Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

Факультет аграрної інженерії та екології

Кафедра аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

на тему:

«МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ КОРМОВИХ БУРЯКІВ З РОЗРОБКОЮ ДООЧИЩУВАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ»

спеціальності *208 Агроінженерія*
(шифр і назва спеціальності)
освітня програма *«Агроінженерія»*
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи АІз- 41
НОВИЦЬКИЙ Микола Миколайович

_____
(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент
ЮХИМЧУК Сергій Федорович

_____
(ипідпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«___» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., професор
КІРЧУК Руслан Васильович

_____
(підпис)

Луцьк 2025

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	*аграрних технологій та екології*
Кафедра	*аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса*
Ступінь вищої освіти	*бакалавр*
Галузь знань	*20 Аграрні науки та продовольство*
Спеціальність	*208 Агроінженерія*
Освітня програма	*Агроінженерія*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри аграрної інженерії
імені професора Г.А. Хайліса
доц., к.т.н. ХОМИЧ Сергій
Миколайович_____
“_____”_____202 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Новицькому Миколі Миколайовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Механізація вирощування кормових буряків з розробкою доочищувача коренеплодів коренезбиральної машини

Керівник роботи: Юхимчук Сергій Федорович, доцент, к.т.н.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЛНТУ від “17” січня 2025 р. № 33/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи
«___»_____202_ р.

3. Вихідні дані до роботи_____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу бакалавра.
3. Анотація.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

		к-сть листів
1.	Схема удосконаленої технології	- 1 лист
2.	Функціональна (принципова) схема машини	- 1 лист
3.	Організація робіт або операційно-технологічна карта	- 1 лист
4.	Складальне креслення розроблюваного вузла	- 1 лист
5.	Робочі креслення деталей	- 1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання «___»_____ 202_ р.

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами і літературою	08.04 – 11.04.2025 р.	
2	Формування вихідних даних, мети та завдання виконання кваліфікаційної роботи	12.04 – 18.04.2025 р.	
3	Розробка рекомендації з покращення (удосконалення) технології	19.04 – 25.04.2025 р.	
4	Розрахунки параметрів машини і вузла, які проектуються	26.04 – 01.05.2025 р.	
5	Розробка функціональної (кінематичної) і принципової схем машини	02.05 – 08.05.2025 р.	
6	Розробка конструкції вузла і його деталей	09.05 – 15.05.2025 р.	
7	Розробка питань охорони праці та довкілля	16.05 – 22.05.2025 р.	
8	Оформлення пояснюючої записки	23.05 – 29.05.2025 р.	
9	Нормоконтроль	30.05 – 03.06.2025 р.	
10	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	до 10.06.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Новицький Микола Миколайович
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____ Юхимчук Сергій Федорович
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 - Агроінженерія. Луцький національний технічний університет, Луцьк, 2025.

Основний зміст кваліфікаційної роботи бакалавра викладено на 52 сторінках друкованого тексту. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань із 20 найменувань та 2 додатків, а також має 10 рисунків і 1 таблицю. Повний обсяг роботи становить 55 сторінок.

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра проведено аналіз технології вирощування та методів збирання кормових буряків. Дано огляд конструкцій викопувальних робочих органів коренезбиральних маши. Розроблено технологічну карти вирощування кормових буряків та сплановано процес їх збирання. Запропонована конструкція однодискового копача з бильним доочищувачем, яка дозволить підвищити технологічну надійність процесу викопування і очищення головок коренеплодів від залишків гички, знизити енергомісткість процесу (очищення головок коренеплодів і викопування відбувається одночасно) та підвищити продуктивність і, таким чином знизити прямі затрати на збиранні. Проведний технологічний розрахунок коренезбиральної машини. Обгрунтувано раціональні конструктивно-кінематичних параметрів доочищувача. Визначено параметри ланцюгової передачі приводу доочищувача. Побудовані функціональна, кінематична та принципова схема машини. Розроблені також конструкції збірних одиниць і деталей доочищувача. Розглянуто питання охорони праці та довкілля. Розроблено проект інструкції з техніки безпеки при роботі на машині, наведено нормативні вимоги безпеки та заходи протипожежної безпеки при роботі на машині, розглянуті міроприємства по охороні довкілля.

КОРЕНЕЗБИРАЛЬНА МАШИНА, ДООЧИЩУВАЧ, КОПАЧ КОРЕНЕПЛОДІВ, КОРЕНЕПЛІД, ДОООЧИЩЕННЯ, ВИКОПУВАННЯ.

					КАІ.МКС.00.00.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Новицький. М.М.			Механізація вирощування кормових буряків з розробкою доочищувача коренеплодів коренезбиральної машини	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Юхимчук С.Ф.				б	3	52
						ЛНТУ, гр. АІз-41		
Н. контр.		Юхимчук С.Ф.						
Затверд.		Хомич С.М.						

ABSTRACT

Bachelor's Degree Qualifying Research Paper in Programme Subject Area 0888 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving agriculture, forestry, fisheries and veterinary under Agricultural Engineering Educational Program. Lutsk National Technical University, Lutsk, 2025.

The main content of the bachelor's thesis is laid out on 52 pages of printed text. The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references from 20 titles and 2 appendices, and also has 10 figures and 1 tables. The full volume of the work is 55 pages.

This bachelor's thesis analyses the technology of growing and harvesting fodder beetroot. An overview of the design of the digging working bodies of root harvesters is given. A technological map of fodder beet cultivation was developed and the process of harvesting was planned. The design of a single-disc digger with a tine cleaner is proposed, which will increase the technological reliability of the process of digging and cleaning the root heads from the remains of tops, reduce the energy intensity of the process (cleaning of root heads and digging occurs simultaneously) and increase productivity and, thus, reduce direct costs of harvesting. The technological calculation of the root harvester was carried out. The rational design and kinematic parameters of the aftertreatment are substantiated. The parameters of the chain transmission of the aftertreatment drive are determined. Functional, kinematic and schematic diagrams of the machine were constructed. Designs of prefabricated units and parts of the aftertreatment unit were also developed. Labour and environmental protection issues were considered. A draft safety instruction for working with the machine was developed, regulatory safety requirements and fire safety measures for working with the machine were presented, and environmental protection measures were considered.

ROOT HARVESTER, AFTERTREATMENT, ROOT DIGGER, ROOT CROP, AFTERTREATMENT, DIGGING.

ЗМІСТ

Завдання …….....…….....2
Анотація……..…….……....3
Зміст……..…….....5
Вступ…….....6
1 Оглядова частина……...8
1.1 Технологія вирощування кормових буряків….....8
1.2 Методи збирання кормових буряків ……14
1.3 Огляд конструкцій викопувальних і очисних робочих органів коренезбиральних машин ……..16
2 Рекомендації з покращення технології .....…….....19
2.1 Розробка технологічної карти вирощування кормових буряків ….....19
2.2 Процес збирання цукрових буряків ……21
2.3 Обгрунтування вибору робочого органу для викопування коренеплодів……23
3 Проектна частина……....26
3.1 Технологічний розрахунок ……..26
3.2 Обгрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів робочого органу ……..…26
3.3 Розрахунок ланцюгової передачі……31
3.4 Обґрунтування функціональної схеми ……..37
3.5 Огрунтування кінематичної схеми ……39
3.6 Обґрунтування принципової схеми ……...40
3.7 Розробка конструкції збірних одиниць та деталей……..41
4 Охорона праці та довкілля……43
4.1 Проект інструкції з техніки безпеки при роботі на машині……43
4.2 Нормативні вимоги безпеки……..45
4.3 Заходи протипожежної безпеки при роботі на машині……...47
4.4 Охорона довкілля……48
Висновки……49
Перелік джерел посилання……50
Додатки……..……52

ВСТУП

Кормові буряки є однією з ключових сільськогосподарських культур в Україні, призначеною для годівлі різних видів сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби молочного напряму, для якої вони мають особливу цінність. У 100 кг коренеплодів міститься близько 14 кормових одиниць, тоді як у гичці – до 17 кормових одиниць. З огляду на сучасні тенденції щодо використання альтернативних джерел енергії, зростає інтерес до досліджень з виробництва біогазу на основі кормових буряків [19].

Крім високої кормової цінності, ця культура має значне агротехнічне значення, адже після збирання поля залишаються практично вільними від бур'янів. Одним із найважливіших і водночас найзатратніших етапів у технології вирощування є збирання врожаю кормових буряків.

В Україні наявна потужна науково-технічна база у сфері створення бурякозбиральної техніки, представлена такими підприємствами, як ВАТ «Тернопільський комбайновий завод», ВАТ «Дніпропетровський комбайновий завод», ВАТ «Борекс» та іншими. У цьому контексті актуальним є створення вітчизняних, технологічно ефективних, економічних і енергозберігаючих машин для збирання кормових буряків, які за якістю виконання операцій не поступаються імпортним аналогам. Особливу увагу слід приділити розробці механізмів для видалення гички з головок коренеплодів і подальшого їх викопування.

Сьогодні в сільському господарстві використовуються різноманітні за конструктивним виконанням та принципом дії гичковидаляючі пристрої. Проте вони часто характеризуються значними габаритами в поздовжньому напрямі, високою матеріаломісткістю та енергозатратністю, а також потребують використання декількох послідовно встановлених автономних робочих органів для забезпечення доочищення. Якість роботи таких механізмів не завжди відповідає агротехнічним вимогам.

У зв'язку з цим пропонується дооснастити коренезбиральну машину типу КС-6Б однодисковими копачами, які працюють у комплекті з пристроєм для доочищення коренеплодів. Це технічне рішення забезпечує більш стабільне і якісне викопування, ефективне очищення головок від залишків гички та

зменшення енергозатрат, оскільки обидві операції відбуваються одночасно. У результаті зростає продуктивність процесу, що дає змогу знизити прямі витрати на збирання урожаю.

Мета роботи – підвищення якості очищування коренеплодів та зниження енергозатрат виконання технологічного процесу завдяки розробці доочищувача коренеплодів коренезбиральної машини.

Об'єкт дослідження – технологія вирощування кормових буряків.

Предмет дослідження – коренезбиральна машина.

Завданням кваліфікаційної роботи бакалавра є:

- здійснити аналіз літературних джерел інформації за темою дослідження;
- удосконалити технологію вирощування кормових буряків;
- провести розрахунки конструктивно-технологічних параметрів доочищувача коренеплодів;
- розробити функціональну схему коренезбиральної машини;
- розробити складальне креслення доочищувача коренеплодів коренезбиральної машини;
- розробити робочі креслення деталей доочищувача коренеплодів;
- розглянути питання охорони праці та довкілля при вирощуванні кормових буряків згідно запропонованої технології.

У кваліфікаційній роботі бакалавра удосконалена технологія технології вирощування кормових буряків з використанням розробленого доочищувача коренеплодів коренезбиральної машини.

Модернізація дискового копача коренезбиральної машини полягає у встановлені на коренезбиральній машині однодискових копачів із доочищувачами коренеплодів. Таким чином, підвищується технологічна надійність процесу викопування та очищення головок коренеплодів від залишків гички, знижується енергомісткість процесу (очищення головок коренеплодів і викопування відбувається одночасно). Все це дозволяє підвищити продуктивність і, таким чином знизити прямі затрати на збиранні. Крім того для зменшення тягового опору і покращення процесу викопування пропонуємо дисковому копачу надати коливань.

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Технологія вирощування кормових буряків

1.1.1 Біологічні особливості

Кормовий буряк належить до дворічних сільськогосподарських культур. Упродовж першого року вегетації рослина формує добре розвинений коренеплід і розетку листків, тоді як на другий рік після висаджування утворюються генеративні органи – стебла, листя, суцвіття та насіння, представлене клубочками. Тривалість вегетаційного періоду у перший рік становить від 125 до 150 діб, а в другий — 100–130 діб.

Сходи цієї культури здатні витримувати заморозки до –3…–4 °С, дорослі ж рослини — до –6…–7 °С. Невкриті викопані коренеплоди починають підмерзати вже при температурі –2 °С. Найсприятливішим температурним режимом для росту і розвитку є +15…+23 °С. При середньодобовій температурі 6 °С восени ріст припиняється. Протягом вегетації культура потребує суму активних температур у межах 1500–2400 °С.

Кормовий буряк є вологолюбною рослиною, яка добре реагує на теплі й зволожені кліматичні умови. Річна кількість атмосферних опадів повинна становити щонайменше 400 мм. Хоча культура здатна переносити короткочасну посуху, тривала нестача вологи негативно позначається на врожаї.

До ґрунтових умов буряк висуває підвищені вимоги. Найбільш придатними є родючі чорноземні ґрунти з пухким підґрунтям — суглинки або супіщані, з високим вмістом гумусу. На кислих, заболочених або малородючих ґрунтах культура розвивається слабко. Оптимальний рівень кислотності — pH 6–7.

1.1.2 Роль у сівозміні

Найефективніше вирощувати кормовий буряк у кормових, прифермерських, овочево-кормових, а інколи — польових сівозмінах. Розміщення посівів поблизу тваринницьких ферм створює сприятливі умови для внесення органіки та скорочення витрат на транспортування урожаю. У кормових сівозмінах кращими попередниками є озимі культури, злаково-бобові суміші на зелений корм, за якими проводиться сівба післяукісних культур, що йдуть на

силос. Також добрими попередниками вважаються баштанні культури, сорго, або багаторічні трави після обороту пласта.

У польових сівозмінах кормові буряки зазвичай розміщують після кукурудзи на зерно за умови належного догляду під час вегетації й якісного загортання пожнивних залишків, а також після озимої пшениці. В овочевих сівозмінах культура добре розвивається після цибулі, огірків, зернобобових, картоплі, томатів, перцю та баклажанів. Повернення буряків на те саме поле можливе лише через 2–3 роки.

1.1.3 Система удобрення

Кормовий буряк вирізняється високою чутливістю до застосування як органічних, так і мінеральних добрив, включно із зеленими. Норма внесення гною залежить від типу ґрунту і коливається в межах 40–80 т/га, іноді може перевищувати 100 т/га. Під основний обробіток ґрунту (оранку) рекомендується вносити гній разом із 75–80% фосфорних і калійних добрив. Азотні, а також решту фосфорно-калійних добрив доцільно застосовувати під час передпосівної культивації, а стартові дози (наприклад, N20 + G7P25K15) — під час сівби. У фазу вегетації проводять підживлення азотом у дозі близько N30.

У західних регіонах України практикується внесення 40–70 т/га гною, доповнене мінеральними добривами у нормі N180, P90–120, K180. У зонах із нестабільним зволоженням органічні добрива доцільніше вносити під попередню культуру — озиму пшеницю (30–40 т/га), а мінеральні — безпосередньо під буряк у дозах N90–120, P60–90, K90–120. На зрошуваних землях південних областей України для досягнення високих врожаїв оптимальною є схема внесення: гній — 60–80 т/га, мінеральні добрива — N180–200, P100–140, K60–90.

Кислі ґрунти потребують вапнування.

1.1.4 Обробка грунту

Система обробки ґрунту для вирощування кормових буряків охоплює два етапи: осінній (зяблевий) і весняний передпосівний обробіток.

У регіонах традиційного вирощування буряків, у тому числі кормових, як правило, застосовується система основного обробітку за типом напівпару в літньо-осінній період.

Для зон із тривалим теплим осіннім сезоном рекомендовано:

- після збирання озимих провести 2–3-дискові лущення на глибину 6–9 см з використанням агрегатів типу ЛД-20, ЛДГ-5, ЛДГ-10 або ЛДГ-15;
- через 10–15 днів — лемішне лущення агрегатом ППЛ-10-25;
- після появи сходів бур'янів — провести основну оранку.

У регіонах із коротким осіннім періодом застосовують спрощену схему:

- одноразове дискове лущення;
- через 15–20 днів — зяблеву оранку на глибину 25–30 см або на повну глибину орного шару.

Якщо попередником були просапні культури й поле чисте від бур'янів, лущення можна не виконувати. На важких або ущільнених ґрунтах застосовують глибоке рихлення плугами зі знятими відвалами чи фрезерування.

На структурно-пухких ґрунтах із настанням весни проводять боронування з метою збереження вологи. Подальше розпушення здійснюють 1–2 культиваціями на 2–3 см глибше, ніж передбачена глибина загортання насіння: для легких ґрунтів — 5–7 см, для середніх та важких — 4–6 см.

За умов холодної, затяжної весни й значного засмічення посівної площі бур'янами першу культивацію на важких ґрунтах проводять через 3–5 діб після закриття вологи, на глибину 8–10 см з одночасним боронуванням. Друга культивація виконується безпосередньо перед сівбою на глибину 4–6 см.

Для забезпечення рівномірних і дружніх сходів, особливо за умов весняної посухи, проводиться передпосівне коткування. Водночас на важких суглинках із надмірною вологістю від нього варто утриматись, оскільки це може спричинити надмірне ущільнення ґрунту.

1.1.5 Сорти та гібриди

Серед поширених сортів і гібридів кормового буряку в Україні слід відзначити: Авангард, Екендорфський жовтий, Київський, Львівський жовтий,

Панфільський однонасінний, Переможець, Полтавський 71, Полтавський білий, Полтавський напівцукровий, Уманський КБ-, Урсус, Урсус-полі, Центаур-полі.

1.1.6 Підготовка насіння до сівби

Підготовка насіння кормового буряку включає калібрування на фракції 3,5–4,5 мм та 4,5–5,5 мм, що забезпечує можливість його висіву сівалками точного висіву. Вимога до схожості — не менше 60%.

Для покращення якості посіву та пришвидшення появи сходів рекомендовано обробити насіння за технологією, аналогічною до тієї, що застосовується у вирощуванні цукрового буряку: шліфування, дражування, попереднє замочування, сегментування. Додатково проводиться обробка насіння стимуляторами росту й мікроелементами.

Для замочування застосовують водні розчини:

- метиленової сині (0,3 г/л),
- янтарної і борної кислоти (по 0,5 г/л),
- марганцевокислого калію (0,2 г/л),
- мідного купоросу (0,5 г/л).

Протруювання здійснюють одним із препаратів:

- фентіурам (65%, 4 кг/т насіння),
- ТМТД (80%, 5–6 кг/т).

1.1.7 Сівба

Посів кормових буряків проводять у стислі терміни ранньої весни, коли температура ґрунту на глибині 5–10 см досягне 6–8 °C. Рекомендований спосіб — широкорядний із міжряддями 45, 60 або 70 см.

Норма висіву залежить від типу сівалки:

- для сівалок із котушковими висівними апаратами — 15–18 кг/га;
- для сівалок точного висіву — 8–12 кг/га.

Найкращу якість посіву забезпечують пунктирні сівалки, зокрема: ССТ-12А, ССТ-8А, СТСН-6А, 2СТН-6А. Великонасінні сорти також можна висівати сівалками СПЧ-6, СПЧ-8 або овочевими.

Глибина загортання насіння визначається його розміром і типом ґрунту:

- на легких — до 4–5 см,
- на важких — не більше 2–3 см.

Для створення щільного контакту насіння з вологим ґрунтом після сівби проводять коткування.

1.1.8 Догляд за посівами

Агротехнічні заходи догляду за посівами кормових буряків передбачають досходове та післясходове розпушування ґрунту, обробіток у міжряддях і захисних зонах рядків (так звана шаровка), регулювання густоти рослин, а також механізоване підживлення, внесення засобів захисту рослин — гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів.

Починається догляд із досходового боронування легкими або середніми зубовими боронами. Найефективніше таку обробку проводити на 4–6-й день після сівби. З появою перших сходів здійснюють розпушування міжрядь і формують оптимальну густоту насаджень. Перше боронування після сходів рекомендується здійснювати перпендикулярно до напрямку рядків, друге — під кутом, по діагоналі. Оптимальною вважається густота 80–100 тис. рослин/га.

Прорідження може виконуватись механізовано методом букетування, боронування або із застосуванням міжрядних проріджувачів УСМП-5,4А та УСМП-2,8.

Для боротьби з бур’янами та збереження ґрунту в розпушеному стані проводиться система міжрядного обробітку: три–чотири поздовжніх і один–два поперечних проходи. Глибина міжрядного обробітку поступово збільшується: від 6–7 см до 10–12 см, а на важких, схильних до запливання ґрунтах — до 14 см.

Застосування гербіцидів, зокрема бетаналу у дозі 0,8–1,2 кг/га, ефективне на стадії розвитку бур’янів у фазі 1–2 справжніх листків.

1.1.9 Збирання врожаю

Умови для початку збирання врожаю в зонах Лісостепу та Полісся настають наприкінці вересня — на початку жовтня, тоді як у Степу оптимальним періодом є друга половина жовтня.

Вибір способу збирання залежить від технічної забезпеченості господарства та стану посівів. Найчастіше використовується роздільна технологія збирання, хоча також застосовують потоковий, перевалочний і потоково-перевалочний методи. Обрізування гички повинно виконуватися з урахуванням збереження головок, оскільки пошкоджені коренеплоди погано зберігаються в зимовий період.

Запровадження однонасінних сортів кормових буряків сприяло переходу до інтенсивних технологій вирощування з мінімальними трудовими затратами. Такі технології вже впроваджені на площі 150–180 тис. га в Україні.

Гичку видаляють механізовано за допомогою агрегатів КІР-1,5Б, УБС-3А, БМ-4, БМ-6А. Висота зрізу регулюється так, щоб черешки листя залишалися довжиною 2–5 см. Проте нерідко механізоване обрізування призводить до часткового зрізування верхівок коренеплодів або, навпаки, до залишення занадто довгих черешків (5–8 см).

Збирання коренеплодів здійснюється з використанням шестирядної роздільної техніки: причіпні гичкозбиральні машини БМ-6А, МБП-6 та самохідні коренезбиральні комбайни КС-6, РКС-6, РКМ-6. Вивантаження врожаю з кагатів проводиться навантажувачами типу СНТ-2,1Б або СПС-4,2А.

Гичку після збирання використовують як зелений корм, силосують або залишають на полі для сидерального удобрення.

1.1.10 Зберігання врожаю

З метою зниження витрат на транспортування та забезпечення оперативної годівлі тварин, доцільно зберігати коренеплоди безпосередньо біля тваринницьких приміщень у кагатах, траншеях або спеціальних овочесховищах.

На території України найбільш поширеним є метод кагатного зберігання. Розміщення кагатів здійснюється на підвищених, сухих ділянках, орієнтованих у напрямку північ–південь. Оптимальні розміри: ширина — 2,5–3 м, висота — 1,2–1,5 м, довжина — 30–50 м. Для вентиляції вздовж кагату передбачають канаву завширшки й завглибшки 30–40 см, накриту решіткою. Через кожні 4–5 м

монтуються вертикальні труби, які піднімаються над поверхнею бурта на 10–15 см.

Покриття кагату складається із шару соломи (30–40 см) та земляного покриву (15–20 см). За зниження температури до критичних значень укриття додатково ущільнюють шаром землі, торфу або сухого гною, залежно від наявних ресурсів і погодних умов.

Температура всередині кагатів має підтримуватись у межах 1…3 °С. Для її контролю щотижнево вимірюють показники за допомогою термометра, який опускають у вентиляційні отвори. У разі перегріву вентиляційні труби відкривають, при похолоданні — утеплюють соломою [15].

1.2 Методи збирання кормових буряків

Вибір способу збирання кормових буряків визначається рівнем технічної забезпеченості господарства (наявністю транспорту та збиральної техніки), урожайністю коренеплодів, виробничими умовами, кліматичними особливостями регіону та наявністю робочої сили. Залежно від цього застосовують потоковий, перевалковий або комбінований потоково-перевалковий спосіб збирання.

Потоковий метод полягає у тому, що зібрані бурякозбиральною технікою коренеплоди та гичка безпосередньо подаються до транспортних засобів, які рухаються поряд. У такому разі коренеплоди транспортують одразу до місць зберігання, а гичку — до пунктів силосування, переробки або згодовування тваринам.

Перевалковий метод передбачає вивантаження коренеплодів у тимчасові бурти безпосередньо на полі в кінці гону. Вивантаження здійснюється з самоскидних транспортних засобів, в які буряки подаються відразу від збиральної машини.

Комбінований потоково-перевалковий спосіб передбачає часткове транспортування врожаю безпосередньо з поля до сховищ, а решта буряків тимчасово закладається у польові бурти на спеціально підготовлених майданчиках. Такий підхід сприяє ефективнішому використанню техніки та підвищенню продуктивності збиральних агрегатів.

Процес збирання включає послідовність механізованих операцій:

- видалення гички з головок із подальшим завантаженням у транспорт, укладанням у валок або розкиданням по полю;
- викопування коренеплодів, очищення від домішок, завантаження у бункер або транспортний засіб;
- підбирання валків, остаточне очищення та завантаження у транспорт;
- складування в кагати, підбирання та очищення при завантаженні в транспорт для перевезення на зберігання.

У зв'язку з варіативністю цих операцій та їх поєднанням у часі, технологію збирання поділяють на одно-, дво- та трифазну. Вибір конкретного способу обумовлений розмірами плантації, типом ґрунту і погодними умовами. Поділ процесу збирання на окремі операції дозволяє підвищити ефективність кожного етапу, однак вимагає більшої кількості транспортних засобів.

На відміну від цукрових буряків, технологія збирання кормових буряків має свої специфічні вимоги. Це зумовлено, зокрема, недостатньо глибоким зануренням коренеплодів у ґрунт, через що унеможливлюється точне копіювання їх положення ріжучими апаратами. Також виникають труднощі із доочищенням на полі через слабке закріплення коренів у ґрунті, нерівномірну висоту їх розташування, а також відхилення від вертикалі, характерні для сортів типу Екендорфський жовтий.

Найчастіше застосовується роздільна технологія збирання, при якій спочатку (за 1–2 доби до збирання коренеплодів) зрізують гичку спеціальними машинами, наприклад, КІР-1,5Б, БМ-6, УДБ-2, УДБ-3А. Практика господарств свідчить про високу ефективність цих агрегатів у зрізуванні та подрібненні гички — залишків рослинної маси майже не залишається на полі.

Після видалення гички виконують підкопування та збирання коренеплодів з використанням картоплекопалок (КВН-2М, КТН-2Б, ТЕК-2), картоплезбиральних комбайнів (КГП-2, К-3, Е-675, ККУ-2 «Дружба»), а також бурякозбиральних машин (КСТ-2А, КСТ-3А, СКД-2, РКС-6). Для зменшення ручної праці підкопування здійснюють бурякопідіймачами СНУ-3С, СНС-2М, а також підкопувальними скобами ОПКШ-1,4 на міжряддях 45, 60, 70 см.

Важливою умовою для ефективного збирання є якісне очищення головки коренеплода від залишків гички. Це ускладнюється тим, що значна частина кореня розташована над поверхнею ґрунту, що робить його вразливим до механічних пошкоджень при збиранні.

Існують два основні технологічні підходи до видалення гички:

1. Брання та зрізування гички на етапі знаходження коренеплоду в ґрунті. Така технологія потребує складних вирівнювальних і копіювальних механізмів, має невисоку продуктивність. У зв'язку з цим провідні виробники бурякозбиральної техніки відмовляються від цього принципу.

2. Зрізування гички без копіювання та її подальше доочищення, коли гичка видаляється з коренеплоду без його викопування. Цей підхід є більш поширеним і продуктивним.

Досягнення високої якості очищення головок лише за допомогою гичкозрізувального апарата є складним завданням. Причиною є необхідність роботи на малій швидкості для копіювання форми головки, її складна геометрія та нерівномірне розташування коренеплодів у рядку.

У зв'язку з цим перспективною є технологія збирання з двоетапним видаленням гички, де спочатку виконується безкопірне її зрізування, а потім – безкопірне доочищення головок за допомогою «м'яких» очищувальних елементів. Такий підхід дозволяє мінімізувати пошкодження та підвищити агротехнічну якість збирання.

1.3 Огляд конструкцій викопувальних і очисних робочих органів коренезбиральних машин

У зв'язку із великою різноманітністю конструктивно-компонувальних схем та технологічного призначення викопувальних робочих органів, при побудові наведеної класифікаційної схеми (рис. 1.1) за основу були прийняті три головні критерії класифікації – це класифікація викопувальних робочих органів коренезбиральних машин за формою робочого органу, способом викопування та видом приводу.

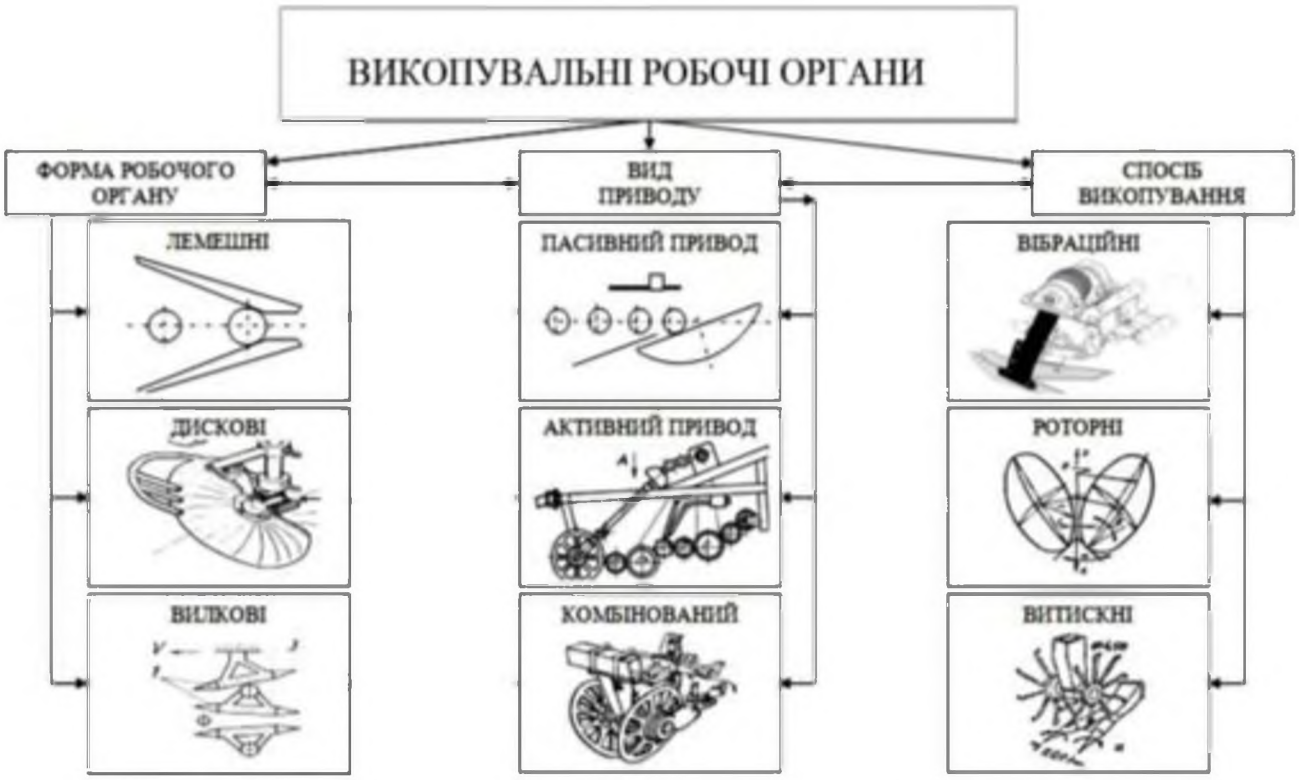


Рисунок 1.1 - Класифікація копачів коренеплодів

На основі проведеного аналізу можна дійти висновку, що в конструкціях лемішних, вилкових і дводискових викопувальних робочих органів технічно неможливо ефективно поєднати дві ключові операції процесу збирання — викопування коренеплодів та одночасне видалення залишків гички з їхніх головок. Окрім цього, ці типи викопувальних органів мають низку суттєвих конструктивно-технологічних недоліків. Зокрема, вони вирізняються високою складністю конструкції, значною енергозатратністю процесу, недостатньою кутовою швидкістю обертання елементів для доочищення, а також значним обсягом ґрунту — як вільного, так і налиплого на коренеплоди — що подається на наступні етапи транспортної системи коренезбиральної машини. До того ж, спостерігається збільшення загальної довжини (до 10–14 м) та ускладнення конструкції очисних елементів.

Аналіз показує, що наявні типи робочих органів, призначених для доочищення головок коренеплодів (див. рис. 1.2), мають надмірні поздовжні розміри. При цьому сам процес доочищення залишків гички здебільшого реалізується у кілька етапів, що знижує його технологічну ефективність. До того

ж, за несприятливих ґрунтово-кліматичних умов, робочі параметри таких пристроїв не завжди відповідають встановленим агротехнічним вимогам.

Рисунок 1.2 - Класифікація очисників головок коренеплодів

Отже, одним із перспективних напрямів удосконалення бурякозбиральної техніки та технологічних процесів при збиранні кормових буряків є впровадження двоступеневого способу видалення гички із застосуванням компактного, маломатеріаломісткого очисника головок коренеплодів (ОГК) бильного типу у поєднанні з дисковим копаючим робочим органом.

У зв'язку з цим, основною метою даного дослідження є підвищення якості очищення головок коренеплодів за рахунок зменшення габаритних розмірів і матеріаломісткості конструкції шляхом вдосконалення конструктивної схеми та обґрунтування оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів бильного очисного механізму в поєднанні з дисковим копачем.

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

2.1 Розробка технологічної карти вирощування кормових буряків

Вихідні дані: площа - 100 га; попередник – зернові; природна зона - Лісостеп; урожайність,: - основної продукції 400 ц/га; - побічної продукції 100 ц/га. Норми внесення органічних добрив – 40 т/га; мінеральних добрив: 150 кг д.р./га (азотних 50 кг д.р./га; фосфорних – 50 кг д.р./га; калійних -50 кг д.р./га)

На основі цих даних та аналізу традиційної технології вирощування кормових буряків розроблена наступна технологічна карта (табл. 2.1) і дано структуру витрат на вирощування кормових буряків (рис. 2.1).

Таблиця 2.1 - Технологічна карта вирощування кормових буряків

№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт, фіз. одиниць	Склад агрегату			Обслуговуючий персонал	
				Енерго машина	Сільськогосподарська машина		механізатори	інші робітник
					Марка	Кількість		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основний обробіток ґрунту								
1.	Лущення стерні на глибину 6-8 см	га	200	Т-150К	ЛДГ-15	1	1	
2.	Навантаження мін. добрив N40P40K40	т	72	ЮМЗ-6Л	ПЕ-Ф-1А	1	1	
3.	Внесення мін. добрив	га	100	ЮМЗ-6Л	МВУ-100	1	1	
4.	Погрузка орг. удобрений, 40т/га	т	4000	ДТ-75	ПФП-1,2	1	1	
5.	Внесение органических удобрений, 40т/га	га	100	МТЗ-80	РОУ-6	1	1	
6.	Оранка на зяб на глибину 27-30 см	га	100	Т-150К	ПЛН-4-35	1	1	
Передпосівний обробіток ґрунту та сівба								
7.	Культивація на глибину 6-8 см	га	100	Т-150	С-11У КПСП-4,0	1 2	1	
8.	Приготування розчину гербіцидів (Фронтьєр 900, 90% к.е. 1,2 л/га)	т	30,12	ЮМЗ-6Л	МПР-3200	1	1	1
9.	Транспортування розчину гербіцидів	т	30,12	ЮМЗ-6Л	ВР-3М	1	1	

10.	Внесення гербіцидів	га	100	ЮМЗ-6Л	ОП-2000-2-01	1	1	
11.	Передпосівна культива ція з боронуванням на глибину 3-4 см	га	100	Т-150	С-11У КПСП-4,0 БЗСС-1,0	1 3 12	1	
12.	Навантаження насіння	т	1		ЗКШ-5	1		1
13.	Доставка мін. добрив, завантаження сівалок (N10P10K10)	т	7	Т-16М			1	
14.	Транспортування та завантаження сівалок насінням	т	1,6	ГАЗ-53А	УЗСА-40	1	1	
15.	Сівба буряків пунктир-ним способом з внесенням мін.добрив (норма 14 шт./м рядка (10-16 кг/га). Внесення добрив N10P10K10)	га	100	Т-70С	ССТ-12Б	1	1	
16.	Коткування	га	100	Т-70С	С-11У ЗКВГ-1,4	1 1+2	1	
	Догляд за посівами							
17.	Шарування на глибину 2-4 см	га	100	МТЗ-80	УСМК-5,4	1	1	
18.	Підвезення води для приготування робочого розчину	т	ЗО	ХТЗ-170	МЖЛО	1	1	
19.	Приготування розчину та внесення (гербіцид -Голтікс 700, Бригадир; інсектицид - Деиис Профі; фунгіцид – Лжерело)	га	100	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	1	
20.	Міжрядний обробіток на глибину 5-6 см	га	100	ЮМЗ-6Л	УСМК-5,4	1	1	
21.	Механічне проріджения сходів	га	100	ЮМЗ-6Л	УСМК-5ДП	1	1	
22.	Навантаження мінеральних добрив	т	27,0	МТЗ-82	ПЕ-08Б	1	1	
23.	Транспортування мінеральних добрив	т	27,0	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4-887Б	1	1	
24.	Підживлення міжрядь мінеральними добривами	га	100	ЮМЗ-6Л	УСМК-5,4А	1	1	

25.	Міжрядний обробіток на глибину 6-8 см	га	100	МТЗ-80	КРН-4,2	1	1	
Збирання врожаю								
26.	Скошування гички	га	100	Т-70С	БМ-6	1	1	
27.	Транспортування гички з поля	т	750	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4-887Б	1	1	
28	Збирання коренеплодів	га	100	РКМ-6			1	
29.	Транспортування коренеплодів до місця зберігання та закладання їх у кагати	т	3000	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4-887Б	1	1	

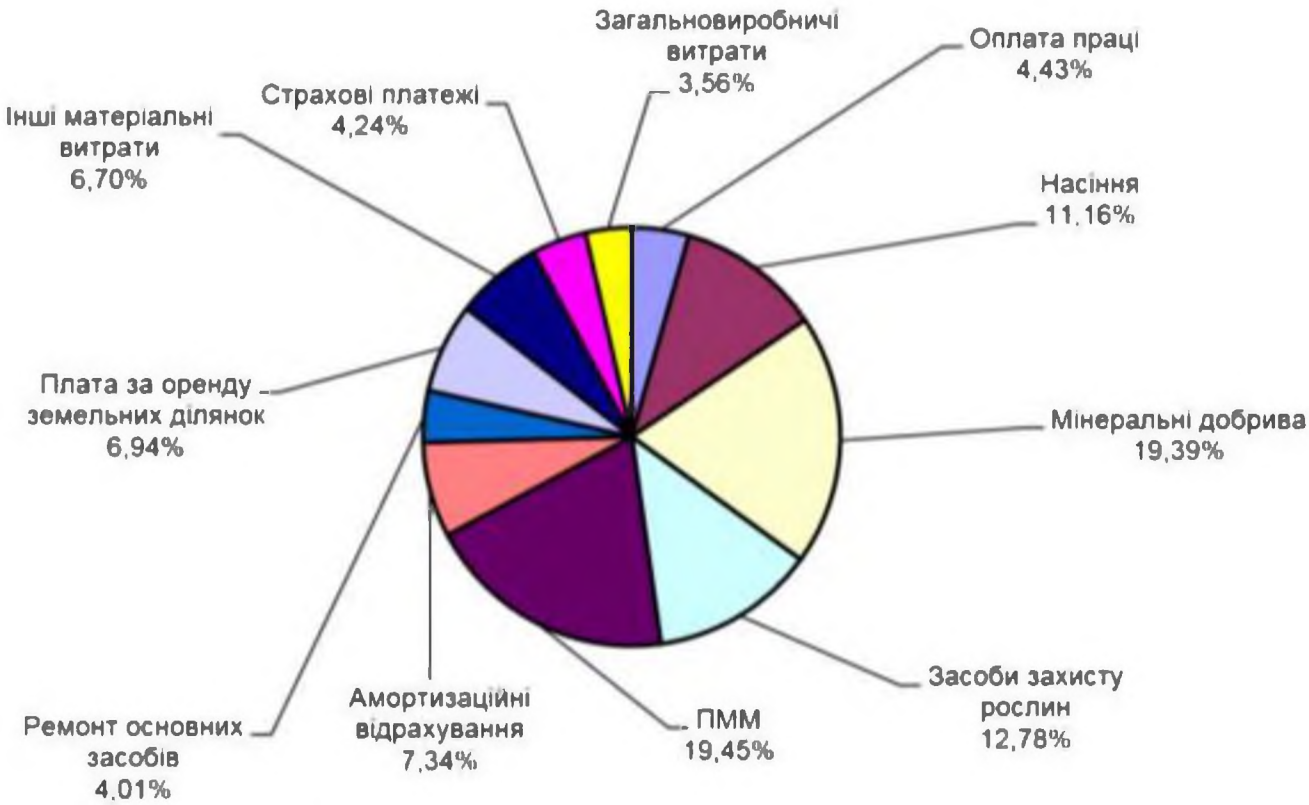


Рисунок 2.1 Структура витрат на вирощування кормових буряків

2.2 Процес збирання кормових буряків

Перед масовим збиранням кормових буряків поле розбивається на загінки (рис. 2.2).

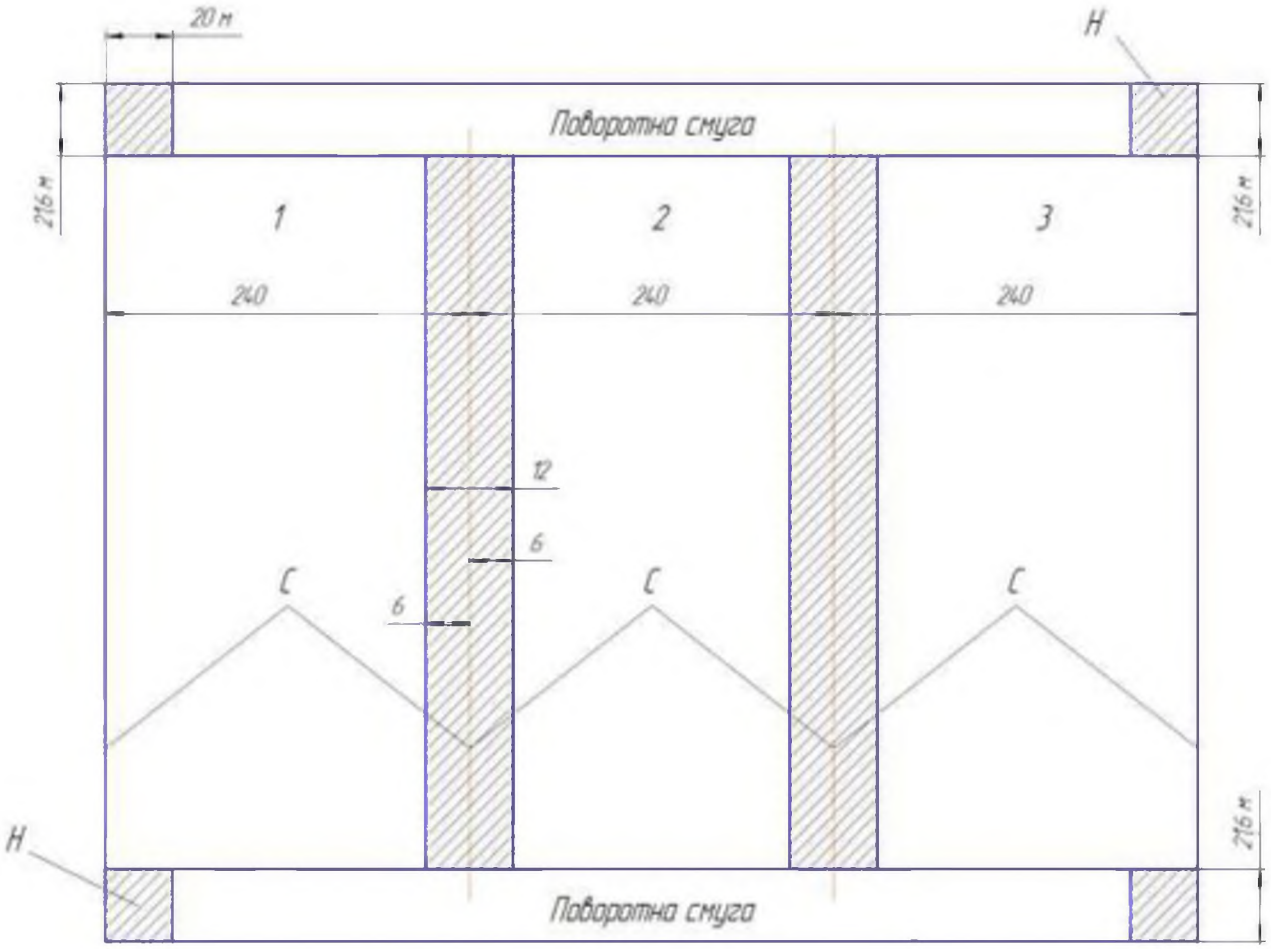


Рисунок 2.2 - Схема розбивки поля на загінки для 6-рядних збиральних машин: 1, 2, 3 – номери загінок по 240 рядків; 6 – кількість рядків, що збираються, з кожного боку загінки при розбивці поля; Н – це кінцеві ділянки поворотних смуг, що збираються вручну; С – це стикові міжряддя (межі загінок)

Необхідною умовою ефективної організації збирання врожаю кормових буряків є підготовка перевалочних майданчиків, які доцільно розміщувати по периметру поля поблизу транспортних шляхів. Такі майданчики повинні забезпечувати розміщення щонайменше добового обсягу коренеплодів, що збираються з використанням перевалкового способу.

У разі застосування навантажувачів-очищувачів типу СПС-4,2 ширина перевалочного майданчика має становити 6–8 метрів. Поверхню ділянки ретельно очищують від рослинних залишків, вирівнюють із використанням бульдозерного обладнання, а верхній шар ґрунту обробляють легкими дисковими боронами на глибину, що не перевищує робочу глибину живильника

навантажувача (5–7 см). Для забезпечення правильного формування буртів та зручності орієнтації транспортних засобів по центру майданчика наносять маркерну лінію.

Ширина бурту не повинна перевищувати ширину захвату живильника машини СПС-4,2 і має становити 3,0–3,5 м, а висота — 1,0–1,2 м. Оскільки під час перебування коренеплодів на майданчику протягом доби їх маса зменшується на 0,8–1,4%, рекомендується здійснювати їх вивезення до місць зберігання або переробки не пізніше ніж через 24 години після укладання.

Розроблено схему руху коренезбиральної машини по полі (рис. 2.3).

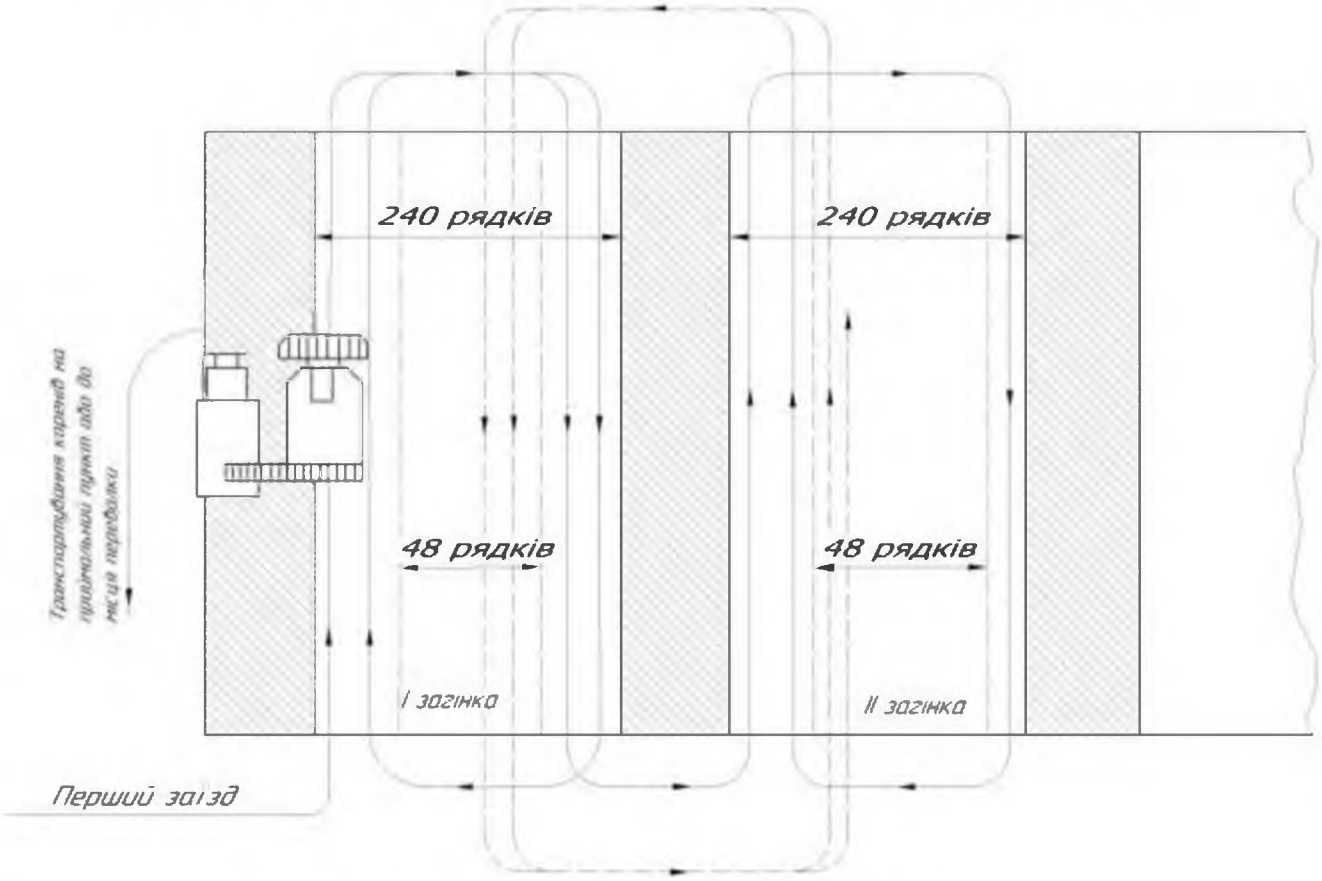


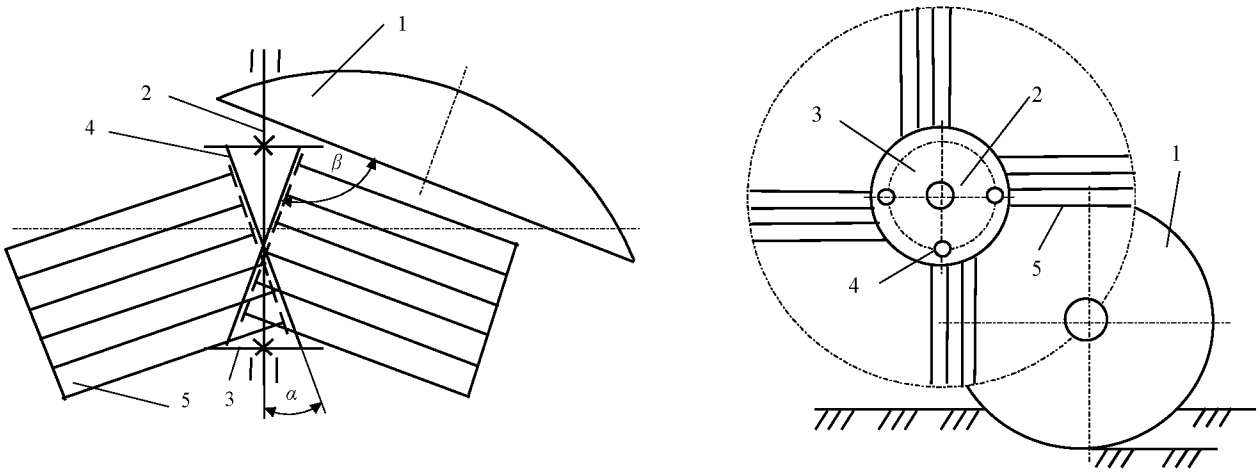
Рисунок 2.3 – Схема руху коренезбиральної машини

2.3 Обгрунтування вибору робочого органу для викопування коренеплодів

У результаті проведених досліджень була розроблена удосконалена конструкція викопуючого робочого органу, структурна схема якого представлена на рисунку 2.3.

Запропонований пристрій для викопування коренеплодів кормового буряка складається з сферичного викопуючого диска 1, встановленого у вертикальній площині під певним кутом до поздовжньої осі руху агрегату. Диск змонтований на осі обертання з вільним ходом. Над викопуючим диском, перпендикулярно до напрямку руху машини, розміщено горизонтальний приводний вал 2, на якому встановлений барабан 3 з боковими фланцями 4. Уздовж кола барабана, між фланцями, встановлені паралельні одна до одної осі 5, що утворюють з віссю вала гострий кут α. На кожній з осей шарнірно закріплені плоскі еластичні очисні елементи 6 з гуми, які формують лопаті 7 бітера.

Осі, що перебувають у крайньому нижньому положенні на барабані, утворюють з площиною, яка проходить через ріжучу кромку сферичного диска, кут β, що дорівнює 90°. Привод вала 2 виконано таким чином, що напрямок обертання барабана 3 узгоджується з напрямом поступального руху пристрою або обертанням диска 1.



а б

Рисунок 2.3 - Конструктивна схема викопуючого робочого органу: а – вид зверху, б – вид збоку

Під час обертання очисного вала 2 еластичні плоскі елементи 6, змонтовані на осях 5, що встановлені під гострим кутом α до вала, вступають у взаємодію з головками коренеплодів, ефективно очищаючи їх від залишків гички. У момент контакту бичів 6 з головкою кореня або поверхнею ґрунту відбувається їх поворот навколо осі, а також у площині удару. Завдяки тому, що в нижньому

положенні осі 5 орієнтовані перпендикулярно площині, яка проходить через лезо викопуючого диска 1, або нахилені під кутом, близьким до прямого, очисні елементи в цьому положенні розташовані паралельно зазначеній площині й не торкаються поверхні диска, що зменшує інтенсивність їх зношування.

Розташування осей 5 під кутом α сприяє тому, що бичі 6 завдають удару по головках коренеплодів збоку, що дозволяє краще очищати коренеплоди з різною висотою залягання. Завдяки цьому високі екземпляри не затіняють нижчі, забезпечуючи рівномірне очищення.

Очищення головок коренеплодів від гички та їх викопування відбуваються одночасно: сферичний диск виконує функцію підкопування, а бичі 6 (які утворюють лопаті 7 бітера) подають очищені коренеплоди на наступні робочі органи коренезбиральної машини. Така конструкція сприяє безперервному транспортуванню коренеплодів, запобігає їхньому скупченню між дисками, оскільки лопаті проштовхують коренеплоди далі, не стикаючись із викопуючим диском, що знижує втрати енергії від ударів.

Запропонована конструкція забезпечує підвищення технологічної надійності процесу одночасного викопування та очищення головок коренеплодів, знижує енергомісткість операцій, сприяє зростанню продуктивності агрегату та скороченню прямих витрат на збирання врожаю.

Доочищувач виконано у вигляді двох симетричних секцій, кожна з яких обслуговує по три рядки буряків. Конструктивно він складається з вала, що обертається у двох підшипникових опорах. На одному з кінців вала змонтована зірочка ланцюгової передачі, яка забезпечує його обертання. В центральній частині вала, між підшипниками, болтовим з'єднанням встановлено три пари ступиць. Кожна ступиця має по 12 отворів, розташованих із кроком 15° по колу.

У кожну пару ступиць вставлено по чотири пальці так, що вісь кожного пальця відхиляється від осі вала на 15°. На кожному пальці закріплено по шість еластичних лопатей з гуми. Діаметр робочої зони доочищувача становить 600 мм, ширина кожної секції – 180 мм.

3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3. 1 Технологічний розрахунок

Продуктивність коренезбиральної машини розрахується за формулою:

$$W_г = 0,36 \cdot B_p \cdot \vartheta_м \cdot \tau, \text{ га/год} \quad (3.1)$$

де B_P - ширина захвату комбайна, м;

$\vartheta_м$ - швидкість руху комбайна, км/год;

τ=0,85 - коефіцієнт використання робочого часу зміни.

Ширину захвату бурякозбиральної машини визначимо за формулою:

$$B_p = в_p \cdot n_p, \text{ м} \quad (3.2)$$

де B_P - ширина міжрядь, м (B_P=0,45 м);

n_p – кількість рядків, (n_p=6)

Тоді за формулою (3.2) отримаємо:

$$B_p = 0,45 \cdot 6 = 2,7 м$$

Врахувавши, що швидкість руху агрегату $\vartheta_м$ =4 км/год і коефіцієнт використання робочого часу зміни τ=0,85 за формулою (3.1) будемо мати:

$$W_H = 0.36 \cdot 2.7 \cdot 2 \cdot 0.85 = 1.65 \quad \text{га/год}$$

Розраховуємо кількість годин роботи агрегату в рік

$$T_p = \frac{W_p}{Wr}, \text{ год} \quad (3.4)$$

де W_p - річний об'єм виробництва, W_p =392 га.

Отже, $T_p = \frac{393}{1,65} = 238 год$.

3.2 Обгрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів робочого органу

Основними конструктивними параметрами нового робочого органу для доочищення головок коренеплодів від залишків гички є ширина і довжина лопаті, під дією якої і відбувається відділення черешків від поверхні буряку.

Тому спочатку визначимо якою повинна бути ширина лопаті.

Основним кінематичним параметром руху очисної лопаті є кінематичний режим λ, який виражається формулою

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_м}, \qquad (3.1)$$

де ω – кутова швидкість обертання очисної лопаті, рад/с; R – радіус робочого органу, м; $V_м$ – поступальна швидкість очищувального агрегату, м/с.

Так, як при роботі доочищувача при взаємодії лопаті із головкою коренеплоду вектор колової швидкості лопаті буде направлений в протилежну сторону вектора швидкості руху машини, то необхідно, щоб показник кінематичного режиму був чим більший. З літературних джерел відомо, що при $\lambda < 15$ після проходу очисника будуть залишатись рештки гички, що не задовольняє агротехнічним вимогам. В нашому випадку для якісної очистки головок коренеплодів необхідно дотриматись умови – $\lambda \geq 15$.

Розглянемо випадок, коли $\lambda = 16$. Приймаємо поступальну швидкість руху агрегату $V_м$ рівною 2,0 м/с згідно завдання (вихідних вимог). Діаметр очисного вала D вибираємо з конструктивних міркувань – приймаємо $D = 0{,}6$ м.

Тоді згідно (3.1) маємо

$$\omega = \frac{\lambda V_м}{R} = \frac{16 \cdot 2{,}0}{0{,}3} = 108 \text{ (рад/с)}.$$

Помноживши чисельник і знаменник формули (3.1) на час t отримаємо

$$\lambda = \frac{t\omega R}{tV_м}, \qquad (3.2)$$

В формулі (3.2) вираз $t\omega$ показує кут (Θ), на який повертається очисна лопать відносно горизонтальної осі обертання за час взаємодії лопаті з головкою коренеплоду.

З іншого боку, Θ буде кутом повороту робочого періоду очисної лопаті. Цей кут повороту буде означати – через який кут повороту робочого органу доочисника вступає в дію наступна очисна лопать. В нашому випадку, коли конструкція очисника містить 4 ряди лопатей, то:

$$\Theta = \frac{360^0}{4} = 90^0.$$

Час від початку взаємодії однієї очисної лопаті з поверхнею головки коренеплоду до початку взаємодії другої лопаті буде дорівнювати

$$\Delta t = \frac{\Theta}{\omega} = 3{,}14/2 \cdot 108 = 0{,}19 \text{ (с)} \qquad (3.3)$$

З іншого боку треба дотриматись умови, коли переміщення машини за час Δt не повинно перевищувати ширину робочої лопаті b, тобто

$$b = V_{\text{м}} \frac{\Theta}{\omega} = 2{,}0 \cdot 0{,}19 = 0{,}38 \text{ (м)}. \qquad (3.4)$$

Із формули (3.4) отримаємо: $\frac{\omega}{V_{\text{м}}} = \frac{\Theta}{b}$. Підставивши отримані дані в рівняння (3.3) маємо

$$\lambda = \frac{R\Theta}{b}. \qquad (3.5)$$

Виходячи з того, що необхідна умова – $\lambda \geq 1$, маємо

$$\frac{R\Theta}{b} \geq 1. \qquad (3.6)$$

тоді максимальна ширина загальної робочої лопаті очисного вала не повинна перевищувати значення

$$b \leq R\Theta \leq 0{,}24 \cdot 3{,}14/2 = 0{,}38 \text{ (м)} \qquad (3.7)$$

З врахуванням (3.4) і (3.7), визначаємо ширину однієї лопаті $b_л$, при цьому кількість очисних секцій горизонтального вала приймаємо рівним 5.

Тоді $$R\Theta/n > b_л > 0{,}38/5 \cong 0{,}08 \text{ (м)}. \qquad (3.8)$$

З метою визначення оптимальних параметрів довжини лопаті побудуємо схему взаємодії лопаті з головкою коренеплоду.

Поверхню коренеплоду буряка зв'яжемо з нерухомою системою координат $O_1У_1X_1$ (рис. 3.1).

Зв'яжемо з точкою защемлення лопаті O рухому систему координат $OXУ$. Координати деякої точки M на кінці лопаті позначимо через X і $У$. Ця точка співпадає з поверхнею буряка і рухається по радіусу робочого органу r. У системі координат $o_1y_1x_1$ координати точки M складають

$$x_1 = X, \quad y_1 = У + Vt, \qquad (3.9)$$

де $V = \frac{\pi \ n}{30} r$ - колова швидкість, n – число обертів лопаті, хв$^{-1}$, r – радіус робочого органа, м; t – час пересування агрегату, с.

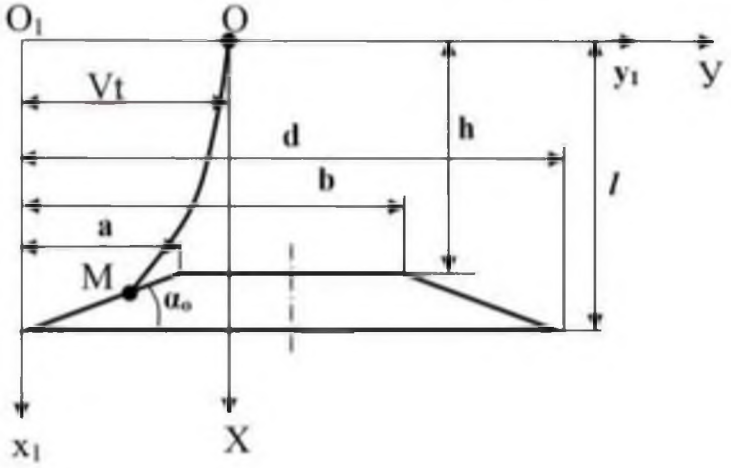


Рисунок 3.1 - Схема параметрів контактної поверхні головки коренеплоду

Визначаємо колову швидкість очисної лопаті

$$V = \frac{\pi n}{30} R = 3{,}14 \cdot 84 \cdot 0{,}24 / 30 = 2{,}2 \text{ (м/с)}.$$

Визначимо формулу серединної поверхні лопаті. Виділимо з однорідної лопаті елемент довжиною *ds*. Прийняті на рис 3.2 напрямки для сили *Q=Q(s)*, яка паралельна осі *OУ*, сили *N=N(s)*, яка паралельна осі *OX* та згинаючого моменту *M=M(s)* в поперечних перерізах виділеного елемента будемо вважати додатними.

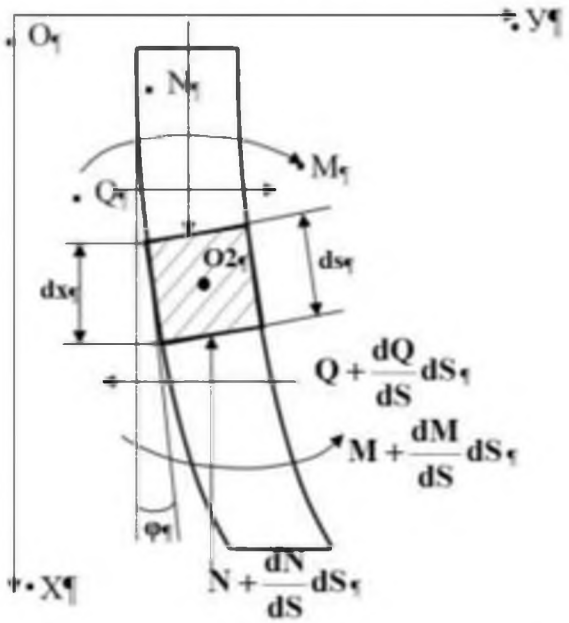


Рисунок 3.2 - Схема елементу лопаті

Зсув та інерцію поворотів елементів лопаті не враховуємо. Масою лопаті нехтуємо.

Рівняння рівноваги елемента ds в проекціях на осі Oy та Ox буде мати вигляд

$$\frac{dQ}{ds}=0\ ,\ \frac{dN}{ds}=0\ , \tag{3.10}$$

звідки Q та N – сталі величини.

Згинальний момент у перерізі пружно-в'язкого стержня у відповідності з законом Фохта визначається за формулою

$$M=c\ \left(k+\eta\frac{\partial\ k}{\partial\ t}\right), \tag{3.11}$$

де $c=EI$ - жорсткість перерізу при згині; E – модуль пружності матеріалу; I – момент інерції поперечного перерізу; η – коефіцієнт в'язкості лопаті; $к$ – кривизна зігнутої осі.

Рівняння для обертання елемента відносно поперечної осі, яка проходить через його центр мас O_2, має вигляд

$$\frac{dM}{ds}=Q\cos\varphi-N\sin\varphi\ , \tag{3.12}$$

де φ – кут повороту лопаті.

Поверхня коренеплоду, яка очісується кінцем лопаті наближена трьома лінійними ділянками.

Горизонтальна та вертикальна реакції на кінець лопаті

$$\begin{aligned} N&=R\cos\ \left(\gamma+\alpha\right)\ ;\\ Q&=R\sin\ \left(\gamma+\alpha\right), \end{aligned} \tag{3.13}$$

де $\alpha=\begin{cases}\alpha_o,\ на\ \ AB\ ,\\ 0\ \ ,\ на\ \ BC\ ,\\ -\ \ \alpha_o\ \ ,\ на\ \ CD\ ,\end{cases}$

Підставимо значення N і Q із (2.13) в формулу (2.12), маємо

$$\frac{dM}{ds}=R\sin\ \left(\gamma+\alpha\right)\cos\varphi-R\cos\ \left(\gamma+\alpha\right)\sin\varphi=-R\sin\left(\varphi-\gamma-\alpha\right)\ . \tag{3.14}$$

З граничної умови $M\left(l\right)=0$, за формулою (2.12) маємо

$$\frac{d\varphi}{ds}(l) = 0 \ , \qquad (3.15)$$

де l – довжина лопаті.

Тоді використовуючи отриманий вираз можемо записати

$$0 = 2n^2 \cos\ (\varphi_1 - \gamma - \alpha)\ + A, \qquad (3.16)$$

де φ_1 – кут повороту кінця лопаті.

Звідки $$\left(\frac{d\varphi}{ds}\right)^2 = 2n^2\left[\cos\ (\varphi - \gamma - \alpha) - \cos\ (\varphi_1 - \gamma - \alpha)\right] \ . \qquad (3.17)$$

Після певних перетворень одержимо

$$ds = \frac{d\varphi}{\sqrt{2}\ \ n\sqrt{\cos\ (\varphi - \gamma - \alpha) - \cos\ (\varphi_1 - \gamma - \alpha)}} \ . \qquad (3.18)$$

Тоді $$ds = \frac{d\varphi}{\sqrt{2}\ \ n\ \ \phi} \qquad (3.20)$$

Інтегруючи рівняння (2.20) вздовж пружної лінії, знаходимо довжину лопаті

$$l = \int_0^l ds = \frac{1}{\sqrt{2}\ \ n}\int_0^{\varphi_1} \frac{d\varphi}{\phi} \ . \qquad (3.21)$$

Отримане рівняння (3.21) характеризує зміну сумарної сили взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплоду в залежності від відстані її точки контакту відносно кінця робочої поверхні лопаті.

Після числового рішення рівняння знаходимо, що довжина лопаті дорівнює 0,24 м.

Треба відмітити, що достатньою силою для зчісування черешків гички є сила $P \approx 30H$. Отримані залежності відповідають таким конструктивним параметрам лопаті: довжина лопаті – 24.см, а ширина – 3 см.

3.3 Розрахунок ланцюгової передачі

Потужність необхідна для приводу доочищувача коренеплодів $N_{об}$ = 3 кВт.

Враховуючи коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі η = 0,92 визначаємо потужність на приводній зірочці контрпривода:

$$N_{кп.з.} = \frac{N_{об}}{\eta} = \frac{3}{0,92} = 3,26 кВт.$$

Виходячи з цього визначимо потрібну потужність на приводній зірочці редуктора:

$$N_{кп.з.} = \frac{N_{об}}{\eta} = \frac{3,26}{0,92} = 3,54 кВт.$$

Розрахуємо ланцюгову передачу для приводу доочищувачів, які мають кутову швидкість обертання ω = 108 рад/с (1030 об/хв). Кутова швидкість ведучого вала $\omega_{в.в}$ = 108 рад/с (1030 об/хв), отже передаточне відношення ланцюгової передачі U_3 = 1.

Головним критерієм роботоздатності ланцюгових передач є зносостійкість і по цьому критерію підбирається типорозмір ланцюга, а по іншим критеріям проводиться перевірка ланцюга.

Основний параметр ланцюга – крок t визначається з умови забезпечення допустимого питомого тиску в шарнірах по такій формулі:

$$t = 280\sqrt[3]{\frac{P_1 \cdot K_є}{z_1 \cdot \omega \cdot [p] \cdot m_p}}, мм,$$

де $K_є$ – коефіцієнт експлуатації, що характеризує фактори, які впливають на довговічність ланцюга:

$$K_є = K_Д \cdot K_{рег} \cdot K_н \cdot K_{см} \cdot K_{реж} \cdot K_a,$$

де $K_Д$ - коефіцієнт характеру навантаження, $K_Д$ = 1,2;

$K_{рег}$ – коефіцієнт, що залежить від способу регулювання провисання ланцюга, $K_{рег}$ = 1,1;

$K_н$ – коефіцієнт, що враховує нахил ліній центрів зірочок до горизонту, $K_н$ = 1,0;

$K_{см}$ – коефіцієнт, що враховує характер змащування ланцюга, $K_{см}$ = 1,5;

$K_{реж}$ – коефіцієнт, що враховує тривалість роботи, $K_{реж}$ = 1.0;

K_a – коефіцієнт довжини ланцюга (в залежності від міжосьової відстані). Попередньо приймаємо K_a = 0,8.

$$K_є = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 1,6,$$

де z_1 – кількість зубів ведучої зірочки.

З метою збільшення довговічності ланцюгової передачі рекомендується z_1 приймати непарним, отже приймаємо z_1 = 13 штук.

Число зубів ведених зірочок:

$$z_2 = z_1 \cdot U \le z_{2\max}.$$

Значення z_{2max} приймаються в залежності від кроку ланцюга, z_{2max} = 100.

$$z_2 = 13 \cdot 1 = 13.$$

Приймаємо z_2 = 13 штук.

[p] – допустимий питомий тиск в шарнірі, [p]=19,5 МПа.

m_p – коефіцієнт рядності, m_p = 1,7 (для двохрядних ланцюгів).

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{3,54 \cdot 1,6}{13 \cdot 108 \cdot 19,5 \cdot 1,7}} = 18,5 мм.$$

Приймаємо t = (19,05…25,4) мм.

По СТ СЭВ 2640-80 підбираю приводний роликовий ланцюг та запишемо його основні параметри: позначення – *12А*; крок – t = 19,05; руйнівне навантаження – Q = 63,6кН; діаметр ролика d_1 = 12,07мм; відстань між внутрішніми пластинами – b_1 = 11,68мм; відстань між рядами P_t = 19,46мм.

Переходимо до визначення зусиль, що діють у вітках ланцюга та сил тиску на вали.

Колова сила:

$$F_t = \frac{1020 \cdot P}{V} H,$$

де V – швидкість ланцюга, м/с:

$$V = \frac{z_1 \cdot t \cdot \omega}{2000 \cdot \pi} = \frac{13 \cdot 19,05 \cdot 108}{2000 \cdot \pi} = 4,3 м/с.$$

$$F_t = \frac{1020 \cdot 3,54}{4,3} = 840 H.$$

Сила натягу ланцюга від провисання:

$$F_q = K_f \cdot q \cdot a \cdot g, H,$$

де K_f – коефіцієнт провисання, K_f=6,0;

q – погонна маса ланцюга;

$$F_q = 6,0 \cdot 3,5 \cdot 1,497 \cdot 9,8 = 308H.$$

Сила натягу ланцюга від центробіжних сил:

$$F_ц = q \cdot V^2 = 3,5 \cdot 5,7^2 = 114H.$$

Загальне зусилля в ведучій вітці ланцюга:

$$F_{заг1} = F_t \cdot K_Д + F_q + F_ц = 840 \cdot 1,2 + 308 + 114 = 1430H.$$

Загальне зусилля в відомій вітці ланцюга:

$$F_{заг2} = F_q + F_ц = 308 + 114 = 422H.$$

Зусилля, що діє на вали ведучої та відомої зірочок:

$$F_b = F_t \cdot K_Д + 2F_q = 840 \cdot 1,2 + 2 \cdot 308 = 1624.$$

Перевірку ланцюга по питомому тиску проводимо по формулі:

$$p = \frac{F_t \cdot K_e}{S \cdot m_p \cdot 10^2} \le [p],$$

де S – проекція опорної поверхні шарніра ланцюга, S = 0,89 см^2;

$[p]$ – допустимий питомий тиск у шарнірах ланцюга, $[p]$=19,5МПа.

$$p = \frac{840 \cdot 1,6}{0,89 \cdot 1,7 \cdot 10^2} = 8,9МПа.$$

Запас міцності ланцюга:

$$n = \frac{Q}{F_{заг1}} = \frac{31800}{1430} = 22,2 \ge [n].$$

де $[n]$ – допустимий запас міцності ланцюга, $[n]$ = 12.

Переходимо до визначення основних геометричних та конструктивних розмірів зірочок.

Основні параметри зірочок при відомому крокові ланцюга t та кількості зубів ведучої z_1 та відомої z_2 визначаються по формулам, передбаченими СТ СЭВ 2641-80 “Зірочки для приводних роликових та втулкових ланцюгів. Методи розрахунку”.

Діаметри ділильних кіл:

$$d_1 = \frac{t}{\sin 180/z_1} = \frac{19,05}{\sin 180/13} = 106 мм,$$

$$d_2 = \frac{t}{\sin 180/z_2} = \frac{19,05}{\sin 180/13} = 106 мм.$$

Діаметри зовнішніх кіл:

$$d_{a\min 1} = d_1 + 0,5 \cdot d_I = 106 + 0,5 \cdot 12,07 = 113 мм,$$

$$d_{a\min 2} = d_2 + 0,5 \cdot d_I = 106 + 0,5 \cdot 12,07 = 113 мм,$$

$$d_{a\max 1} = d_1 + 1,25 \cdot t - d_I = 106 + 1,25 \cdot 19,05 - 12,07 = 120 мм,$$

$$d_{a\max 2} = d_2 + 1,25 \cdot t - d_I = 106 + 1,25 \cdot 19,05 - 12,07 = 120 мм,$$

де d_I – діаметр ролика ланцюга, d_I = 12,07 мм.

Радіус впадин:

$$r_{i\min} = 0,505 d_I = 0,505 \cdot 12,07 = 6 мм,$$

$r_{i\max} = 0,505 d_I + 0,069\sqrt[3]{d_I} = 0,505 \cdot 12,07 + 0,069\sqrt[3]{12,07} = 6,2 мм$ Приймаємо r_i = 6 мм.

Діаметр кіл впадин:

$$d_{f1} = d_1 - 2r_i = 106 - 2 \cdot 6,2 = 93,6 мм,$$

$$d_{f2} = d_2 - 2r_i = 106 - 2 \cdot 6,2 = 93,6 мм.$$

Радіус спряження:

$$r_{e\min 1} = 0,12 d_I (z_1 + 2) = 0,12 \cdot 12,07 \cdot (13 + 2) = 22 мм,$$

$$r_{e\min 2} = 0,12 d_I (z_2 + 2) = 0,12 \cdot 12,07 \cdot (13 + 2) = 22 мм,$$

$$r_{e\max 1} = 0,008 d_I (z_1^2 + 180) = 0,008 \cdot 12,07 \cdot (13^2 + 180) = 34 мм,$$

$$r_{e\max 2} = 0,008 d_I (z_1^2 + 180) = 0,008 \cdot 12,07 \cdot (13^2 + 180) = 34 мм,$$

Кут спряження:

$$\alpha_{\min 1} = 120^0 - \frac{90^0}{z_1} = 120^0 - \frac{90^0}{13} = 117^0,$$

$$\alpha_{\min 2} = 120^0 - \frac{90^0}{z_2} = 120^0 - \frac{90^0}{13} = 117^0,$$

$$\alpha_{\max 1} = 140^0 - \frac{90^0}{z_1} = 140^0 - \frac{90^0}{13} = 137^0,$$

$$\alpha_{\max 2} = 140^0 - \frac{90^0}{z_2} = 140^0 - \frac{90^0}{13} = 137^0.$$

Максимальний діаметр вінця:

$$d_{\partial 1} = d_1 - 2f = 106 - 2 \cdot 13,3 = 79,4 мм,$$

$$d_{\partial 2} = d_1 - 2f = 106 - 2 \cdot 13,3 = 79,4 мм,$$

де f – різниця радіусів ділильного кола та вінця: f = 0,7.

t = 0,7·19,05 = 13,3 мм.

Радіус заокруглення зуба:

$$r_x = 1,5 \cdot d_I = 1,5 \cdot 12,07 = 18,1 мм.$$

Величина закруглення зуба:

$$b_a = (0,1...0,15) d_I = (0,1...0,15) \cdot 12,07 = 1,2...1,8 мм.$$

Визначаємо ширину зуба зірочки:

$$b_f = 0,91 b_1 = 0,95 \cdot 11,68 = 11 мм.$$

Для визначення конструктивних розмірів зірочок необхідно визначити посадочні діаметри валів ведучої та відомої зірочки. Діаметри валів розраховуємо орієнтовно, тобто, тільки по крутному моменту, що передається при занижених допустимих напруженнях кручення:

$$d_в = 10 \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot \tau'_{кр}}}, мм,$$

де T – крутний момент, що передається, Нм.

Крутний момент будемо визначати при найменшій коловій швидкості, тобто при ω_1 = 55,5 рад/с (530 об/хв.), за формулою:

$$T_1 = 10^3 \cdot \frac{P}{\omega} = 10^3 \cdot \frac{3,54}{55,5} = 64 Нм,$$

де P – потужність на валу відповідної зірочки, кВт;

ω - кутова швидкість цієї ж зірочки, рад/с;

$\tau'_{кр}$ - занижене значення допустимих напружень кручення.

При будь-якому розміщенні зірочок відносно опор приймаємо $\tau'_{кр} = 20 МПа.$

$$d_{в1} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{64}{0,2 \cdot 20}} = 25,2 мм$$

Орієнтуючись на стандартний ряд валів приймаємо $d_{в1}$ = 28 мм.

$$d_{в2} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{64}{0,2 \cdot 20}} = 25,2 мм$$

Приймаємо $d_{в2}$ = 28 мм.

Розраховані зірочки виготовляємо стальними кованими з наступною суцільною механічною обробкою (при масовому виробництві - штампуванням).

Діаметр ступиці зірочок:

$$d_{ст1} = (1,8...2,0) \cdot d_{в1} = (1,8...2,0) \cdot 28 = 50...56 мм;$$
$$d_{ст2} = (1,8...2,0) \cdot d_{в2} = (1,8...2,0) \cdot 28 = 50...56 мм.$$

Приймаємо $d_{ст1}$ = 50 мм, $d_{ст2}$ = 50 мм.

Довжина ступиці:

$$l_{ст1} = (1,8...2,2) \cdot d_{в1} = (1,8...2,2) \cdot 28 = 50...62 мм;$$
$$l_{ст2} = (1,8...2,2) \cdot d_{в2} = (1,8...2,2) \cdot 28 = 50...62 мм.$$

Приймаємо $l_{ст1}$ = 50 мм, $l_{ст2}$ = 50 мм.

3.4 Обгрунтування функціональної схеми

Самохідна машина МКС-6 призначена для одночасного збирання кормових буряків із шести рядків за умови міжряддя 45 см або з чотирьох рядків при ширині міжрядь 60–70 см. Основними функціональними завданнями машини є: доочищення коренеплодів від залишків гички після її зрізування гичкозбиральними машинами, підкопування коренеплодів із грунту, очищення їх від прилиплого грунту та подальше завантаження у транспортний засіб.

Технологічний процес збирання коренеплодів виконується у такий спосіб. Під час руху машини автоматичний пристрій керування забезпечує точне слідування виконавчих дискових копачів по рядках буряків, що значно підвищує ефективність та якість збирання. Доочищувачі, оснащені еластичними лопатями,

активно збивають залишки гички з головок коренеплодів. Одночасно з цим дискові копачки здійснюють викопування коренів, а доочищувачі сприяють вивалюванню коренеплодів на поверхню грунту.

Для коренеплодів, які зміщені від центральної лінії рядка, перед дисковими копачами встановлені пасивні корененаправлячі, які забезпечують їх правильне спрямування до робочих органів. Підхоплення коренеплодів із поверхні здійснюється пальцями підбирального бітера, які подають їх на шпековий очищувач для остаточного видалення грунтових домішок.

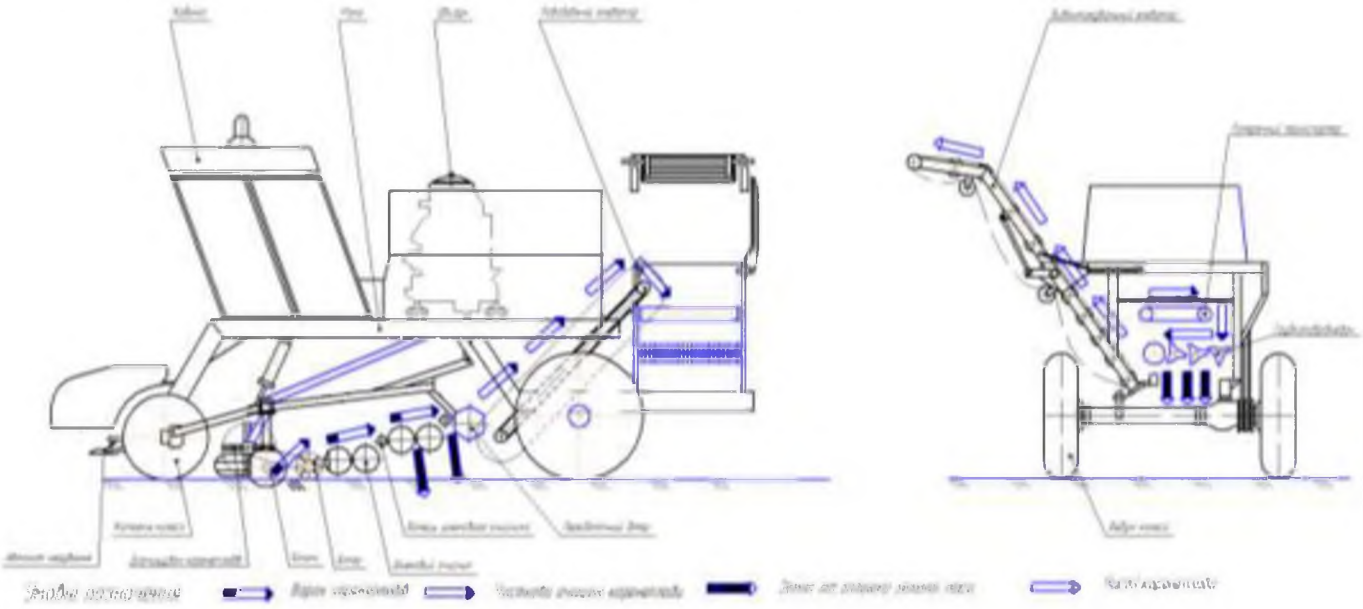


Рисунок 3.3 - Функціональна схема коренезбиральної машини

Під дією сили обертання шпеків, які працюють із різною кутовою швидкістю, ворох коренеплодів ефективно очищується від прилиплого грунту та рослинних решток. Очищені коренеплоди передаються передавальним бітером на поздовжній елеватор, який транспортує їх у бункер машини.

З бункера буряки горизонтальним стрічковим транспортером подаються на перший вал грудкоподрібнювача. Кулачки грудкоподрібнювача розламують та відокремлюють із вороху грудки землі, після чого очищені коренеплоди надходять до навантажувального транспортера. Останній подає коренеплоди безпосередньо в кузов транспортного засобу, що рухається поруч із машиною.

У випадку відсутності грудок землі у вороху, напрям руху стрічкового транспортера змінюється на протилежний, і коренеплоди подаються безпосередньо на навантажувальний транспортер, минаючи грудкоподрібнювач.

Для забезпечення безперервності роботи при заміні транспортних засобів передбачена можливість тимчасового відключення стрічкового і навантажувального транспортерів на 20–30 секунд. В цей час коренеплоди накопичуються в бункері, дно якого обладнане стрічковим транспортером для подальшого вивантаження. Після завершення заміни транспортних засобів усі механізми поновлюють роботу.

3.5 Обгрунтування кінематичної схеми

На вихідному валу головного редуктора перед муфтою кріпиться зірочка ланцюгової передачі. Аналогічна зірочка встановлена на іншому кінці проміжного валу, який розташований після муфти приєднання до вхідного валу першого редуктора приводу шнеків. Проміжний вал закріплений на підшипникових опорах, які закріплені на рамі машини.

Ланцюги, що охоплюють ведучі зірочки, передають обертання веденим зірочкам, встановленим на валах доочищувачів. Передавальне відношення ланцюгової передачі дорівнює 1, завдяки чому доочищувачі обертаються із частотою 1030 обертів на хвилину.

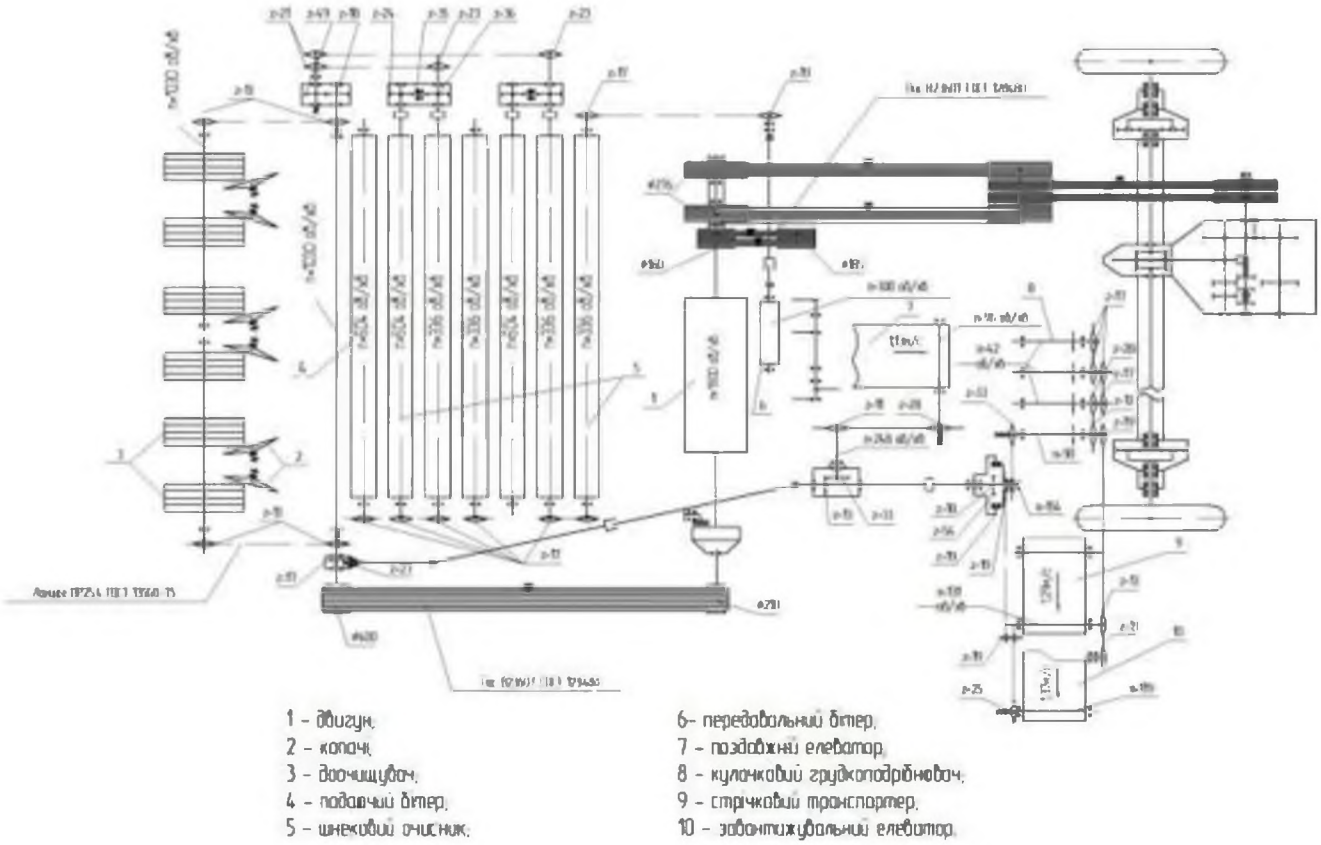


Рисунок 3.4 - Кінематична схема коренезбиральної машини

Для приводу підбирального бітера на валі першого шнека за підшипниковою опорою встановлюють ведучу зірочку. Ведуча зірочка розміщується на валі підбирального бітера. Передавальне відношення ланцюгової передачі – 1, тому підбиральний бітер має частоту обертання 540 об/хв.

Виконувальні диски пасивного типу, вони обертаються від взаємодії з грунтом. Для вільного обертання вони встановлені на осі на двох підшипниках кочення.

3.6 Обгрунтування принципової схеми

Машина МКС-6 складається із самохідного шасі і начіпного коренезбиральника (рис. 3.5).

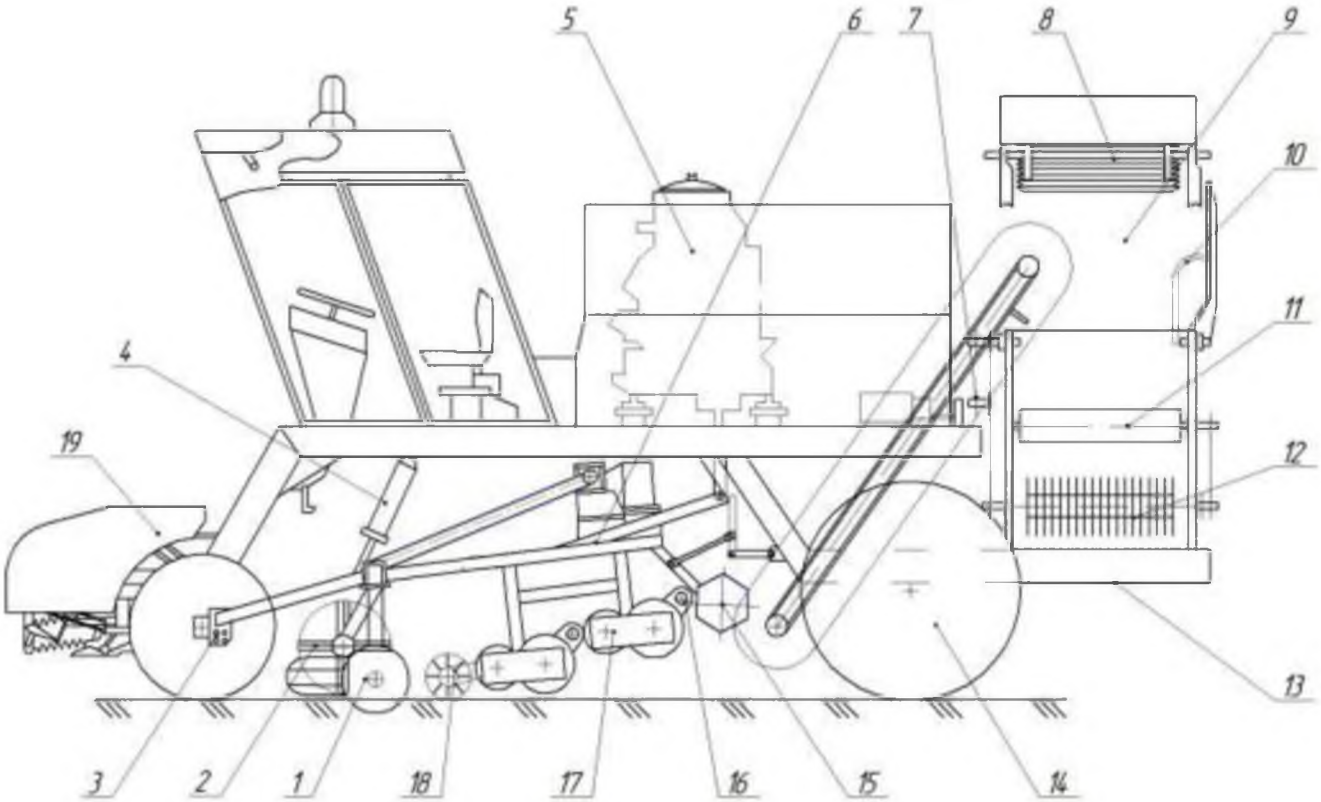


Рисунок 3.5 – Принципова схема коренезбиральної машини: 1 – копачі; 2 – доочисники; 3 – штирі регулювання; 4 – гідроциліндр рами; 5 – силовий агрегат; 6 – рама викопувача; 7 – редуктор привода; 8 – навантажувальний елеватор; 9 – бункер; 10 – щиток; 11 – стрічковий транспортер; 12 – грудкоподрібнювач; 13 – основна рама; 14 – міст ведучих коліс; 15 – передаточний бітер; 16 – задній валець; 17 – шнековий очисник; 18 – бітер; 19 – автомат водіння

Шасі з основною рамою спирається на мости ведучих та напрямних коліс. На шасі встановлено двигун, платформу водія з кабіною, а також електричну та гідравлічну системи управління.

Деякі компоненти коренезбиральної машини — грудкоподрібнювач, навантажувальний транспортер, стрічковий транспортер, бункер і поздовжній транспортер — змонтовані безпосередньо на основній рамі. Інші агрегати, такі як доочищувач, копачі, підбиральний бітер, шнековий очисник і передавальний бітер, розміщуються на окремій рухомій рамі, яка шарнірно приєднана до рами шасі.

Підйом рухомої рами з копачами у транспортне положення та опускання її у робоче положення здійснюється за допомогою гідроциліндра.

Машина оснащена автоматом водіння, а також автоматичною системою контролю роботи основних вузлів, яка сигналізує оператору про зміни в роботі.

Коробка передач у поєднанні з варіатором приводу ходової частини забезпечує безступінчасте регулювання швидкості руху машини в діапазоні від 1,11 до 19,4 км/год.

3.7 Розробка конструкції збірних одиниць та деталей

Доочищувач коренеплодів складається із вала на якому встановлені фланці із лопатями, двох підшипникових вузлів і ще на вал кріпиться ведена зірочка, яка приводить в рух коренезабірний пристрій.

Ведена зірочка на валу кріпиться на запобіжній муфті. Запобіжна муфта на валу закріплюється за допомогою шпонки b × h=5 × 5 ГОСТ 8788-68. Діаметр вала під муфту ø 18мм.

Вал виготовлений із труби зовнішній діаметр якої ø 35 мм, а внутрішній діаметр ø 20 мм.

З одного боку цього вала кріпиться ще вал який з’єднується з основним валом за допомогою пальця який шплінтується шплінтом ГОСТ 397-66.З іншого боку кріпиться цапфа також за допомогою пальця.

Вал, як складальна одиниця кріпиться до рами за допомогою двох підшипникових вузлів. Діаметр вала під підшипники ø 30 к6.

З однієї сторони на кінці вала нарізана різьба М16-6g на яку закручується гайка М16 ГОСТ 5927-70.Ця гайка фіксує підпружинену запобіжну муфту.

Підшипниковий вузол складається із кулькового підшипника радіального сферичного двохрядного d×Д×В=30×62×16 ГОСТ 5720-75.

Підшипник знаходиться у корпусі який виливається із чавуну С415 ГОСТ 1412-79. Корпус підшипника кріпиться до рами за допомогою різьбового з'єднання.

В корпусі є місце під манжету 1-30-52 ГОСТ 8752-79.Корпус підшипника з однієї сторони закритий високою кришкою торцевою, яка виливається із чавуну С415 ГОСТ 1412-79.В цій кришці є також посадочне місце під манжету. В кришці просвердлені чотири отвори і нарізана різьба, що дозволяє з'єднати корпус із кришкою. На іншому корпусі знаходиться кришка торцева глуха, яка виливається із чавуну.

На валі просвердлено шість отворів діаметром ø 10 мм для закріплення шести фланців.

Фланці виготовляються із сталі Ст 3. Діаметр фланця 120 мм. У фланці просвердлено 12 отворів ø 13 мм. В ці отвори через кожні два отвори встановлені чотири болти ø 12 мм, таким чином, щоб вони до осі вала розміщувалися під кутом 15°. Фланці кріпляться до вала за допомогою пальців які шплінтуються.

Лопаті являють собою полоски із прогумованої тканини лист ОМБ-Т-5 ГОСТ 7338-77 шириною 3 см і довжиню 35 см. Вони мають два отвори і при збиранні охоплюють тримаючий болт та скріплюються різьбовим з'єднанням. На кожному болті кріпиться по шість лопатей.

Кронштейни кріплення вузла складаються із швелерів N8 ГОСТ 8240-72. В місці кріплення підшипникового вузла до швелера приварена пластина з двома отворами 0,13 м. Товщина пластини 8 мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Проект інструкції з техніки безпеки при роботі на машині

4.1.1 Загальні вимоги безпеки

На бурякозбиральних машинах дозволяється працювати особам, яким виповнилося не менше 17 років, які мають відповідні права тракториста-машиніста, посвідчення на право керування машинами та пройшли відповідний інструктаж з техніки безпеки.

4.1.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи обслуговуючий персонал повинен:

- ознайомитися з правилами техніки безпеки;
- пройти відповідний інструктаж;
- упевнитися у технічній справності машини та її відповідності вимогам охорони праці.

Перед перевіркою справності або початком роботи тракторист та обслуговуючий персонал мають привести в порядок одяг: не дозволяється працювати у довгому одязі, що може розвиватися; необхідно підв'язувати кінці рукавів і штанів або використовувати комбінезон.

Перевірка технічного стану машини здійснюється шляхом випробування роботи на холостому ходу. Особливу увагу приділяють справності захисних кожухів, рульового керування та гальм.

Ділянки роботи машинно-тракторного агрегату необхідно заздалегідь підготувати: розбити на загони, виконати контрольні борозни біля ярів та небезпечних місць, відмітити поворотні смуги, підготувати майданчики для стоянки техніки, відпочинку працівників і місця для куріння [5].

4.1.3 Вимоги безпеки під час роботи

- Забороняється перебувати поблизу головного карданного вала та рухомих частин машини, а також перед нею;
- Забороняється змащувати або регулювати робочі органи під час роботи без зупинки двигуна;
- При регулюванні або очищенні машини двигун трактора необхідно зупинити;

- Роботу починати лише після подачі відповідного сигналу машиністом або комбайнером;
- Робота під високовольтними лініями допускається за умови, що відстань від найвищої точки комбайна до проводів становить не менше 2 м;
- При поворотах та розворотах швидкість агрегату не повинна перевищувати 4 км/год;
- Максимально допустимий кут нахилу бурякозбирального комбайна під час руху — не більше 15°;
- Забороняється перебувати під елеватором навантаження коренеплодів або в кузові транспортних засобів під час роботи;
- Для довготривалих переїздів рухомі рами елеваторів повинні бути жорстко зафіксовані [5].

4.1.4 Вимоги безпеки по закінченні роботи

- Після завершення роботи необхідно вивантажити з машини всі коренеплоди та очистити вузли від ґрунту і рослинних решток;
- Завантажувальний елеватор слід перевести у транспортне положення та зафіксувати;
- При підйомі викопуючої рамки гідроциліндром у транспортне положення верхнє положення рамки треба зафіксувати механічним фіксатором;
- Забороняється оглядати комбайн з використанням відкритого вогню, розводити біля нього багаття або заливати паливо та мастильні матеріали при працюючому двигуні;
- Регулювати і очищувати робочі органи слід лише після зупинки двигуна;
- Очищення і миття машини та окремих деталей допускається лише працівникам, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та володіють практичними навичками виконання цих операцій;
- При митті зовнішніх поверхонь слід використовувати гумові чоботи та брезентовий фартух, а мити машину — на естакадах або майданчиках із стоком води в закриті водозбірники;
- Перед очищенням машини стисненим повітрям необхідно одягати захисні окуляри і рукавиці;

- Після очищення слід витрусити одяг від пилу, вимити руки і лице з милом;
- Під час ремонтних робіт чи інших операцій під комбайном потрібно ставити під колеса башмаки та фіксувати рухомі рами запобіжниками;
- Машину, підняту домкратом, слід підперти опорами або «козлами»;
- Забороняється виконувати роботи під машиною з піднятими копачами;
- Для підняття однієї зі сторін машини слід використовувати домкрат вантажопідйомністю не менше 5 тонн;
- При ремонтних і налагоджувальних роботах слід використовувати справний інструмент, застосовувати гайкові ключі відповідного розміру, забороняється вставляти в ключі прокладки або подовжувати їх важелі, а також бити молотком по ключу;
- Пружини потрібно знімати і встановлювати за допомогою спеціальних знімачів.

4.1.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- При поломках комбайна забороняється продовжувати роботу до повного усунення несправностей.
- Під час ремонтних робіт двигун обов’язково слід заглушувати.
- У разі виникнення пожежі забороняється заливати водою горюче паливо та мастильні матеріали. Для гасіння пожежі необхідно використовувати вогнегасник, пісок, землю, а також брезент чи інші придатні матеріали.
- На агрегаті обов’язково повинна бути аптечка першої допомоги.

4.2 Нормативні вимоги безпеки

Відповідно до ГОСТ 12.2.019-86 та санітарних правил №4282-87, бурякозбиральні комбайни повинні бути оснащені:

- передніми і задніми фарами;
- покажчиками поворотів;
- габаритними вогнями;
- дзеркалами заднього виду;

- звуковими сигналами;
- світловими сигналами гальм;
- підніжками та поручнями;
- аптечкою першої допомоги;
- термосом для питної води (об’ємом 3 л);
- пристроями для підвішування верхнього одягу в кабіні;
- засобами гасіння пожежі;
- комплектом інструментів і пристроїв;
- необхідною технічно-експлуатаційною документацією.

Режим праці і відпочинку водія повинен відповідати таким вимогам:

- робочий тиждень – 6 днів;
- 1 вихідний день;
- тривалість зміни – 7 годин;
- у передвихідний день – 6 годин;
- після 4 годин роботи передбачена перерва тривалістю від 0,5 до 2 годин.

Умови роботи повинні відповідати санітарним нормам. Гранично допустимі концентрації помірно небезпечних речовин у повітрі повинні становити від 1,1 до 10,0 мг/м³. Допустимі рівні звукового тиску – 80 дБ при частоті 50 Гц, рівень вібрації – 109 дБ при частоті 63 Гц [8].

Органи керування (важелі, рульове колесо, педалі) не повинні обмежувати рух водія на робочому місці.

Конструкція машини має забезпечувати безпечне проведення технічного обслуговування.

Усі рухомі частини силових установок, які є джерелом небезпеки, а також елементи, що нагріваються понад 70°С, мають бути огородженими.

Запуск силової установки повинен здійснюватися з кабіни; якщо запуск знаходиться поза кабіною, повинні бути встановлені засоби захисту, зокрема блокування.

4.3 Заходи протипожежної безпеки при роботі на машині

Категорично забороняється:

- курити на комбайні;
- заправляти комбайн паливом у місцях підвищеної пожежонебезпеки;
- проводити ремонт машин із застосуванням відкритого вогню у пожежонебезпечних зонах.

До початку збиральних робіт комбайни повинні бути оснащені вогнегасниками та лопатами. Забороняється навішувати на вогнегасники одяг або класти сторонні предмети.

У нічний час при виході з ладу електроосвітлення забороняється користуватися вогнебезпечними ліхтарями.

Для запобігання короткому замиканню проводів необхідно щоденно перевіряти стан електропроводки.

Під час заправки машини паливом або перевірки його рівня у темну пору доби забороняється користуватися відкритим вогнем (факелами) та курити.

Необхідно своєчасно очищати машину, двигун від рослинних решток і пилу, а також вихлопну трубу і колектор від нагару.

Стаціонарні пости технічного обслуговування та агрегати повинні бути обладнані засобами вогнегасіння.

Паливопроводи очищають на охолодженому двигуні після перекриття подачі палива.

Особи, які працюють на комбайні та беруть участь у проведенні технічного обслуговування, повинні пройти пожежно-технічний мінімум.

Під час експлуатації комбайна необхідно дотримуватися режимів роботи, що виключають виникнення іскор і полум’я, а також контакту нагрітих деталей з горючими матеріалами.

Забороняється відкручувати пробки ударами молотка або іншими металевими предметами [8].

Територія зберігання комбайна повинна мати не менше двох виїздів.

Ширина воріт для виїзду з території повинна бути в 1,5 раза більшою за ширину машини.

4.4 Охорона довкілля

Сільськогосподарська техніка не повинна спричиняти забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами. Матеріали, що застосовуються для її виготовлення, повинні бути безпечними для здоров'я людини і екологічно нешкідливими.

Для запобігання забрудненню атмосферного повітря комбайн має бути обладнаний системами сигналізації про наявність шкідливих речовин у повітрі та технічними засобами, які мінімізують викиди. На вихлопних трубах слід встановлювати очисні фільтри.

Для уникнення забруднення літосфери необхідно регулярно перевіряти відсутність протікань масла, пального, електроліту та гальмівної рідини шляхом зовнішнього огляду.

Шини коліс комбайна повинні відповідати вимогам ГОСТ та не створювати тиск на ґрунт, що перевищує гранично допустимі норми.

Застосування сільськогосподарських машин може завдавати шкоди окремим видам фауни та флори, оскільки під час збиральних робіт трапляються випадки наїзду на тварин і птахів. З метою забезпечення своєчасного виходу тварин із небезпечної зони техніку слід оснащувати спеціальними звуковими, оптичними або іншими сигналізаційними пристроями.

Дотримання наведених вимог забезпечить безпечну та екологічно прийнятну експлуатацію коренезбиральної техніки [8].

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз технології вирощування та методів збирання кормових буряків. Дано огляд конструкцій викопувальних і очисних робочих органів коренезбиральних маши.

2. Розроблено технологічну карти вирощування кормових буряків та сплановано процес їх збирання. Запропонована конструкція однодискового копача з бильним доочищувачем. Яка дозволить підвищити технологічну надійність процесу викопування і очищення головок коренеплодів від залишків гички, знизити енергомісткість процесу (очищення головок коренеплодів і викопування відбувається одночасно). А також, підвищити продуктивність і, таким чином знизити прямі затрати на збиранні.

3. Проведний технологічний розрахунок – продуктивність коренезбиральної машини склала 1,65 га/год. Обгрунтувано раціональні конструктивно-кінематичних параметрів робочого органу: довжина лопаті – 24 см, а ширина – 3 см, потужність необхідна для приводу доочищувача коренеплодів - 3 кВт, частота обертання вала доочищувача.1030 об/хв. Визначено ланцюгової передач приводу доочищувача.

4. Побудовані функціональна, кінематична та принципова схема машини. Розроблені також конструкції збірних одиниць і деталей доочищувача.

5. Розглянуто питання охорони праці та довкілля. Розроблено проект інструкції з техніки безпеки при роботі на машині, наведено нормативні вимоги безпеки та заходи протипожежної безпеки при роботі на машині, розглянуті міроприємства по охороні довкілля.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя./ В 3 т.М.: Машиностроение,1979-1982. т.1- 728 с., т.2 - 559 с., т.3 - 557 с.
2. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин. Конструювання і розрахунок. - Тернопіль: Поліграфіст,1997.- 120 с.
3. ДСТУ 2258-93. Машини бурякозбиральні.- Київ.: Держстандарт України, 1993.- 18 с.
4. Довідник з експлуатації машино – тракторного парку./ В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов та інші. – К.: Урожай, 1987 – 368 с.
5. Довідник з охорони праці в сільському господарстві (запитання і відповіді)/ За ред. С.Д. Лахмана – К.: Урожай,1990 – 400 с.
6. Кваліфікаційна робота бакалавра [Текст] : методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Агроінженерія» галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство спеціальності 208 Агроінженерія денної та заочної форм навчання / уклад. С.Ф. Юхимчук, Р.В. Кірчук, Л.Ю. Забродоцька. – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 40 с.
7. Кваліфікаційна робота: методичні вказівки до оформлення кваліфікаційних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти всіх освітніх програм денної та заочної форм навчання / уклад. Н.В. Ковальчук, Ю.Г. Фесіна, І.Л.Заблоцька Луцьк : ЛНТУ, 2023. 46 с.
8. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: Підручник: Друге видання. – К.: Кондор, 2008. – 584 с.
9. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
10. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

11. Опір матеріалів: Підручник / Г.С.Писаренко, О.Л.Квітка, Е.А.Уманський / За ред. Г.С.Писаренка.- К.: Вища шк.,1993.-655с., іл.

12. Петров П.В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / Петров П. В., Посполтак Т. Є., Юркевич Є. О. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 268 с.

13. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

14. Свеклоуборочные машины. Конструирование и расчет / Л. В. Погорелый, Н.В. Татьян-ко, В. В. Брей. Киев: Техника, 1983. 168 с .

15. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенка /Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – 273 с.

16. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин.- К.: НМК ВО, 1992.- 320 с.

17. Хелемендик М.М., Каленюк І.Є. Класифікація очисників головок коренеплодів за принципом роботи та конструкцією.//Сільськогосподарські машини, Зб. наук. ст., вип. 5. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1999. – С.178-183.

18. Шевцов І.А., Фомічов А.М. Біологія і агротехніка кормових буряків . К.: Наукова думка, 1980, с.250.

19. ©Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу https://propozitsiya.com/ua/cinnist-i-tehnologiya-viroshchuvannya-kormovih-buryakiv.

20. E.A. Hassan.Biogas production from forage and sugar beets", Bioenergie aus Futterrüben http://www.futterrueben.de/content23.htm.

ДОДАТКИ

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				Документація		
			КАІ.МКС.ОО.ОО.ООООПЗ	Пояснювальна записка	1	
А1			КАІ.МКС.О1.ОО.ООООСК	Доочищувач коренеплодів	1	
				Складальні одиниці		
		1	КАІ.МКС.О1.О1.ООООСК	Кронштейн	2	
		3	КАІ.МКС.О1.О2.ООООСК	Вал	1	
		22	КАІ.МКС.О1.О3.ООООСК	Муфта	1	
				Деталі		
		2	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО1	Корпус	2	
		4	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО2	Кришка	72	
		7	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО3	Ступиця	6	
		8	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО4	Лопать	72	
		9	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО5	Гвинт	12	
		15	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО6	Втулка	12	
		16	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО7	Палець	6	
		19	КАІ.МКС.О1.ОО.ООО8	Кришка	1	
				Стандартні вироби		
		11		Болт М6×8g×20 ГОСТ 7798-70	72	
		24		Болт М12×8g×20 ГОСТ 7798-70	4	
		27		Болт М8×8g×50 ГОСТ 7798-70	4	
		10		Гайка М12-6Н ГОСТ 5915-70	24	
		12		Гайка М6-6Н ГОСТ 5915-70	72	
		23		Гайка М20-6Н ГОСТ 5915-70	1	
		25		Гайка М12-6Н ГОСТ 5915-70	4	
		28		Гайка М8-6Н ГОСТ 5915-70	4	
		6		Манжета 1.1.-35×58-1 ГОСТ 8752-79	2	
		20		Манжета 1.1.-30×52-1 ГОСТ 8752-79	1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КАІ.МКС.О1.ОО.ОООООСК			
Розробив		Новицький			Доочищувач коренеплодів	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Юхимчук				б	1	2
						ЛНТУ, гр. АІз-41		
Н. контр.		Юхимчук						
Затверд.		Хомич						

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
		5		Підшипник 306 ГОСТ 8338-75	2	
		13		Шайба 6..02.ВСт3 ГОСТ 11371-78	144	
		14		Шайба 6.65Г.029 ГОСТ 6402-70	72	
		18		Шайба 10.65Г.029 ГОСТ 6402-70	6	
		26		Шайба 12.65Г.029 ГОСТ 6402-70	4	
		29		Шайба 8.65Г.029 ГОСТ 6402-70	4	
		17		Шплінт 4х20 ГОСТ 397-79	6	
		22		Шпонка 5×5×24 ГОСТ 23360-78	1	

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				Документація		
			КАІ.МКС.ОО.ОО.ООООПЗ	*Пояснювальна записка*	*1*	
			КАІ.МКС.О1.О2.ОООООСК	*Вал*		
				Складальні одиниці		
				Деталі		
		2	*КАІ.МКС.О1.О2.ОООО1*	*Вал*	*1*	
		3	*КАІ.МКС.О1.О2.ОООО2*	*Труба*	*1*	
		4	*КАІ.МКС.О1.О2.ОООО3*	*Цапфа*	*1*	
				Стандартні вироби		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	*КАІ.МКС.О1.О2.ОООООСК*			
Розробив		*Новицький*			*Вал*	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		*Юхимчук*				*б*	*1*	*1*
						ЛНТУ, гр. АІз-41		
Н. контр.		*Юхимчук*						
Затвер		*Хомич*						