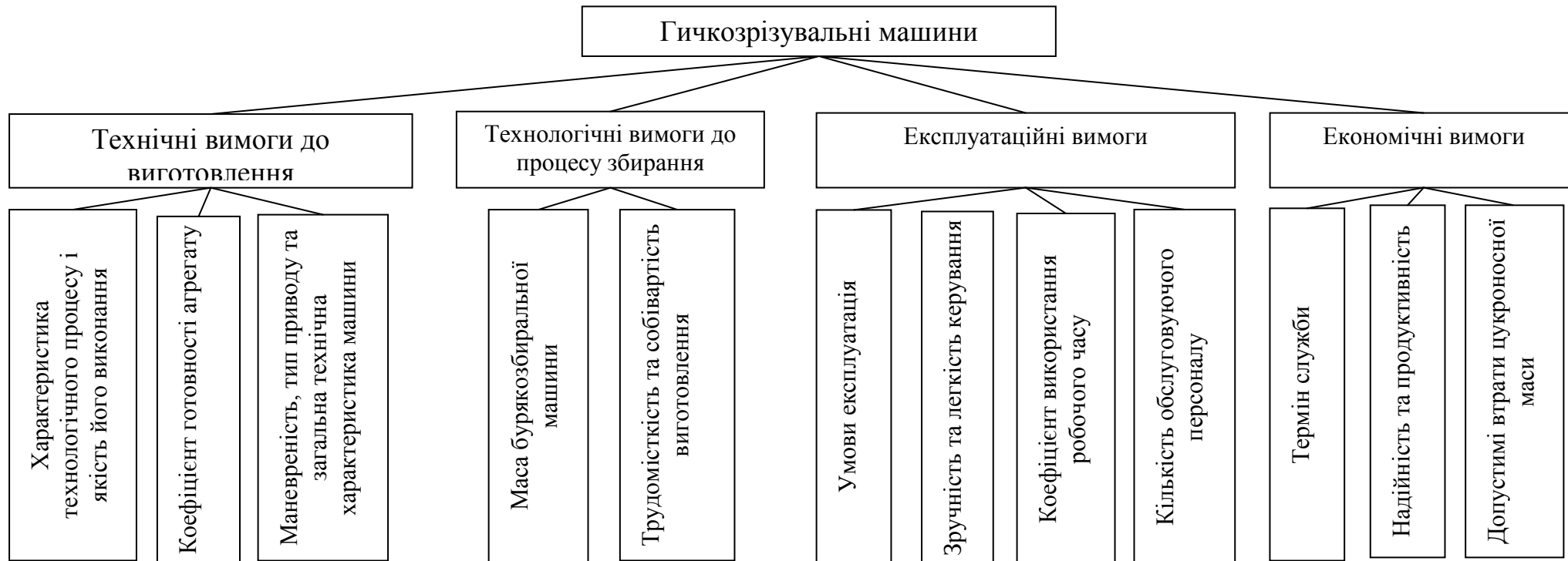


Рисунок 1.6 - Класифікація вимог, які ставляться до гичкозрізувальних машин

В зарубіжному виробництві гичкозрізувальні механізми з пасивним плоским ножем використовуються на машинах фірм (фірми „Kleine”, „Herriau”, „Stoll” та ін.) [10].

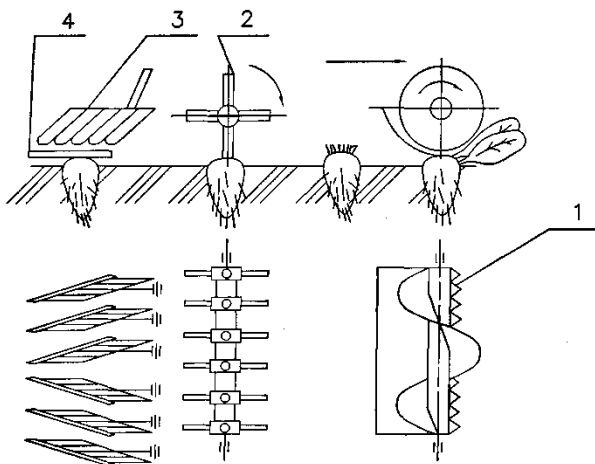


Рисунок 1.7 – Схеми видалення гички у комбайні К-500 “Volvo”:

Гичкозрізувальний апарат (рис. 1.7), де ріжучий елемент здійснює зворотно-поступальний рух зрізує гичку на встановленій висоті по відношені до поверхні ґрунту сегментними ножами, в результаті чого відбувається підвищення втрат цукристості, що досягають близько 30% [11-15].

Роторні гичкозрізувальні механізми (рис. 1.8) складаються з вала, на якому розміщено S-подібні ножі (рис. 1.8).

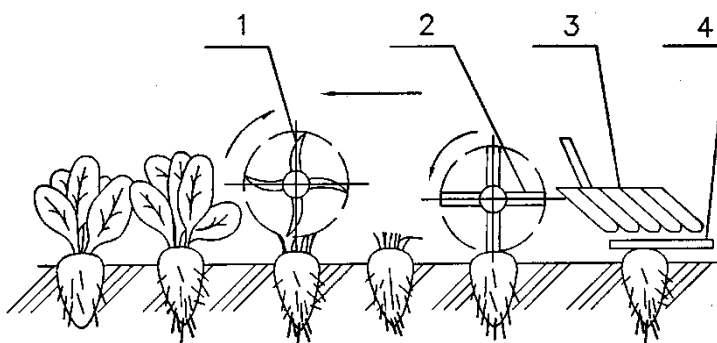


Рисунок 1.8 – Функціональна схема видалення гички бурякозбиральним комплексом “Herriau”:

1 – вал з S-подібними ножами; 2 – ОГК; 3 – копір; 4 – плоский ніж

В сучасних гичкозбиральних машинах широко використовуються гичкозрізувальні пристрої, які відрізняються конструктивним виконанням та компоновкою плоского ножа та копіра (рис. 1.9, 1.10, 1.11).

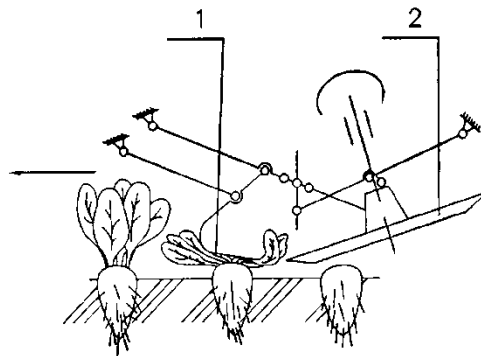


Рисунок 1.9 – Гичкозрізувальний механізм, де пасивний копір комплектується з
ДИСКОВИМ НОЖЕМ

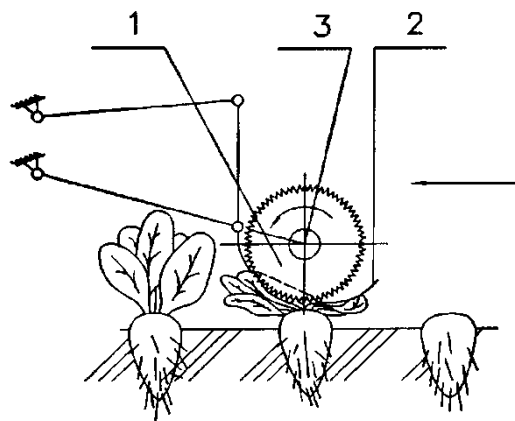


Рисунок 1.10 – Гичковиделяючий механізм, де поєднано активний катковий
копір та пасивним ножем

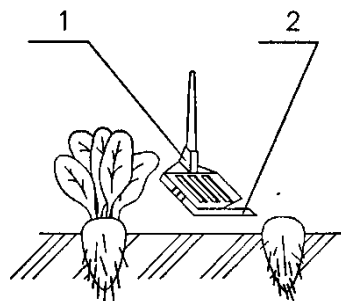


Рисунок 1.11 – Гичковиделяючий механізм, де поєднано пасивний копір та
пасивним ножем

Проведений аналіз технологічних схем видалення гички з головок коренеплодів дозволив стверджувати про те, що двохфазне видалення дозволяє збільшити якісні показники, що висуваються до коренеплодів. Також отримано дані про те, що основними недоліками гичковидаляючих механізмів на даний час є неякісне копіювання головок буряків при їх нерівномірному розташуванні у рядках [15, 20].

Незадовільне обрізування головок коренеплодів від залишків гички, травмування та вибивання буряків із ґрунту, зниження гостроти пасивних плоских ножів являються проблемами, які можна вирішити шляхом дослідження та вдосконалення конструктивних схем сучасних бурякозбиральних та гичковидаляючих комплексів та механізмів.

РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1 Розрахунок сили різання головок коренеплодів

При використанні у конструктивній схемі гичковидаляючого механізму активних плоских ножів можливо досягнути зниження нормальної сили різання, яка в свою чергу дозволить зменшити затуплення кромки ножа та підвищити агротехнічні показники які ставляться до коренеплодів. Конструктивна схема механізму зображена на рисунку 2.1 [16-19].

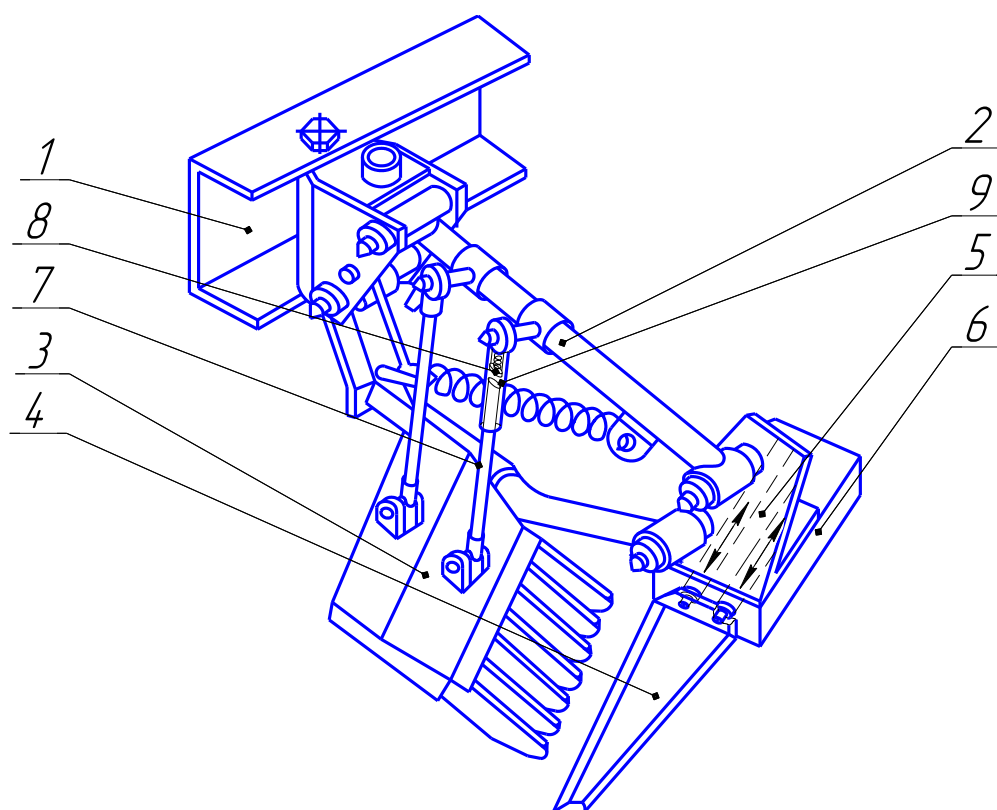


Рисунок 2.1 – Дообрізувач гички з активним ножом

Існують наступні режими різання: рублення; різання з одночасним поздовжнім переміщенням леза; різання з одночасним ковзанням по матеріалу.

При рубанні (рис. 2.2) ніж 2 взаємодіє з коренеплодом 1 із силою N , що діє перпендикулярно до нього.

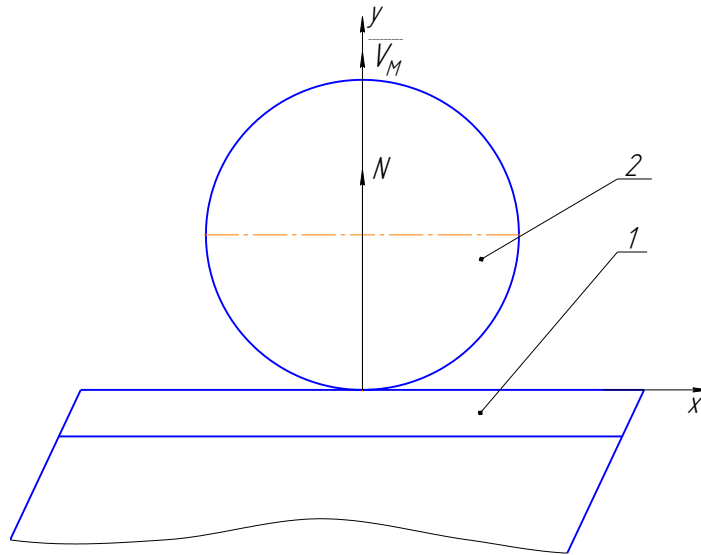


Рисунок 2.2. Схема рубання

При виконанні різання без ковзання (рис. 2.3) ніж взаємодіє з матеріалом за допомогою перпендикулярної силою N , яку можна спроекувати на напрямок руху бурякозбирального агрегату V_M та у вздовж руху леза активного ножа F_t .

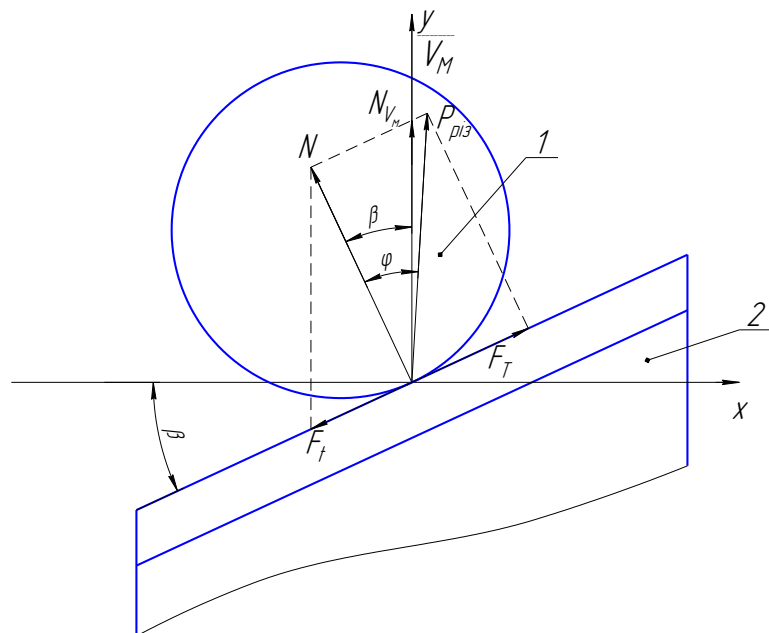


Рисунок 2.3. Схематизація процесу різання без ковзання

F_T - сила тертя знаходиться за залежністю

$$F_T = N \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.1)$$

де φ - кут тертя.

F_τ дотична сила знаходиться за формулою

$$F_\tau = N \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (2.2)$$

де β – кут встановлення ріжучого ножа.

Враховуючи те, що сила тертя F_T є дещо більшою від сили F_τ при виконанні умови, що $\varphi > \beta$, тому відбувається зрівнювання сили, тому матеріал рухається по лезу ножа за допомогою сили N_{V_M} доти.

Різання з одночасним ковзанням матеріалу, відбувається тоді, коли виконується умова про $\varphi < \beta$. Даний випадок розглянемо більш детально.

На рисунку 2.4 зображена схема, за допомогою якої є можливість визначення сили різання за умови, що ніж буде додатково рухатися у зворотному – поступальному напрямку.

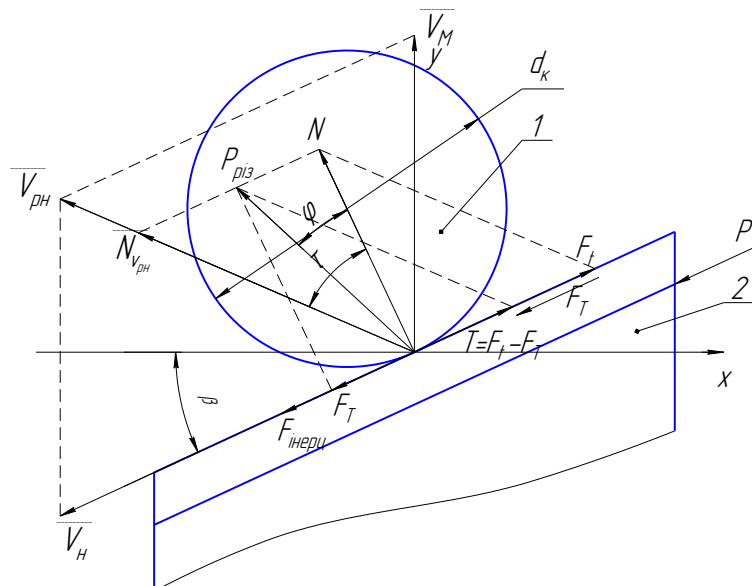


Рисунок 2.4. Схематизація процесу різання з ковзанням

Відповідно до рис. 2.4 абсолютні швидкість різання може бути знайдена за залежністю [16]

$$V_{pn} = \sqrt{V_m^2 + V_n^2 - 2V_m V_n \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)}, \quad (2.3)$$

Дотичну силу F_t знаходимо за залежністю

$$F_t = N \cdot \operatorname{tg} \tau, \quad (2.4)$$

Коефіцієнта ковзання ε знаходиться за формулою

$$\varepsilon = \frac{V_n}{V_m} = \operatorname{tg} \tau. \quad (2.5)$$

Сила інерції ножа $F_{інерц}$ що рухається, може бути знайдена відповідно до залежності

$$F_{інерц} = m_n \cdot a_n, \quad (2.6)$$

де m_n – вага плоского ножа;

a_n – прискорення.

Прискорення знаходимо за аналітичною залежністю

$$a_n = \frac{dV_{pn}}{dt}, \quad (2.7)$$

де t – час, затрачений на виконання процесу різання.

Враховуючи вище вказані формули, для знаходження сили інерції плоского ножа використаємо залежність

$$F_{\text{инерц}} = m_n \frac{d \sqrt{V_M^2 + V_H^2 - 2V_M V_H \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)}}{dt}. \quad (2.8)$$

Силу, необхідна для виконання процесу різання буряку може бути обчислена за аналітичною залежністю

$$P_{\text{риз}} = \sqrt{N^2 + F_T^2}. \quad (2.9)$$

З іншої точки зору дана сила також знаходиться відповідно до

$$P_{\text{риз}} = \sigma_p \cdot t_n \cdot l_p, \quad (2.10)$$

Довжина різання яку необхідно забезпечити плоскому ножі можна знайти за формулою

$$l_p = d_{\text{рк}} = 2\sqrt{h_c d_k - h_c^2}, \quad (2.11)$$

висота зони зелених листків, або технологічно необхідна висота зрізу може бути знайдена відповідно до [10]

$$h_c = 1,02h_k + 11, \quad (2.12)$$

Встановлено, що $h_k = 18,4 - 42,2$ мм. Для подальших розрахунків приймаємо $h_k = 25$ мм.

Тоді

$$d_{\text{рк}} = 2\sqrt{(1,02h_k + 11)d_k - (1,02h_k + 11)^2}. \quad (2.13)$$

Напруження, необхідне для виконання процесу різання знаходимо за аналітичною залежністю

$$\sigma_p = \mu \frac{V_{PH}}{h} + \frac{h}{2} \cdot 6\mu \cdot V_{PH} \frac{h_2 - h_1}{h^3}, \quad (2.14)$$

Підставивши дані у формулу отримаємо

$$\begin{aligned} \sigma_p = \mu \frac{\sqrt{V_m^2 + V_n^2 - 2V_m V_n \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)}}{h} + \\ + \frac{h}{2} \cdot 6\mu \cdot \sqrt{V_m^2 + V_n^2 - 2V_m V_n \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)} \frac{h_2 - h_1}{h^3}. \end{aligned} \quad (2.15)$$

В загальному сила різання може бути знайдена за формулою

$$\begin{aligned} P_{piz} = \mu \frac{\sqrt{V_m^2 + V_n^2 - 2V_m V_n \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)}}{h} + \\ + \frac{h}{2} \cdot 6\mu \cdot \sqrt{V_m^2 + V_n^2 - 2V_m V_n \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)} \frac{h_2 - h_1}{h^3} \cdot t_n(\alpha) \times \\ \times 2\sqrt{(1,02h_k + 11)d_k - (1,02h_k + 11)^2}, \end{aligned} \quad (2.16)$$

При підставленні даних у формулу 2.16, таких як довжина ходу ножа $L = 45$ мм, кут заточування плоского ножа $\alpha = 8^\circ$ та швидкість руху бурякозбирального комбайна $V_m = 1.5$ м/с, діаметр буряка 80 мм отримаємо значення сили різання 93 Н.

2.2. Розрахунок коефіцієнта ковзання

Для знаходження коефіцієнта ковзання плоского ножа по головках коренеплодів було розроблено схему зображену на рис. 2.6 [19].

V_τ являється дотичною складовою швидкості руху, яку визначаємо за аналітичною залежністю

$$V_\tau = V_M \sin \beta. \quad (2.17)$$

Перпендикулярну складову швидкості руху можна знайти із виразу

$$V_n = V_M \cos \beta. \quad (2.18)$$

Використовуючи вище вказані залежності коефіцієнт ковзання знаходимо за залежністю

$$\varepsilon = \frac{V_M \sin \beta}{V_M \cos \beta} = \operatorname{tg} \beta. \quad (2.19)$$

Враховуючи широкий діапазон, що існує для кута встановлення ножа, на рис. 2.5 подано графічну залежність коеф. ковзання від кута β .

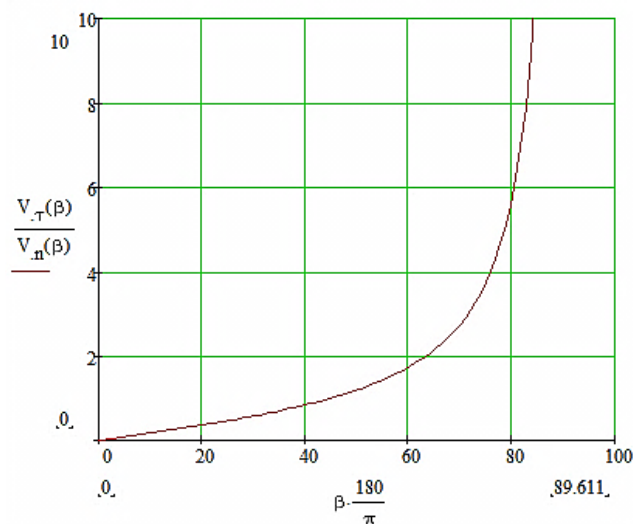


Рисунок 2.5 – Зв'язок коефіцієнта ε від робочого кута β

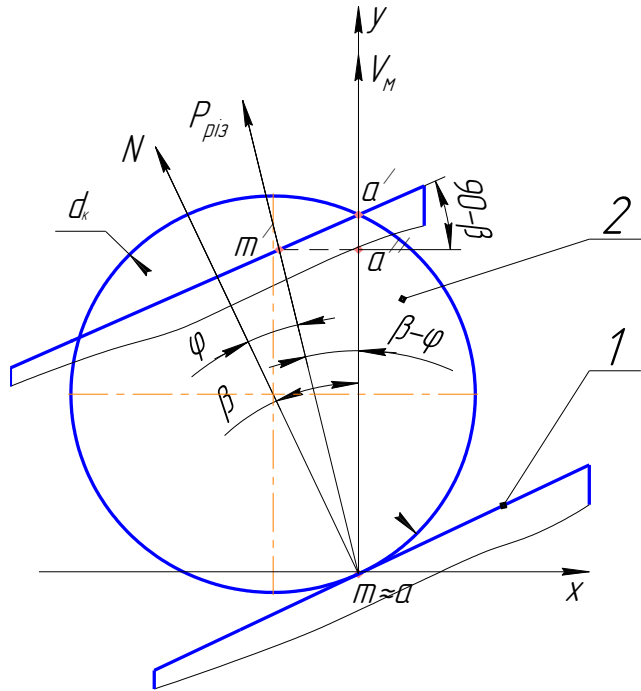


Рисунок 2.6 - Схема для визначення коефіцієнта ковзання

Відповідно до рисунку 2.7 коефіцієнт ε знаходимо як

$$\varepsilon = \frac{m' a'}{m' a}, \quad (2.20)$$

В свою чергу складову рівняння (2.20) можемо виразити як

$$m' a' = d_k \operatorname{tg} \beta - d_k \operatorname{tg} \varphi = d_k (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \varphi). \quad (2.21)$$

Аналогічно, для відстань $m' a$ запишемо рівняння

$$m' a = \frac{d_k}{\cos \varphi}. \quad (2.22)$$

Враховуючи вище вказані рівняння, коефіцієнт ковзання знаходимо за залежністю

$$\varepsilon = \frac{d_k (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \varphi)}{d_k / \cos \varphi} = (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \varphi) \cos \varphi. \quad (2.23)$$

На рисунку 2.9 зображено залежність, де коефіцієнт $\varphi = 22^\circ$

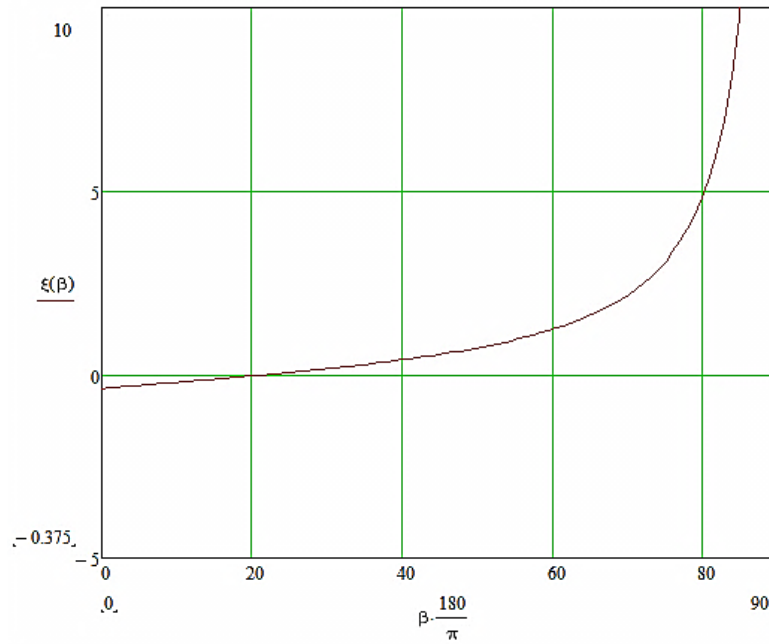


Рисунок 2.7 - Відповідність для знаходження коефіцієнта ковзання при відомому куті встановлення ножа

Прирівняємо значення, що були отримані за допомогою деформації матеріалу та через співвідношення тригонометричних функцій та побудуємо графічну залежність зображену на рис. 2.8.

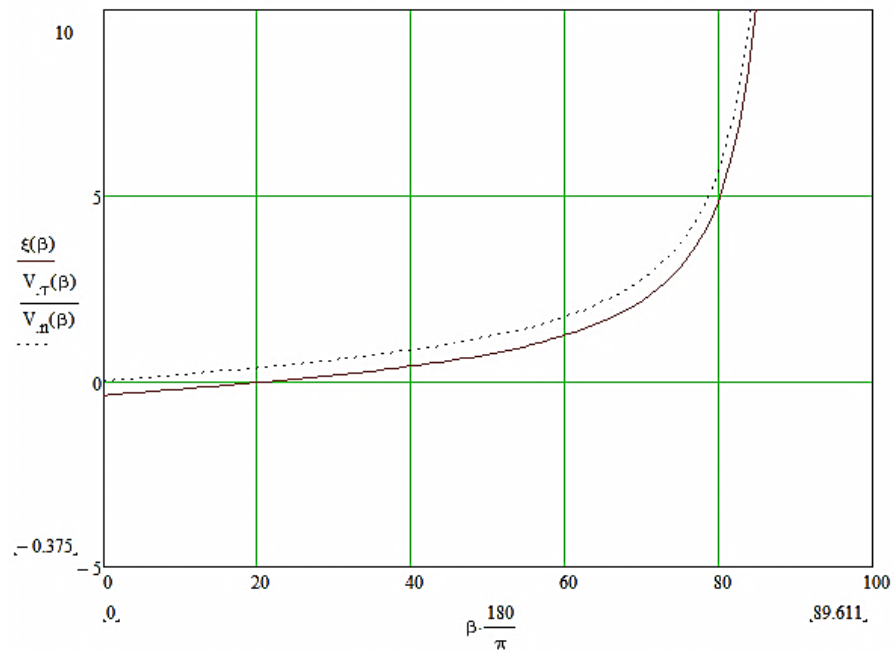


Рис. 2.8. Порівняння результатів

2.3. Розрахунок НДС робочого органу

Розрахунок НДС робочого органу дообрізувача гички (рис. 2.9) необхідно проводити у вертикальних та горизонтальних площинах, а також необхідним є обчислення напружень, що виникають на робочому органі під час приведення його у рух.

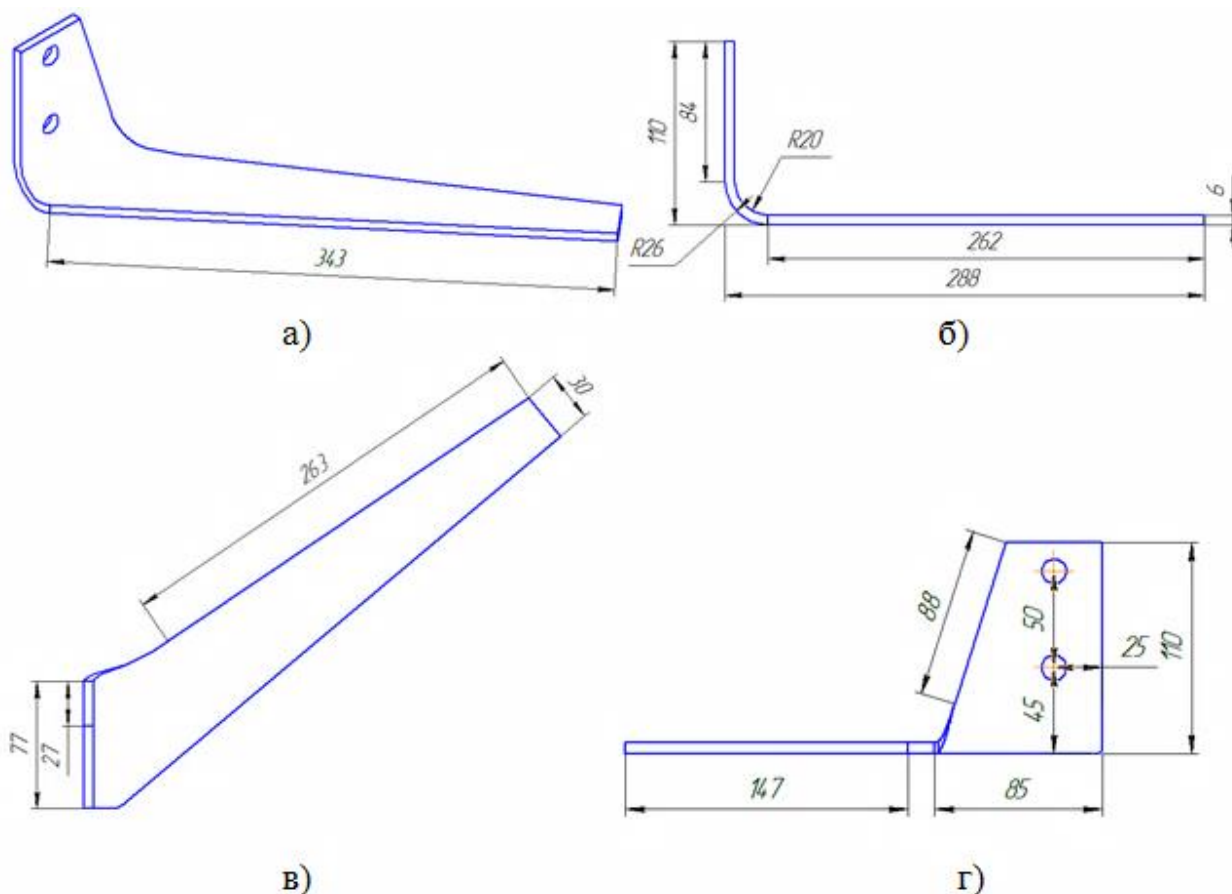


Рисунок 2.9 - Геометричні характеристики ножа

а) загальний вигляд; б) вигляд спереду; в) вигляд зверху; г) вигляд збоку.

На рис. 2.10 зобразимо перетин ножа, у якому необхідним є дослідження його напружено-деформованого стану.

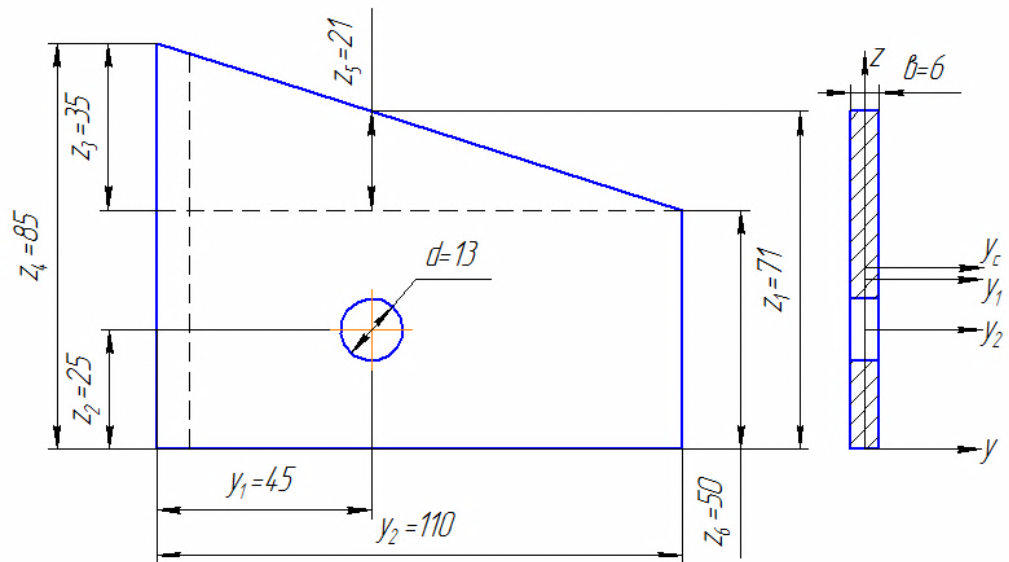


Рисунок 2.10 - Переріз робочого органу

Відповідно до рис. 2.10 знаходимо координату центра ваги за залежністю

$$z_c = \frac{\sum S_z}{\sum F} = \frac{F_1 z_1 - F_2 z_2}{F_1 - F_2}, \quad (2.24)$$

де F_1 і F_2 – площі, мм^2 ;

z_1 і z_2 – відповідні, мм .

Після підстановки відповідних даних отримаємо значення координати, що рівне $z_c = 37,9 \text{ мм}$.

Осьовий момент інерції знаходимо за залежністю

$$I_z = \frac{z_1 b^3}{12} - \frac{d b^3}{12}, \quad (2.25)$$

Осьовий момент інерції у горизонтальній площині обчислюється за залежністю

$$I_y = \frac{b z_1^3}{12} + F_1 (z_c - z_1')^2 - \left[\frac{d^3 b}{12} + F_2 (z_c - z_2)^2 \right], \quad (2.26)$$

Осьові моменти інерції після підстановки відповідних даних будуть рівні $I_z = 0,104 \text{ см}^4$, $I_y = 16,74 \text{ см}^4$.

Осьові моменти опору обчислюємо за залежностями:

-

$$W_z = \frac{I_z}{d/2}, \quad (2.27)$$

-

$$W_y = \frac{I_y}{z_c}.$$

-

Після підстановки даних отримаємо значення $W_y = 4,42 \text{ см}^3$, $W_z = 0,348 \text{ см}^3$.

Розглянемо НДС робочого органу.

1. Згинальні моменти:

-

$$M_z = F_T l_1, \quad (2.28)$$

-

$$M_y = F_T l_2.$$

-

2. Нормальні напруження σ :

$$\sigma(M_z) = \frac{M_z}{W_z}, \quad (2.29)$$

-

$$\sigma(M_y) = \frac{M_y}{W_y}.$$

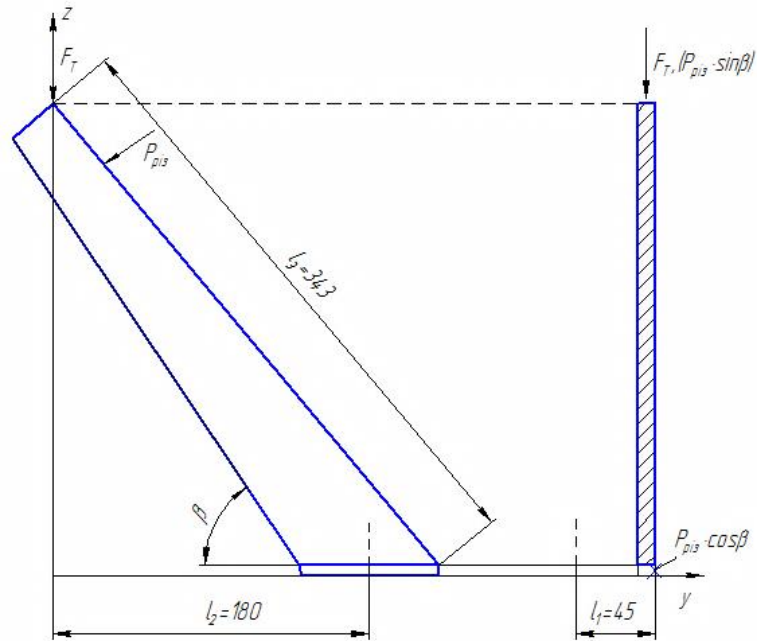


Рисунок 2.11 - Схема для знаходження згинальних моментів

Підставивши дані у залежності отримаємо дані по моментах:
 $M_z = 3240$ Нмм, $\sigma(M_z) = 9,31$ МПа; $M_y = 12960$ Нмм, $\sigma(M_y) = 2,93$ МПа.

3. Згинальні моменти M , що виникає від дії сили різання знаходимо за формулами

$$\begin{aligned} M_{y_1} &= P_{piz} \cdot l_3, \\ M_{y_2} &= (P_{piz} \cdot \cos \beta) \cdot l_1, \\ M_{z_1} &= (P_{piz} \cdot \sin \beta) \cdot l_1. \end{aligned} \quad (2.30)$$

Після обчислень отримуємо наступні значення: $M_{y_1} = 53508$ Нмм, $\sigma(M_{y_1}) = 12,1$ МПа; $M_{y_2} = 6362$ Нмм, $\sigma(M_{y_2}) = 1,44$ МПа; $M_z = 2966$ Нмм, $\sigma(M_z) = 8,53$ МПа.

Для більш точного аналізу НДС ножа доцільним є врахування динамічних навантажень, які присутні при реальних умовах роботи.

Оскільки для даного робочого органу дотичні напруження є малозначущими, тому при прийнятті коефіцієнта динамічності рівним 2,1 отримаємо значення максимальних напружень $\sigma_{\max} = 72,03$ МПа.

Для підтвердження аналітичних досліджень було побудовано тривимірну модель (рис. 2.12) активного ножа та проведено її розрахунок з використанням прикладних програм.

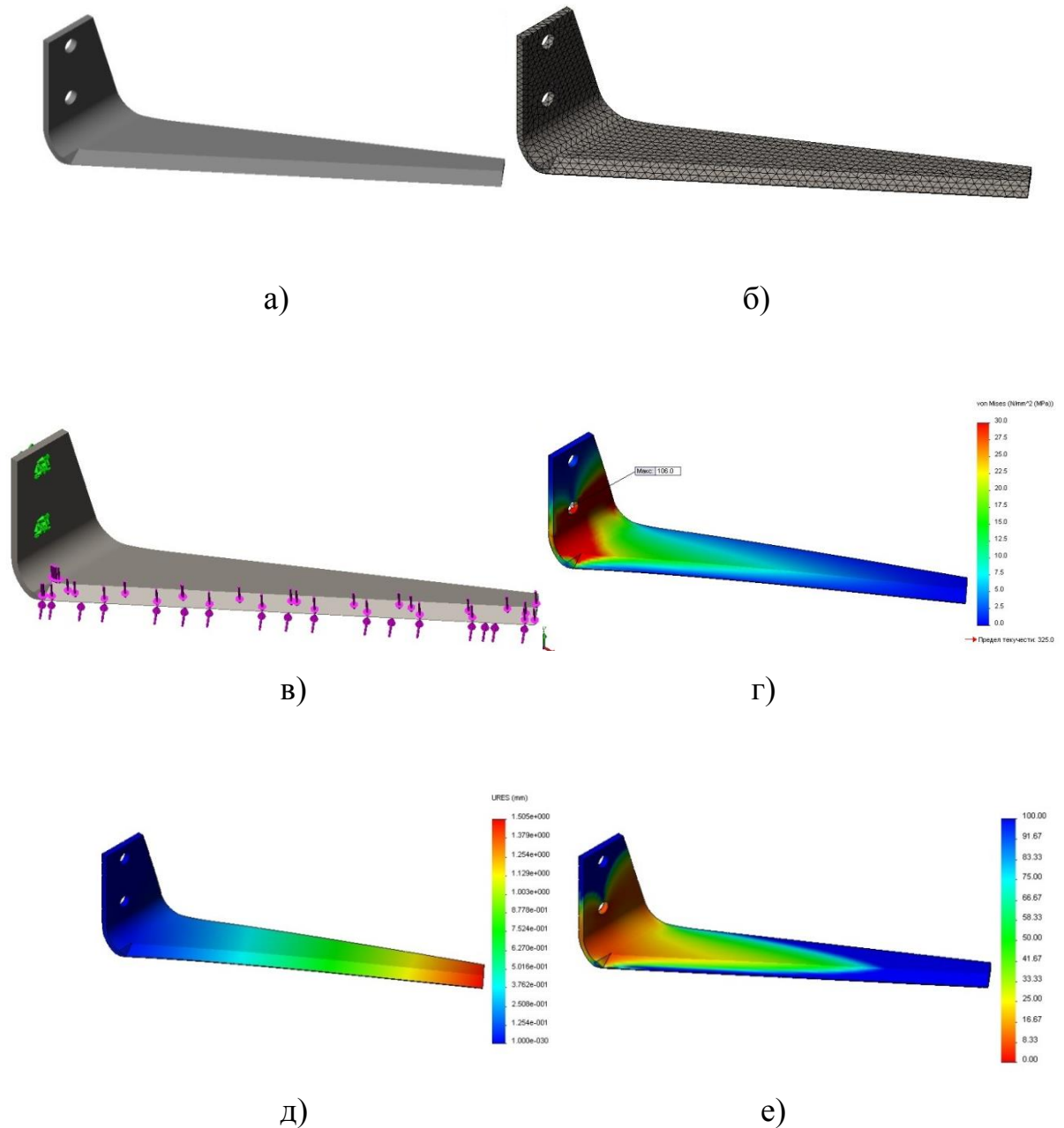


Рисунок 2.12 - Тривимірна модель робочого органу

а) модель для розрахунку; б) сітка кінцевих елементів; в) схема дії сил при виконанні технологічного процесу; г) активні напруження; д) переміщення; е) запас міцності елементів

Отримані дані при моделюванні корелюються з результатами теоретичних досліджень, що свідчить про роботу здатність запропонованого конструктивного рішення.

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Дослідження робочих параметрів активного ножа при виконанні технологічного процесу

Для здійснення аналізу конструктивно-кінематичних параметрів робочого органу гичковидаляючого модуля розглянемо розрахункову схему зображену на рис. 3.1.

Гичковидаляючий агрегат рухається по рядках коренеплодів з швидкістю ϑ . Робочий модуль гичковидаляючого механізму має дві швидкості руху: плоскопаралельну та зворотно-поступальну.

Для забезпечення необхідної якості зрізу залишків гички з головок коренеплодів необхідним є узгодження зворотно-поступальної та прямолінійної швидкостей руху.

Різання головки коренеплоду 1 починається з точки 1_n , що належить ріжучій кромці 3 леза ножа. Для даної точки виберемо систему координат Oxy , у якій вісь Ox направляємо у бік повздовжнього переміщення ножа, що рухається, при тому вісь Oy зображаємо перпендикулярною до осі Ox .

Повне різання головки буряка (рис. 3.1) кромкою 3 ножа 2 обрізника гички буде виконуватися при умові, коли у площині Oxy за період переміщення ножа вздовж головки буряку, або за термін зрізання голівки буряку у поздовжньому напрямі, що позначений як $t_{r,\vartheta}$, певна точка 2_n , що розміщена на ріжучій кромці ножа пересунеться у координату точку, або у точку закінчення процесу різання [16], [21].

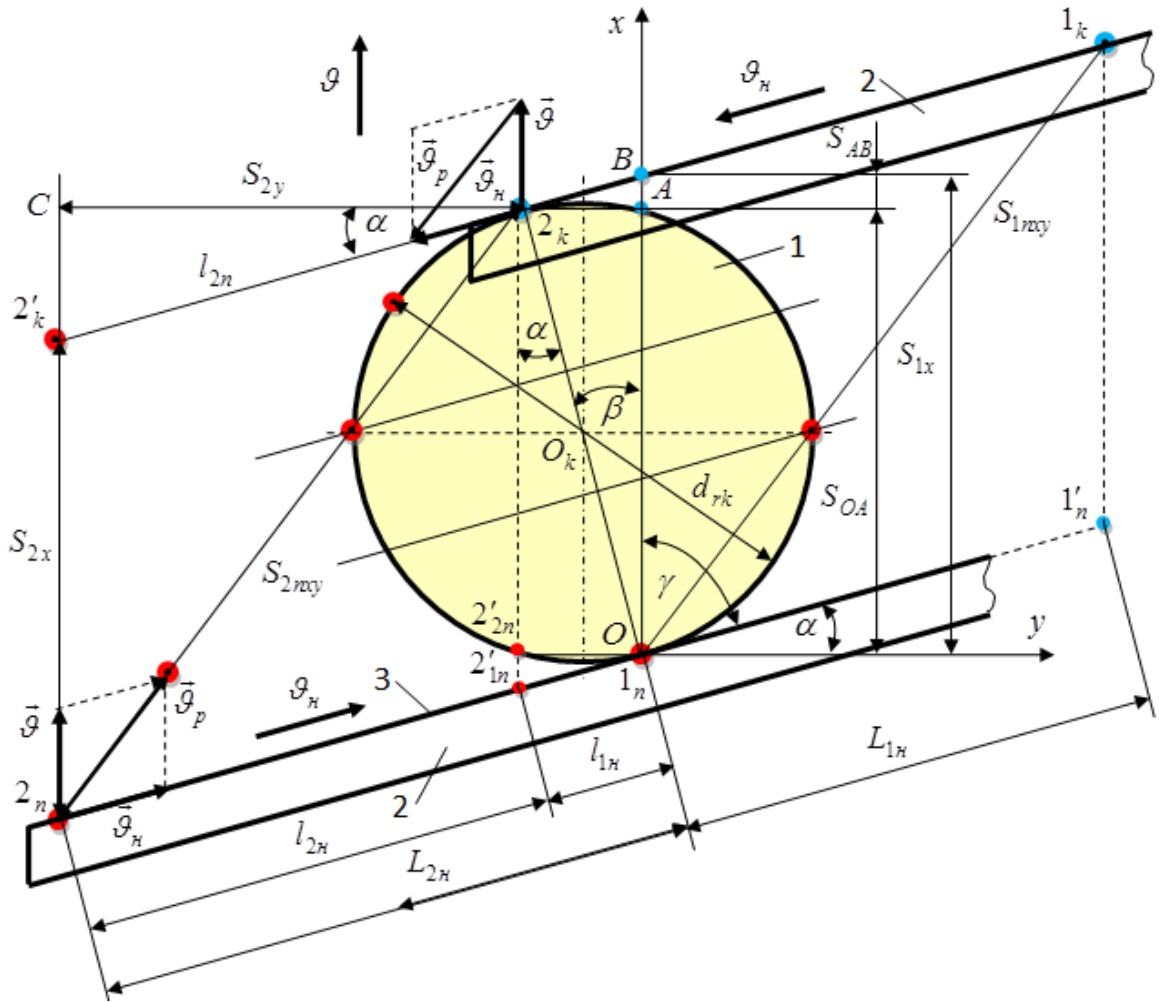


Рисунок 3.1 – Схема до визначення параметрів активного ножа:
 1 – коренеплід; 2 – плоский ніж; 3 – кромка леза

Час, що необхідний для пересування леза активного ножа із точки 2_n у точку 2_k , позначимо через $t_{r\vartheta_H}$, повинен бути більший або рівний часу, що витрачається на різання головки у поздовжньому напрямку. Для цього необхідне виконання умови

$$t_{r\vartheta_H} \geq t_{r\vartheta}, \text{ або } \frac{S_{2y}}{\vartheta_H \cos \alpha} \geq \frac{S_{2x}}{\vartheta}, \quad (3.1)$$

де $t_{r\vartheta_H}$ – час переміщення із координати 2_n в координату 2_k , с;

$t_{r\vartheta}$ – час різання від координати 1_n до координати 2_k , с;

S_{2y} – шлях переміщення координати 2_n у координату 2_k вісь Oy , м;

S_{2x} – шлях від координати 1_n до координати 2_k вздовж осі Ox , м;

\mathcal{G}_n – швидкість руху активного ножа, м/с;

α – кут встановлення Oy , град.

Відповідно до рис. 3.1, відстань S_{2x} визначається за формулою

$$S_{2x} = S_{1x} = S_{OA} + S_{AB}. \quad (3.2)$$

При цьому:

Довжина S_{OA} знаходиться з тригонометричної залежності

$$S_{OA} = d_{rk} \cos \alpha, \quad (3.3)$$

Довжина S_{AB} знаходиться з тригонометричної залежності

$$S_{AB} = 2_k A \sin \alpha = d_{rk} \sin \alpha \cdot \sin \alpha = d_{rk} \sin^2 \alpha, \quad (3.4)$$

З іншої точки зору

$$S_{AB} = 2_k A \sin \alpha = l_{1n} \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \quad (3.5)$$

Після відповідних перетворень і спрощень S_{2x} буде рівне

$$S_{2x} = d_{rk} \cos \alpha + d_{rk} \sin^2 \alpha = d_{rk} (\cos \alpha + \sin^2 \alpha), \quad (3.6)$$

Час $t_{r,g}$ різання головки коренеплоду можливо визначити згідно залежності

$$t_{r,g} = \frac{d_{rk} (\cos \alpha + \sin^2 \alpha)}{\frac{dS_x}{dt}}, \text{ або } t_{r,g} = \frac{\cos \alpha (d_{rk} + l_{1n} \sin \alpha)}{\frac{dS_x}{dt}}, \quad (3.7)$$

Шлях S_{2y} направлений вздовж осі Oy можна визначити із тригонометричної залежності

$$S_{2y} = l_{2n} \cos \alpha, \quad (3.8)$$

Враховуючи те, що:

$$l_{2n} = L_{2n} - l_{1n} = L_{2n} - d_{rk} \sin \alpha, \quad (3.9)$$

Відстань S_{2y} після підстановки відповідних даних знаходиться за формулою

$$S_{2y} = (L_{2H} - d_{rk} \sin \alpha) \cos \alpha. \quad (3.10)$$

Час переміщення t_{r, ϑ_H} знайдемо за формулою

$$t_{r, \vartheta_H} = \frac{(L_{2H} - d_{rk} \sin \alpha) \cos \alpha}{\frac{dS_y}{dt}}. \quad (3.10)$$

Для забезпечення технологічних норм виконання процесу різання необхідним є виконання умови

$$\frac{(L_{2H} - d_{rk} \sin \alpha) \cos \alpha}{\frac{dS_y}{dt}} \geq \frac{d_{rk} (\cos \alpha + \sin^2 \alpha)}{\frac{dS_x}{dt}}. \quad (3.11)$$

Із залежності (3.11) знаходимо необхідну робочу довжину L_{2H} активного ножа

$$L_{2H} \geq d_{rk} \left[\cos \alpha \left(\frac{dS_y}{dt} / \frac{dS_x}{dt} \right) + \sin \alpha \right], \quad (3.12)$$

Рівняння (3.12) буде виконуватися тоді, коли буде ідеальне розміщення вертикальної осі буряка відносно осі $O'x'$ (рис. 3.2а).

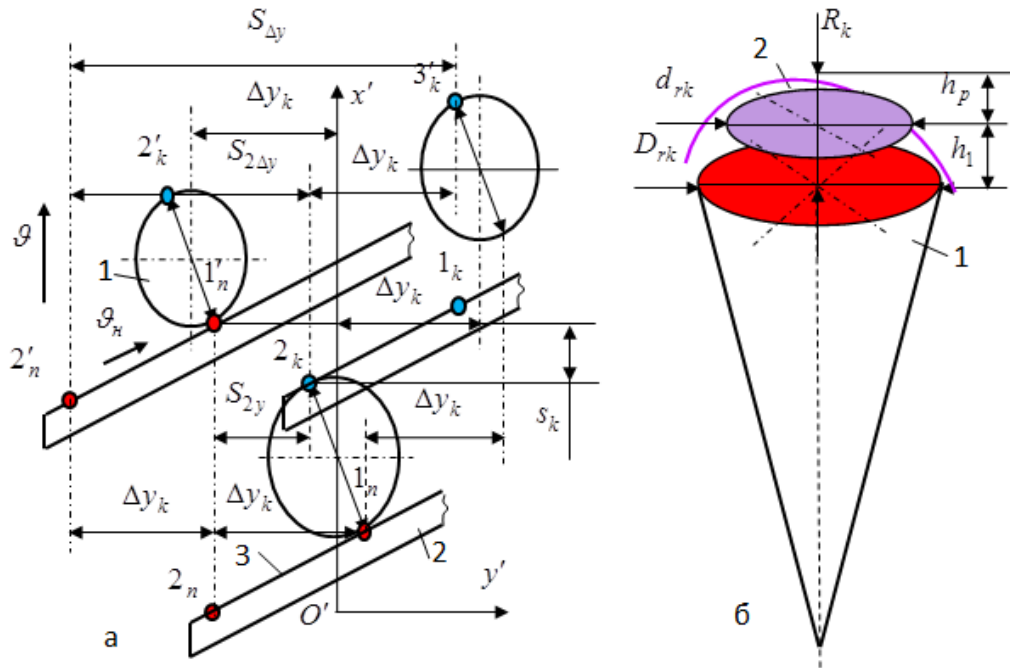


Рисунок 3.2 – Схема для визначення параметрів активного ножа обрізника головок коренеплодів: а – схема відхилення вертикальної осі; б – схема до розрахунку висоти зрізу

При присутності максимального відхилення Δy_k вертикальної осі коренеплоду в бік від осової лінії рядка час визначається

$$S_{2\Delta y} = S_{2y} + \Delta y_k; \quad (3.13)$$

При присутності максимального відхилення Δy_k вертикальної осі у два боки від осової лінії можна визначити з виразу

$$S_{\Delta y} = S_{2y} + 2\Delta y_k. \quad (3.14)$$

Після підстановки та спрощення аналітичних залежностей отримаємо:

$$\left. \begin{aligned} S_{\Delta y} &= (L_n - d_{rk} \sin \alpha + 2\Delta y_k \sin \alpha) \cos \alpha; \\ t_{r\vartheta_H}'' &= \frac{(L_n - (d_{rk} + 2\Delta y_k) \sin \alpha) \cos \alpha}{\frac{dS_{\Delta y}}{dt}} \end{aligned} \right\} \quad (3.15)$$

$$\frac{(L_H - (d_{rk} + 2\Delta_y)\sin\alpha)\cos\alpha}{\frac{dS_{\Delta y}}{dt}} \geq \frac{d_{rk}(\cos\alpha + \sin^2\alpha)}{\frac{dS_x}{dt}}; \quad (3.16)$$

$$L_H \geq (d_{rk} + 2\Delta y_k) \left[\cos\alpha \left(\frac{dS_{y\Delta}}{dt} / \frac{dS_x}{dt} \right) + \sin\alpha \right], \quad (3.17)$$

Для проведення наступних досліджень запишемо неувний розмір d_{rk} (рис. 3.2б) через увний діаметр коренеплоду D_{rk} ,

$$\pi r_{rk}^2 = \pi h_p (2R_{rk} - h_p), \text{ або } 0,25d_{rk}^2 = h_p (2R_{rk} - h_p), \quad (3.18)$$

Із залежності (3.18) знайдемо d_{rk}

$$d_{rk} = 2\sqrt{D_{rk}h_p - h_p^2}, \quad (3.19)$$

Підставивши відповідні значення d_{rk} отримаємо формулу для визначення робочої довжина L_H активного ножа [130]

$$L_H \geq 2 \left(\sqrt{D_{rk}h_p - h_p^2} + \Delta y_k \right) \left[\cos\alpha \left(\frac{dS_y}{dt} / \frac{dS_x}{dt} \right) + \sin\alpha \right], \quad (3.20)$$

або

$$L_H \geq 2 \left(\sqrt{D_{rk}h_p - h_p^2} + \Delta y_k \right) \left(\frac{\mathcal{G}_H}{\mathcal{G}} \cos\alpha + \sin\alpha \right), \quad (3.21)$$

На рис. 3.3 та рис. 3.4 подано взаємозалежність зміни робочої довжини активного ножа, відповідно, як функція $L_H = f_L(D_{rk}; \mathcal{G}_H)$ і $L_H = f_L(\mathcal{G}_H)$.

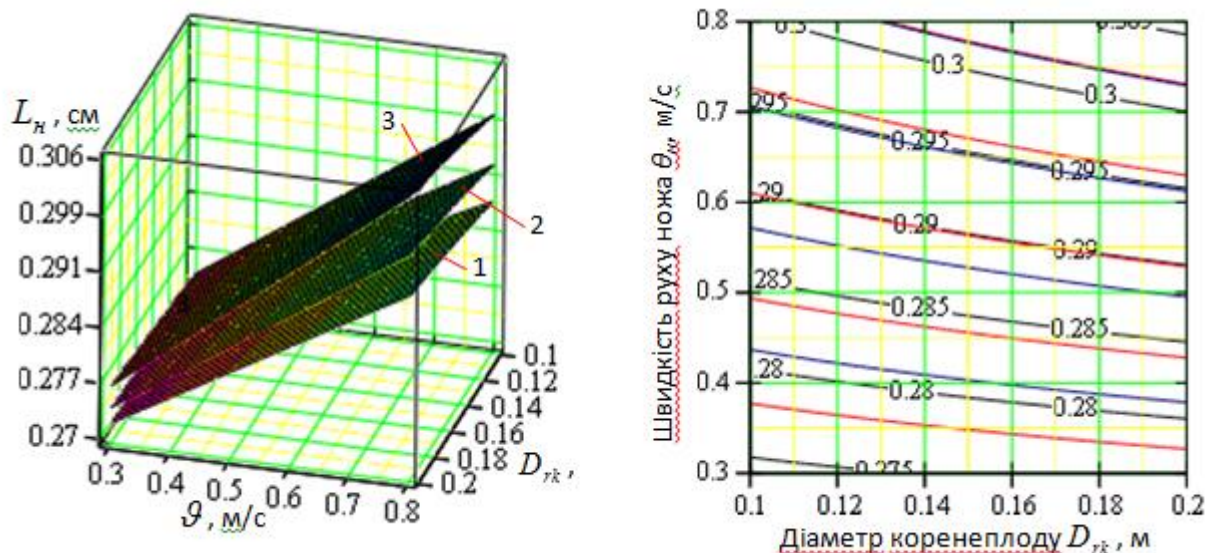


Рисунок 3.3 – $L_n = f_Q(D_{rk}; \varrho_n)$ 1, 2, 3 – $\varrho = 1,6; 1,9; 2,2$ м/с



Рисунок 3.4 – $L_n = f_L(\varrho_n)$: а, б, в – $\varrho = 1,6; 1,9; 2,2$ м/с; 1, 2, 3 – $D_{rk} = 0,1; 0,15; 0,2$ м

Проведений аналіз графічних залежностей рис. 3.3 та рис. 3.4 дозволив визначити оптимальну довжину робочого ножа в межах від 0,25 до 0,3 м.

Оптимальна швидкість руху бурякозбирального комплексу становить $\varrho = 1,6 \dots 2,2$ м/с при швидкості руху активного ножа в межах $\varrho_n = 0,3 \dots 0,8$ м/с.

3.2. Дослідження руху бурякозбирального агрегату по рядках

Для моделі руху бурякозбирального агрегату з активним ножом застосуємо тригонометричні функції синуса і косинуса [17].

Функцію тригонометричного ряду Фур'є запишемо у наступному значенні

$$S(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \cos \frac{\pi n x}{l} + b_n \sin \frac{\pi n x}{l}, \quad (3.22)$$

де a_0, c_n, b_n – коефіцієнти тригонометричного ряду;

l – відстань між коренеплодами цукрових буряків у рядку.

Коефіцієнти ряду Фур'є обчислюються за відомими залежностями

$$a_0 = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) dx; \quad (3.23)$$

$$b_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \sin \frac{\pi n x}{l} dx; \quad (3.24)$$

$$c_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^l f(x) \cos \frac{\pi n x}{l} dx. \quad (3.25)$$

Розрахункова схема зображена на рис. 3.5.

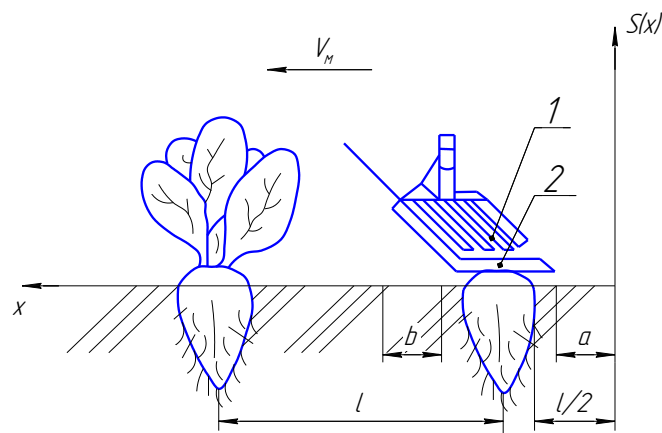


Рисунок 3.5 - Розрахункова схема руху

Для відповідності у відстанях a і b необхідним є накладання умов для руху активного ножа при виконанні тех.. процесу (рис. 3.6).

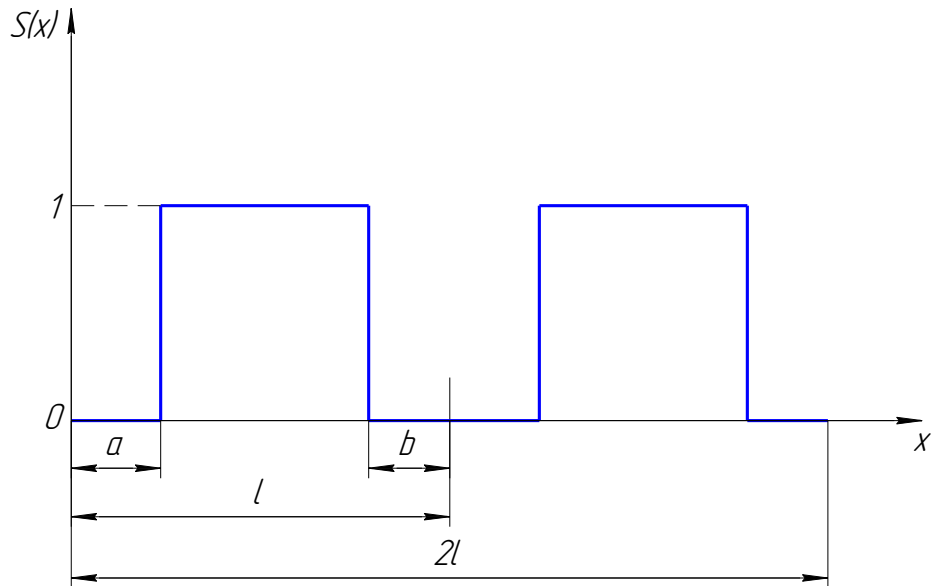


Рисунок 3.6 - Схематизація для встановлення умов руху ножа

Умови руху для робочого органу запишуться у наступному вигляді

$$S(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } 0 \leq x \leq a; \\ 1, & \text{якщо } a \leq x \leq l - b; \\ 0, & \text{якщо } l - b \leq x \leq l + a; \\ 1, & \text{якщо } l + a \leq x \leq 2l - b; \\ 0, & \text{якщо } 2l - b \leq x \leq 2l. \end{cases} \quad (3.26)$$

З врахуванням умови поданих вище, формули для визначення коефіцієнтів ряду Фур'є набудуть вигляду

$$a_0 = \frac{1}{l} \left(\int_a^{l-b} dx + \int_{l+a}^{2l-b} dx \right); \quad (3.27)$$

$$c_n = \frac{1}{l} \left(\int_a^{l-b} \cos \frac{\pi n x}{l} dx + \int_{l+a}^{2l-b} \cos \frac{\pi n x}{l} dx \right); \quad (3.28)$$

$$b_n = \frac{1}{l} \left(\int_a^{l-b} \sin \frac{\pi n x}{l} dx + \int_{l+a}^{2l-b} \sin \frac{\pi n x}{l} dx \right). \quad (3.29)$$

Коефіцієнти функції тригонометричного ряду Фур'є для руху ножа по під час здійснення технологічного процесу набудуть вигляду:

$$a_0 = \frac{1}{l} \cdot (2l - 2b - 2a); \quad (3.30)$$

$$c_n = \frac{1}{l} \left[-l \frac{-\sin \pi n \cdot \cos\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) + \cos \pi n \cdot \sin\left(\frac{1}{l} \pi n b\right)}{\pi n} - \frac{\sin\left(a \pi \frac{n}{l}\right)}{\pi n} l - \right. \\ \left. -l \frac{-2 \cos\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) \sin \pi n \cdot \cos \pi n + 2 \sin\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) \cos(\pi n)^2 - \sin\left(\frac{1}{l} \pi n b\right)}{\pi n} - \right. \\ \left. -l \frac{\sin \pi n \cdot \cos\left(a \pi \frac{n}{l}\right) + \cos \pi n \cdot \sin\left(a \pi \frac{n}{l}\right)}{\pi n} \right]; \quad (3.31)$$

$$b_n = \frac{1}{l} \left[-l \frac{\cos \pi n \cdot \cos\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) + \sin \pi n \cdot \sin\left(\frac{1}{l} \pi n b\right)}{\pi n} + \frac{\cos\left(a \pi \frac{n}{l}\right)}{\pi n} l - \right. \\ \left. -l \frac{2 \cos\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) \cos(\pi n)^2 - \cos\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) + 2 \sin\left(\frac{1}{l} \pi n b\right) \sin \pi n \cdot \cos \pi n}{\pi n} + \right. \\ \left. + l \frac{\cos \pi n \cdot \cos\left(a \pi \frac{n}{l}\right) + \sin \pi n \cdot \sin\left(a \pi \frac{n}{l}\right)}{\pi n} \right]. \quad (3.32)$$

На основі отриманих значень, будемо графічну залежність переміщення активного ножа від відносного переміщення бурякозбирального комбайна (рис. 3.7) [18].

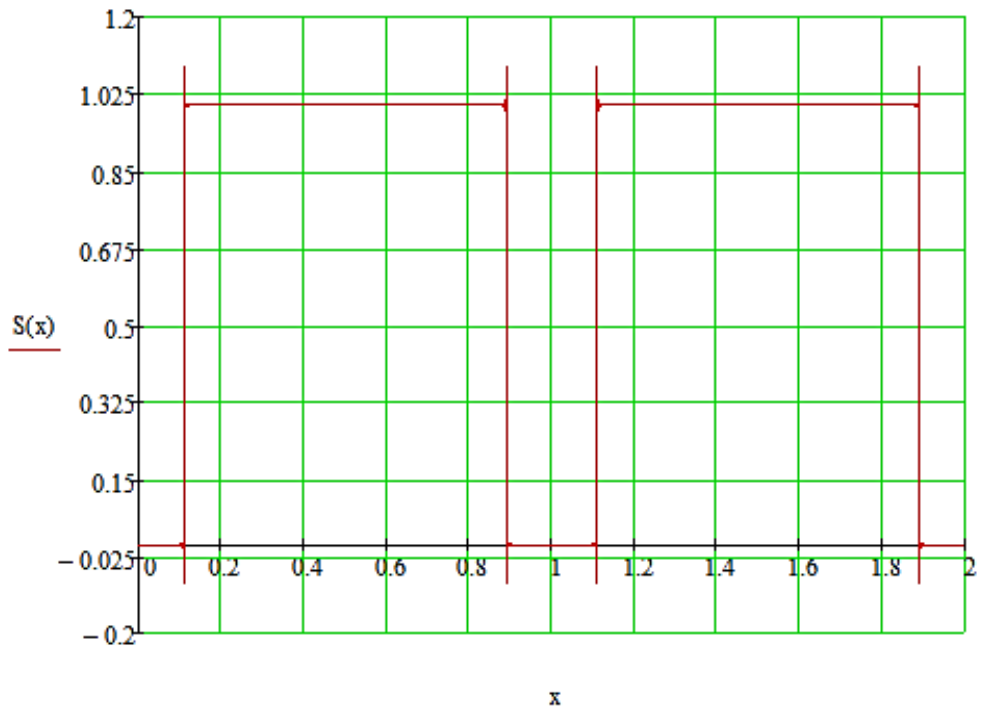


Рисунок 3.7. Взаємозалежність переміщення ножа від переміщення бурякозбирального комбайна

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Порядок проведення робіт з техніки безпеки та охорони праці

Усе керівництво та повна відповідальність за організацію робіт з охорони праці в області технічного обслуговування МТП покладається на посаду головного інженера, на пунктах ТО, та на ділянках покладається безпосередньо на керівників даних підрозділів.

Особи, які є відповідальними за техніку безпеки в області організації ТО (інженер з експлуатації, механік, бригадир, майстер та інші керівники), зобов'язані:

- не допускати проведення контролю тракторів, комбайнів і самохідних машин, які перебувають на виконанні технологічних операцій;
- не допускати до роботи на мобільних засобах ТО, металообробних верстатах, до електрогазозварочних, ковальських і інших робіт працівників, що не мають дозвільних документів чи відповідного роду посвідчень;
- спостерігати за робочим станом пересувних засобів ТО, що знаходяться на стаціонарному вузлі ТО, а також за наявністю та роботопридатністю всіх передбачених правилами з техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідному ділянці роботи;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи;
- вимагати дотримання працівниками, що оформлені по трудовому договорі чи угоді, правил та інструкцій з забезпечення техніки безпеки, неухильно стежити за використанням безпечних методів роботи та застосуванням усіх наявних ЗІЗ.

Усі робітники, що приходять на підприємство, повинні пройти вступний інструктаж, пізніше інструктаж на робочому місці, і з періодичністю у шість

місяців повторні інструктажі. Робітники, що працюють на особливо небезпечних чи шкідливих роботах (електрогазозварочні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж змушені проходити кожні три місяці.

Велику роль у зниженні виробничого травматизму відіграє впровадження безпечних методів виконання робіт. У зв'язку з цим керівництво пункту де відбувається технічне обслуговування зобов'язано організувати інформацію з техніці безпеки [22].

Інформація з техніці безпеки розміщується в спеціальному приміщенні чи безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку з ОП доцільно відокремити від іншого приміщення.

4.2. Загальні вимоги безпеки до тракторів і самохідних сільськогосподарських машин

При ТО чи огляді перевіряють стан та надійність кріплень стійок підшипників головного карданного вала, копачів, що підкопують коренеплоди, теребильних апаратів, кришок та корпусів підшипників. Переконаються у відсутності мастил на зовнішніх сторонах деталей, таких як коробки перемикання швидкостей, редуктори та гідравлічні системи.

Коли існує необхідність, тоді проводять регулювання вузлів машин та механізмів.

Оглядають, регулюють вузли та механізми у послідовності, яка визначена правилами технічного обслуговування та ремонту бурякозбиральних комбайнів. Особливо звертають увагу на регулювання запобіжних муфт.

При підніманні комбайна за допомогою домкрата необхідно підкласти під його несучу раму міцну підставку, перед початком піднімання під рушії встановлюють металеві чи пластмасові опори.

Для того щоб полегшити умови праці при установці пружин теребильних апаратів, монтуванні теребильного ланцюга та виправленню пальців вирівнювачів, застосовують спеціальне пристосування та обладнання.

Під час заточення ножів дообрізувачів забороняється підтримувати даний механізм за допомогою сторонніх предметів, а також знаходитися на основній рамі агрегату.

Експлуатувати комбайн, який не обладнаний захисним пристроєм карданної передачі та надійною аварійною сигналізацією, заборонено. Тому при попередньому огляді необхідно переконатися в їхній наявності та надійності.

Відповідальним за техніку безпеки при обслуговуванні буряконавантажувача є тракторист-машиніст.

Перед запуском двигуна енергетичного засобу необхідно, щоб усі важелі розподільного пристрою знаходилися в нейтральному положенні та був виключений центральний редуктор.

До обслуговування стендів для перевірки вузлів, агрегатів та машин допускаються особи, яким виповнилося 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання, інструктажі з техніки безпеки та які мають кваліфікаційне посвідчення.

Дослідження та налаштування машин, вузлів та агрегатів, які створюють шуми та виділяють шкідливі речовини, необхідно проводити в ізольованих від інших цехів приміщеннях, у яких наявне дистанційне керування машинами, які досліджуються.

Стенди для налаштування двигунів повинні мати автоматичні пристрої, що виключають можливість перевищення допустимих частот обертання вала двигуна.

Електрозварювальне устаткування повинне бути безпечним та відповідати вимогам ДСТ 122.003—74.

Забороняється жити зварювальну дугу від силової, освітлювальної і контактної мережі. Усі зварювальні установки повинні мати захист та бути обладнані запобіжниками з боку живильної мережі. Багатопостові зварювальні агрегати крім цього захисту повинні мати автоматичний вимикач у загальному проводі зварювального ланцюга та запобіжники [22].

Для підвищення безпеки (при зміні електродів в особливо небезпечних умовах роботи) повинні застосовуватися обмежувачі напруги холостого ходу, що заземлюються окремим провідником.

До електрозварювальних робіт допускаються особи, що пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж, перевірку знань по техніці безпеки і які мають посвідчення і II кваліфікаційну групу по техніці безпеки.

Широке використання у господарствах отримали електрозварювальні агрегати БАС-307, АБД-306 і зварювальні трансформатори, що складаються з понижуючого трансформатора однофазного струму типу СТЭ і регулятора (реактора) типу РОТЭ.

Найбільшу небезпеку при обслуговуванні електрозварювальних апаратів представляє заміна електродів, тому що при цьому зварювальник попадає під повну робочу напругу. Захист зварювальника від дії електроструму в момент заміни електродів досягається пристроєм спеціального автоматичного блокування і переключення апарата на напругу 12/24 В.

Приточне повітря варто подавати в робочу зону насадками, розташованими з боків столу, а шкідливі речовини відводити через похилі насадки, розташовані перед зварювальним столом.

Пил і гази, що утворюються при автоматичному і напівавтоматичному зварюванні під шаром флюсу, потрібно видаляти через місцеві витяжки щілевидної форми довжиною 250...350 мм, що розташовують над зварювальним швом на висоті не більш 50 мм.

Для захисту навколишніх робітників від дії променів електричної дуги робочі місця електрозварювачів, що знаходяться як у приміщеннях, так і на відкритому повітрі, необхідно огороджувати з трьох сторін переносними легкими огороженнями висотою 1,8...2 м чи щитами ширмами. Підсобним робітникам, що допомагають електрозварювальнику, необхідно видавати світлозахисні окуляри та діелектричні рукавички.

Електропроводка від зварювальної установки до електродотримача повинна бути виконана тільки проводом типу ПРГД чи кабелем типу КРТП.

Приєднання проводу до електродотримача і зворотного проводу до виробу, що зварюється, здійснюється механічними затискачами. Місце приєднання проводу до електродотримача повинне бути заізольовано. Опір ізоляції зварювальних проводів повинний складати не менш 20 Ом.

Фарбувальні роботи необхідно виконувати в ізольованих приміщеннях, цехах, на спеціальних установках, у фарбувальних камерах чи на площадках, обладнаних приточно-витяжною вентиляцією з місцевими витяжками і засобами пожежної безпеки.

Очищення поверхні перед фарбуванням необхідно проводити у витяжних шафах механізованим чи хімічним способом.

Фарбувальні площадки при безкамерному фарбуванні великогабаритних виробів повинні мати огороження та пристрої для уловлювання неосілої фарби і для витяжки забрудненого повітря з робочої зони. Зона з радіусом півсфери 5м відноситься до вибухонебезпечної.

Конструкція вентиляторів повинна виключати можливість іскроутворення, а електродвигуни повинні бути вибухобезпечні. Більш безпечно здійснювати вентиляцію методом ежекції.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналізу наявних конструкцій машин та механізмів, що забезпечують видалення залишків гички з головок коренеплодів було встановлено, що наявна техніка не забезпечує виконання високих агротехнічних показників, які висуваються до коренеплодів під час їх механізованого збирання.

2. При використанні у конструктивній схемі гичковидаляючого механізму активних плоских ножів, що працюють з схемою різання з ковзанням можливо досягнути зниження нормальної сили різання, яка в свою чергу дозволить зменшити затуплення кромки ножа та підвищити агротехнічні показники які ставляться до коренеплодів.

3. Проведено дослідження напружено – деформованого стану активного ножа при виконанні ним технологічного процесу, та визначено величину максимальних напружень, які становлять $\sigma_{\max} = 72,03$ МПа.

4. Описано аналітичну методику для визначення коефіцієнта ковзання плоского ножа по головках коренеплодів, а також подано модель, що характеризує рух гичковидаляючого модуля по рядках коренеплодів при виконанні технологічного процесу.

5. Встановлено, що оптимальна довжина робочої ділянки активного ножа варіюється в межах від 0,25 до 0,3 м, а оптимальна швидкість руху бурякозбирального комплексу становить 1,6...2,2 м/с при умові коли швидкості руху активного ножа знаходиться в межах 0,3...0,8 м/с.

6. Подано рекомендації щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема загальні вимоги безпеки до тракторів і самохідних сільськогосподарських машин.

Кваліфікаційна робота виконана відповідно до рекомендацій [23].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аванесов Ю.Б. Свеклоуборочные машины / Ю.Б. Аванесов, В.И. Бессарабов, И.И. Русанов. – М.: Колос, 1979. – 351 с.
2. Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин. Монографія / В.М. Булгаков. – К.: Видавничий центр НАН, 2005. – 245 с.
3. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Урожай, 1994. – 446 с.
4. Мартиненко В.Я. Гичкозбиральні машини / В.Я. Мартиненко. – Тернопіль: ТОВ «Поліграфіст», 1997. – 108 с.
5. Мартиненко В.Я. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності робочих органів гичкозбиральних машин. Дис. докт. техн. наук: 05.05.11. – Тернопіль, 2000. – 374 с.
6. Машини бурякозбиральні ДСТУ 2258-93. – К.: Держстандарт України, 1993. – 18 с.
7. Гевко Р.Б. Напрямки вдосконалення бурякозбиральної техніки / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, С.В. Синій, В.М. Булгаков, Р.М. Рогатинський, О.Б. Павелчак. – Луцьк: ЛДТУ, 1999. – 168 с.
8. Попович П.В. Обґрунтування параметрів обладнання для випробувань багатоступінчастих редукторів розкидачів твердих органічних добрив / П.В. Попович, О.П. Цьонь, Т.А. Довбуш // Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. – Кіровоград, 2011. – Вип. №41, част.1. – С. 321–326.
9. Паламарчук М.М. Свеклосахарное производство Украинской ССР / М.М. Паламарчук. – К., 1964. – 215 с.
10. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, Н.В. Татьянко. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
11. Свеклоуборочная машина КР-6-П // Проспект фирмы Franz Kleine. -Maschinenfabrik GmbH & Co, Postf. 1250.

12. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины. (Конструирование и расчет) / Л.В.Погорелый, Н.В. Татьяна, В.В. Брей и др. – К.:Техніка, 1983. – 168 с.
13. Седякин К.М. Об одном физическом принципе теории надежности / К.М. Седякин // Известия АН. СССР. Техническая кибернетика, 1966. – №3. – С. 13–19.
14. Босой Е.С. Теория, конструирование и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С. Босой. – М.: Машиностроение, 1978. – 567 с.
15. Рибак Т.І. Огляд гичковидаляючих апаратів бурякозбиральний машин та шляхи їх вдосконалення / Т.І. Рибак, О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Технічний сервіс машин для рослинництва”. – Харків, 2013. – Вип. № 134. – С. 203–207.
16. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005.– 464 с.
17. Булгаков В.М. Теорія очистки головок коренеплодів очисником з вертикальною віссю обертання / В.М. Булгаков, І.В. Головач // Сб. науч. тр. Керченского морского технологического института «Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий». Вып. 4. – Керчь, 2002. – С. 209–226.
18. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини для рільництва / П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Сало; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
19. Рибак Т.І. Вплив перерозподілу зусилля різання активного ножа дообрізувача гички буряків на його довговічність / Т.І. Рибак, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. “Проблеми надійності машин

та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. – Харків, 2014. – Вип. № 151. – С. 222–227.

20. Р.В. Лукавий, Г.Б. Цьонь. Класифікація механізмів для видалення гички / Р.В. Лукавий, Г.Б. Цьонь // Актуальні задачі сучасних технологій. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Том І. – Тернопіль 25-26 листопада 2020. – С. 86.

21. Anna Tson, Viktor Baranovskyi. Experimental researches of parameters technological process of the improved beet stop spurifier / AnnaTson, Viktor Baranovskyi, Oleg Lyashuk, Taras Dovbush // ScientificJournalof TNTU. Ternopil: TNTU, 2018. No 4 (92). P. 60-67.

22. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: . Знання, 2000. – 188с.

23. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.

ДОДАТКИ