МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ І КОНСТРУКЦІЇ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Виконав:_____ Савочка Сергій Олександрович

Керівник: _____Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Освітній ступінь: "Бакалавр"
Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)

_____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

_____
(прізвище, ім’я, по батькові)
1. Тема роботи _____
_____
_____
керівник роботи _____
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “___”_____20__ року №_____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____
_____
_____
_____
_____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_____
_____
_____
_____
_____
_____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
_____
(підпис) (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Савочка С.О. Удосконалення механізації збирання буряків цукрових і конструкції гичкозбиральної машини// Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026. – 85 с.

В роботі представлено аналіз умов використання бурякозбиральних машин. Приведено аналіз машин, які застосовуються для збирання буряків вітчизняного і закордонного виробництва. Проведено патентний аналіз машин для видалення гички. Розроблено схему удосконалення гичкозбиральної машини і проведено розрахунки параметрів і режиму її роботи. На підставі розрахунків розроблена конструкція окремих вузлів і деталей удосконаленого очисника головок коренеплодів.

Розроблені заходи з охорони праці, які можуть бути використані при проведенні інструктажів при збиранні цукрових буряків і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 29090 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,81 люд.год./га.

Ключові слова: буряк цукровий, гичка, коренеплід, бурякозбиральна машина, технологія, удосконалення, параметри, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П. 6
1 АНАЛІЗ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН. . . . 9
2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ. 16
2.1 Огляд технологій збирання цукрових буряків. 16
2.2 Огляд вітчизняних машин для збирання буряків. 19
2.3 Огляд конструкцій закордонних бурякозбиральних машин. 24
3 РЕЗУЛЬТАТИ ПАТЕНТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. 33
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ. 44
5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ОЧИСНИКА. 47
5.1 Розрахунок упорного пальчика пристрою для копіювання. 47
5.2 Визначення міцності пера копіра. 50
6 ОХОРОНА ПРАЦІ. 55
6.1 Основні правила безпеки. 55
6.2 Основні правила пожежної безпеки. 58
6.3 Визначення шляху гальмування. 58
7 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ. 60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. 67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. 68
ДОДАТКИ. 71

В С Т У П

Вирощування цукрових буряків в Україні під час війни стало стратегічно важливою, хоча й високоризикованою та дорогою галуззю [1]. Через блокаду портів та проблеми з експортом зерна, аграрії фокусуються на цукрових буряках, як на прибутковій нішевій культурі. Основні виклики включають нестачу кадрів, високу вартість ресурсів (паливо, добрива) та логістичні труднощі. Війна, яку розпочала росія, внесла певні корективи в розвиток галузі. За даними Держстату України площа посівів цукрового буряку в країні в довоєнному 2021 році становила 226 тис. га, а в 2022 році – 173 тис. га, урожай довоєнного 2021 року становив 10,8 млн. т, а 2022 року – 8,6 млн. т, при середній врожайності відповідно 47,9 і 49,8 т/га [2, 3]. В Дніпропетровській області середня врожайність становила 43 т/га.

Вихід цукробурякового виробництва з кризової ситуації тісно пов’язаний з необхідністю значного поліпшення ресурсного забезпечення бурякосіючих господарств, застосування нових ресурсозберігаючих технологій, раціонального внесення мінеральних добрив та широкого впровадження інтегрованого захисту рослин від хвороб, шкідників та бур’янів.

Одним з важливих напрямків техніко-технологічного переоснащення буряківництва як головного фактору збільшення виробництва цукру на нинішньому етапі є створення при цукрових заводах регіональних машинно-технологічних станцій, що дає можливість концентрувати технічні засоби для виконання відповідних технологічних операцій з вирощування і збирання цукрових буряків у господарських структурах тієї чи іншої сировинної зони [6, 7]. До того ж формування машинно-технологічних станцій на базі цукрових заводів посилює інтеграційну роль останніх у розвитку цукробурякових агропромислових підкомплексів. Завдяки їм прискорюється широке

впровадження нових сучасних технологій та основних технологічних елементів вирощування високих врожаїв цукрових буряків. У організаційному плані створення машинно-технологічних станцій може здійснюватися на лізинговій основі, що дає можливість у нинішніх умовах, за різкого обмеження інвестиційної діяльності, застосовувати нові машини і знаряддя.

У цій складній економічній ситуації ряд зарубіжних фірм намагаються суттєво вплинути на нашу цукрову промисловість, в першу чергу розваливши вітчизняне виробництво техніки для буряківництва. Може статися так, що держава, яка мала найбільшу в світі площу цукрових буряків, маючи потужний виробничий потенціал (в т.ч. Дніпропетровський і Тернопільський комбайнові заводи), повністю забезпечувала себе і експортувала цукор – цю стратегічну продукцію – в недалекому майбутньому стане повністю залежною від зарубіжжя.

Найбільш трудомісткими в технології вирощування, що потребують багато затрат енергії та грошових коштів, є операції збирання цукрових буряків. Вони включають: зрізання гички і її транспортування до місць силосування, очистка головок коренеплодів від залишків гички, викопування коренеплодів, очищення їх від землі і транспортування на завод чи вкладання в тимчасові кагати. Від своєчасного і якісного збирання цукрових буряків залежить повнота збирання вирощеного урожаю і технологічні якості сировини цукрових буряків.

Дослідження процесів збирання цукрових буряків показали, що втрати коренеплодів складають 10 – 15 % від біологічної урожайності. Крім того 40 – 60 % коренеплодів пошкоджуються робочими органами машин.

В зв’язку з цим розробка способів збирання і робочих органів машин, радикально понижуючих втрати і пошкодження коренеплодів при збиранні цукрових буряків являється актуальною науковою та виробничою задачею.

Основною з причин втрат та пошкоджень коренеплодів є недосконаліть технологій збирання гички та робочих органів гичкозбиральних машин. Існуючою технологією передбачається проводити зрізання гички з головкою

коренеплоду. При цьому майже всі коренеплоди травмуються, а валовий збір цукроносної маси зменшується на 10 – 15 %.

Метою дипломного проекту є удосконалення механізації збирання цукрових буряків, при якій гичка зрізається безкопірним способом вище рівня головки коренеплоду, а потім залишки гички видаляються удосконаленим доочисником головок коренеплодів.

1 АНАЛІЗ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Інтенсифікація сучасного виробництва потребує розширення номенклатури і типорозмірів сільськогосподарських машин, які повинні працювати в різних ґрунтово-кліматичних умовах при якісному виконанні своїх функціонально-експлуатаційних призначень, високій надійності і довговічності.

Агротехнічні вимоги на бурякозбиральні машини передбачають умови їх роботи, які визначаються особливостями фізико-механічних властивостей гички і коренеплодів цукрових буряків, а також характером розміщення їх на поверхні ґрунту.

Головки коренеплодів нерівномірно розташовуються відносно рівня ґрунту, причому 1 – 10 % - нижче рівня, 20 – 80 % виступають над рівнем на висоті до 80 мм [9]. Максимальне виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту досягає 120 мм. Поперечне відхилення від умовної осьової лінії складає в середньому 60 мм.

На погонному метрі рядка розміщується від 3 до 6-ти коренеплодів. Середня відстань між коренеплодами в рядках складає 200 – 300 мм при квадратичному відхиленні 100 – 330 мм і коефіцієнті варіації 50 – 110 %.

Середня довжина листків пучка гички складає 350 – 400 мм з діапазоном варіювання 200 – 600 мм. Відношення маси гички до маси коренеплоду складає 1,0 – 2,5. Врожай гички досягає 30 т/га. Насипна щільність зібраної гички складає 190 – 210 кг/м^3.

Максимальний діаметр коренеплоду в середньому складає 90 – 100 мм з змінами від 40 до 180 мм при середній технічній довжині 220 – 250 мм з відхиленнями від 80 до 370 мм.

Характерною геометричною формою нижньої частини коренеплодів являється конус Середній кут цього конуса дорівнює 22^0, а коливання від 14^0

до 40^0. 80 % коренеплодів мають головки з формою правильного усіченого конуса з кутом конусності в середньому 66^0 з коливаннями від 50^0 до 75^0.

Однак, агротехнічні вимоги на гичкозбиральні машини не враховують умови їх роботи при впливі на плантації мінусових температур. Так твердість гички при –4 ^{0}С зростає в 2,2-2,6 рази порівняно з твердістю гички при +20 ^{0}С, а кількість обвислої гички зростає в 8-10 разів.

Враховуючи значні терміни зберігання і переробки буряків на цукрових заводах, до бурякозбиральної техніки висувається ряд основних вимог, які пов'язані із забезпеченням надійності та якісного виконання технологічного процесу.

Бурякозбиральні машини повинні забезпечити [9, 17]:

- високу технологічну надійність (не нижче 0,95) і агротехнічну ефективність (при різній урожайності, параметрах насаджень, фізичному стані ґрунту та коренеплодів, забрудненості полів), в тому числі при екстремальних умовах (при вологості ґрунту 26-30 % або твердості до 4 МПа і врожайності 45-70 т/га);

- необхідну універсальність при модульному принципі агрегатування робочих органів з метою застосування різноманітних варіантів механізованих процесів збирання коренеплодів в залежності від природно-виробничих умов;

- високу надійність і довговічність, яка визначається збереженням стабільних функціональних та експлуатаційних характеристик при значному ресурсі роботи (робота до відказу не менше 40 год.);

- інтенсифікацію процесів збирання буряків за рахунок підвищення робочих швидкостей і пропускної здатності коренезбиральних машин, а також зменшення їх метало- і енергоємності.

Основні показники технічного рівня і якості бурякозбиральних машин, диференційовані по ступенях якості продукції і згідно ДСТУ 2258-93 поділяються на наступні типи і основні параметри.

1.1. Машини виготовляються таких типів:

1 – гичкозбиральні;

11 – коренезбиральні;

111 – комбайни.

1.2. Кожен тип машини залежно від кількості рядків, що одночасно збираються, поділяється за рядністю.

1.3. За способом агрегатування машини виготовляються :

Н – навісні;

НН – напівнавісні;

П - причіпні та напівпричіпні;

М - монтовані;

С - самохідні.

Основні параметри чотирирядних та шестирядних машин наведені в таблиці 1.1.

Показники визначаються і забезпечуються при виконанні вимог до агрофону.

1. Рівний рельєф плантації при схилі впоперек рядка до 2 %.

2. Вологість ґрунту у горизонті 0 – 30 см – від 15 до 23 %.

3. Кількість коренеплодів на 1 м довжини рядка – від трьох до шести штук.

4. Мінімальна відстань між краями коренеплодів у рядку – 16 см.

5. Допуск на ширину міжряддя повинен бути +/- 3 см та відхилення коренеплодів від осьової лінії рядка – не більше 3 см.

6. Діаметр коренеплодів – від 5 до 18 см.

7. Вигляд гички на коренеплодах повинен бути конусоподібним.

8. Висота головки коренеплоду над поверхнею ґрунту – від 4 до 8 см.

9. Висота гички – від 50 до 100 см.

10. Засмічення – не більше п’яти штук бур’яну на 100 м рядка та не вище від основної культури на 10 см.

11. Рядки повинні бути прямолінійними, допустиме скривлення теоретичної лінії рядка – не більше 10 см на довжині 10 м.

Таблиця 1.1 - Основні параметри бурякозбиральних машин

Типи	Назва показника	Спосіб агрега-тування	Значення по-казників
1	Продуктивність машини на рядок за 1 год. основного часу, га/год.	Н, НН, П, М, С	0,16…0,32
111	Наявність грунту у купі гички, % не більше*	Те ж	0,5
	Кількість зв'язаної гички на коренеплодах, %	Те ж	2,0
	Нормально зрізані коренеплоди, % не менше**	Н, НН, П	75
	Низько зрізані коренеплоди, % не більше	Те ж	10
11 111	Продуктивність машини на рядок за 1 год. основного часу, га/год.	М, С	0,16…0,32
	Втрати коренеплодів у грунті (незворотні), % не більше	Те ж	1,5
	Загальна забрудненість купи корене-плодів, %, не більше	Те ж	9
	Сильні механічні пошкодження коренеплодів згідно ГОСТ 17421, %, за масою, не більше	Те ж	5***

* - Показник вимірюється на непідгорнених коренеплодах.

**- Площа зрізу повинна проходити не нижче рівня основи зелених черешків і не вище 2 см від верхівки головки коренеплоду.

*** - Для Краснодарського краю та поливних зон України і держав СНД не більше 10 %.

12. Біологічна врожайність коренеплодів повинна бути не менше 40 т/га, гички – 25 т/га.

13. Твердість ґрунту – 20 кг/см^2 (2,0 МПа).

14. Наявність великого каміння та сторонніх предметів на плантації не допускається.

У відповідності з агротехнічними вимогами Міжнародної системи машин допустимі втрати не викопаних і втрачених коренеплодів цукрових буряків при виконанні технологічного процесу не повинні перевищувати 1,5 % від їх врожайності. Забрудненість землею коренеплодів допускається до 8 %, а частка максимально допустимих легких (до глибини 5 мм) і важких (глибина більше 5 мм) пошкоджень відповідно складає 20 % і 5 %. В дійсності загальні втрати, які виникають під час збирання, в 2-3 рази перевищують допустимі норми і складають 3 – 5 %, а інколи перевищують 10 % (важкі умови роботи).

Основними причинами втрат коренеплодів є конструктивна недосконаліть робочих органів, неправильний вибір типу копача для конкретних умов, а також стан плантації, тобто розташування коренеплодів в рядках.

До втрат, які виникають в процесі викопування коренеплодів можна віднести: не викопані коренеплоди; коренеплоди, що впали на поле перед входом на очисні пристрої; обрив хвостової частини; розрізання або дроблення коренів цукрових буряків. Такі втрати виникають в результаті причин: недостатнє заглиблення копачів для даного стану ґрунту або надмірне заглиблення коренів в землю; відхилення центральної осі копача від лінії рядків; натуральне відхилення окремих коренеплодів від лінії рядка або відхилення внаслідок розсування коренеплодів колесами трактора перед викопуванням; скупчення землі і коренеплодів на копачі; надто велика відстань між складовими елементами копача по відношенню до розмірів коренеплодів; неправильна конструкція переходу з копача на очисний пристрій; розташування коренеплодів в заглибленнях поля.

Окрема група цих втрат виникає на очисних робочих органах. Однак вони також пов’язані з копачами, оскільки інтенсивність роботи очисника залежить від кількості землі, яка подається разом з коренеплодами.

Аналіз втрат показує, що існує дві групи причин виникнення втрат. До першої групи необхідно віднести причини, пов’язані з технологічною якістю обробки; до другої групи – причини, які виникають через недосконалу конструкцію робочих органів і компонувальну схему машини.

Втрати, що викликані технологічним процесом очищення коренеплодів робочими органами шнекового, роторного, бітерного та кулачкового типів, в основному, виникають за рахунок пошкоджень коренеплодів при відділенні від них землі та рослинних залишків. В процесі сепарації відбуваються ударні взаємодії коренів з робочими поверхнями очисників, що призводить до обривання хвостів, локальних відривів частинок коренеплодів, їх дроблення.

Іншим видом пошкоджень, що виникають при роботі шнекових сепараторів, вали яких обертаються в зустрічному напрямку (особливо при невисоких кутових швидкостях гвинтових валів), є защемлення коренеплодів між очисними валами, що спричиняє їх зминання.

Із збільшенням часу перебування коренеплодів в робочому руслі збільшується ймовірність і ступінь їх пошкодження. Тому ступінь агресивності шнеків, який визначається висотою і частотою навивання рифів, а також час перебування на них вороху, обмежується, що в свою чергу веде до зниження сепаруючої здатності таких робочих органів.

При виготовленні бурякозбиральних машин висувається ряд технічних вимог: в машині повинно бути регулювання висоти зрізання головок коренеплодів; підкопувальні та гичкозрізувальні робочі органи повинні виготовлятися із зносостійких матеріалів або використовуватись зносостійкі покриття; дорожній просвіт у транспортному положенні повинен бути не менше 20 см; причіпні, напівпричіпні, навісні та напівнавісні машини повинні мати (в разі необхідності) можливість приєднання їх до електросистеми трактора, що зазначається в конкретних технічних умовах на машину.

Таким чином, одним із радикальних напрямків вдосконалення конструкцій бурякозбиральних машин є модернізація і створення нових більш ефективних конструкцій очисників коренеплодів, враховуючи вимоги до їх

зберігання, викопуючих і сепаруючих робочих органів.

При розробці нових конструкцій очисників головок коренеплодів необхідно мати на увазі, що з однієї сторони, обрізання головок коренеплодів є небажаним і негативно відображається на їх зберіганні, і не може бути оправдвно ні з економічної (недобір врожаю 5…8 %), ні з технологічної точок зору. З іншого боку, досягнення високих кондицій завдяки плоскому зрізанню має жорсткі обмеження по втратах цукрової маси. В той же час наявність на головках коренеплодів великої кількості черешків і листя негативно відображаються на зберіганні і переробці буряків.

Підвищення швидкості активних викопуючих і сепаруючих робочих органів приводить до підвищення якості сепарації вороху коренеплодів. Але при цьому збільшується кількість пошкоджених коренеплодів, що також негативно впливає на якість їх зберігання.

До бурякозбиральних машин висуваються досить жорсткі агротехнічні вимоги по якості збирання і надійності технологічного процесу. Виконання цих вимог залежить від якості роботи всіх робочих органів машин, а також від стану бурякових плантацій на період збирання врожаю.

2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ

2.1 Огляд технологій збирання цукрових буряків

Внаслідок тривалості процесу переробки цукрових буряків виникає необхідність зберігання частини сировини. Виходячи з цього розрізняють наступні типи технологій збирання урожаю цукрових буряків:

- потоковий - коренеплоди викопуються і зразу ж від коренезбирального комбайна відправляються на завод;

- перевалочний - сировина зберігається в господарстві і здається на завод безпосередньо перед переробкою;

- потоково–перевалочний - сировина зберігається певний час в господарстві в наслідок неможливого її транспортування на завод для переробки, проте зберігання не може бути тривалим із-за непридатності сировини до зберігання або неможливості його якісного проведення.

Дані способи мають свої переваги та недоліки і вибір того чи іншого проводять безпосередньо в господарстві виходячи із місцевих умов: відстань перевезення сировини до заводу, забезпеченість господарства транспортом, якість сировини і її придатність до зберігання і таке інше.

Значним чином на процес цукроваріння впливає вміст зеленої гички у воросі коренеплодів. Відомо, що гичка містить азотисті речовини, які шкідливо впливають на вихід цукру в процесі цукроваріння. Саме з цієї причини якість відокремлення гички від коренеплодів дуже важлива.

На теперішньому етапі розвитку відомо два основних напрямки механізації відокремлення гички від коренеплодів:

- відокремлення гички на пні (попередньо зрізається гичка, а потім викопується коренеплід);

- відокремлення гички в комбайні, тобто спочатку викопуються коренеплоди, а вже потім обрізається гичка.

Відокремлення гички на пні отримало широке розповсюдження завдяки кращій стабільності технологічного процесу.

Відокремлення гички в комбайні проходить при збиранні машинами брального типу. Необхідність такої операції, як вирівнювання головок в машині призводить до складності механізму вирівнювання, нестабільності процесу обрізання гички Досить часто коренеплоди обриваються внаслідок різного стану гички. І крім того неможливо досягти необхідної чистоти відокремлення лише за рахунок одного обрізання, яке не забезпечує залишків гички в межах допустимої норми (5%) при оптимальних відходах цукроносної маси. Саме з цієї причини даний спосіб відокремлення гички від коренеплодів широкого застосування не здобув.

Спосіб зрізання гички на пні набув навпаки самого широкого розповсюдження і застосовується майже в усіх машинах для збирання гички проте з конструкторськими та технологічними змінами залежно від потреб та технічних вимог.

Серед найбільш поширених технологічних схем відокремлення гички цукрових буряків від головок коренеплодів можна виділити такі:

1. Зріз гички на фіксованій висоті (безкопірний зріз) активними роторними пристроями з послідуючим доочищенням головок коренеплодів гнучкими елементами.

2. Зріз гички на фіксованій висоті сегментним ножем, який рухається зворотно-поступальним чином, копіювання головок коренеплодів по висоті з наступним дообрізанням пасивним ножом. Доочищення гнучкими елементами.

3. Копіювання головки коренеплоду на висоті з послідуючим обрізанням гички з частотою головки. Доочищення одно - чи дводольними доочисниками головок коренеплодів.

На технологічні схеми гичкозбиральних машин значним чином впливає те, що відокремлену гичку збирають оскільки вона придатна на корм худобі. Проте існує і спосіб коли зрізану гичку розкидають по полі в якості добрив. Це

значно спрощує конструкцію машини і в свою чергу підвищує надійність роботи машини.

Головним недоліком відокремлення гички від головки коренеплодів є те, що одним зрізом чистота головок коренеплодів не забезпечується. Це призвело до застосування доочисників головок коренеплодів. Доочищення головок коренеплодів базується на принципі різниці у показниках міцності гички та головки коренеплоду. Можливості щодо конструювання доочисників головок коренеплодів та технологічного процесу їх роботи дуже широкі.

Значного розповсюдження набули одно- та двовальні доочисники із гумовими чи гумометалевими робочими органами, котрі рухаються вздовж рядка і обертаються в протилежний бік руху агрегату. Основна складність доочисників полягає в тому, що висота головки коренеплоду знімається, а залишковий запас міцності зв'язку гички з коренеплодом досить великий. З іншого боку, якщо зусилля робочого органу доочисника буде великим це призведе до вибивання коренеплодів та їх пошкодження.

Доочисники головок коренеплодів можна застосовувати, як в агрегаті із гичкозрізувальною машиною так і окремо.

Для порушення зв'язку коренеплодів із ґрунтом безпосередньо перед викопуванням проводять глибоке рихлення міжрядь, проте якщо ґрунти сипучі, то цього можна і не робити.

Викопування коренеплодів проводиться за наступними технологіями:

1. Підкопування і забір коренеплодів викопуючими органами та передача їх на сепаруючі робочі органи. Після очищення коренеплодів від землі вони направляються в бункер - накопичувач чи в поруч їдучий транспортний засіб.

2. Підкопування та вкладання коренеплодів в валок з послідуючим підбиранням спеціальним підбирачем.

Коли забрудненість вороху коренеплодів землею значна, то віддають перевагу другому способу. В цьому випадку коренеплоди краще перетрушуються, підсихають і очищаються від землі. Хоча конструкція

викопуючої машини при цьому значно простіша, ніж у першому випадку, до неї додається підбирач коренеплодів, який має складну будову.

Підбирач потрібний і тоді, коли збирання проводиться перевалочним чи потоково-перевалочним способом.

Викопування коренеплодів цукрових буряків проводиться самохідними машинами.

Технологічний процес роботи всіх викопуючих машин майже аналогічний. Основною відмінністю даних машин є конструктивні особливості робочих органів. Загалом викопуючі органи за своєю конструктивною схемою поділяються на наступні типи: лемішні, ротаційні (дискові), вібраційні та комбіновані.

Серед існуючих типів викопуючих робочих органів найбільш універсальними вважаються (дискові). Саме вони набули широкого застосування.

2.2 Огляд вітчизняних машин для збирання буряків

До вітчизняної гичкозбиральної техніки відносяться машини БМ-6 та модернізована БМ-6А, БМ-6Б, МБП-6, МБК-2,7, а також одно - та двовальні очисники ОГД-6.

Машини БМ-6 і БМ-6А аналогічні і відрізняються лише тим, що друга простіша за конструкцією і надійніша в роботі. Гичкозбиральна машина призначена для зрізання гички перед викопуванням коренеплодів із землі. Використовується в основній зоні буряківництва на посівах буряків з міжряддями 45 см. Агрегатується з тракторами класу 1,4 і 2. Робочі органи машини розділено на два потоки, кожний із яких обрізає гичку з трьох рядків і транспортує її на поперечний транспортер, який вивантажує гичку в поруч їдучий транспортний засіб. Привід робочих органів від ВВП трактора. В транспортне положення машина переводиться за допомогою гідроциліндрів. Робоча швидкість 5-9 км/год. [17, 19].

Дана машина загалом задовольняє стандартні вимоги, що ставляться до

очищення гички, проте в певних випадках можливі відхилення від заданих



Рисунок 2.1 - Гичкозбиральна причіпна 6-рядна машина БМ-6 Б

параметрів. Так, наприклад, при розташуванні головок коренеплодів на рівні



Рисунок 2.2 - Машина гичкозбиральна причіпна МБП-6



Рисунок 2.3 - Гичкозбиральна машина МГ-6

Рисунок 2.4 – Двохвальний очисник гички ОГД-6К

Таблиця 2.1 - Характеристики гичкозбиральних машин

Модель	**БМ-6 Б**	**МГ-6**	**МБП-6**
Продуктивність, га/год	1,4 — 2,16	1,0—1,6	1.13-2.16
Робоча швидкість, км/год	5,1 —8	4 — 6	6.6-8.0
Робоча ширина захвату, м	2.70	2.70	2.70
Кількість рядків, шт.	6	6	6
Габаритні розміри, мм	7200х4700х3550	7100х4700х3350	--
Маса, кг	3050	2440	3300

ґрунту, або нижче рівня ґрунту, неможливий зріз в зоні вічок, а поширений

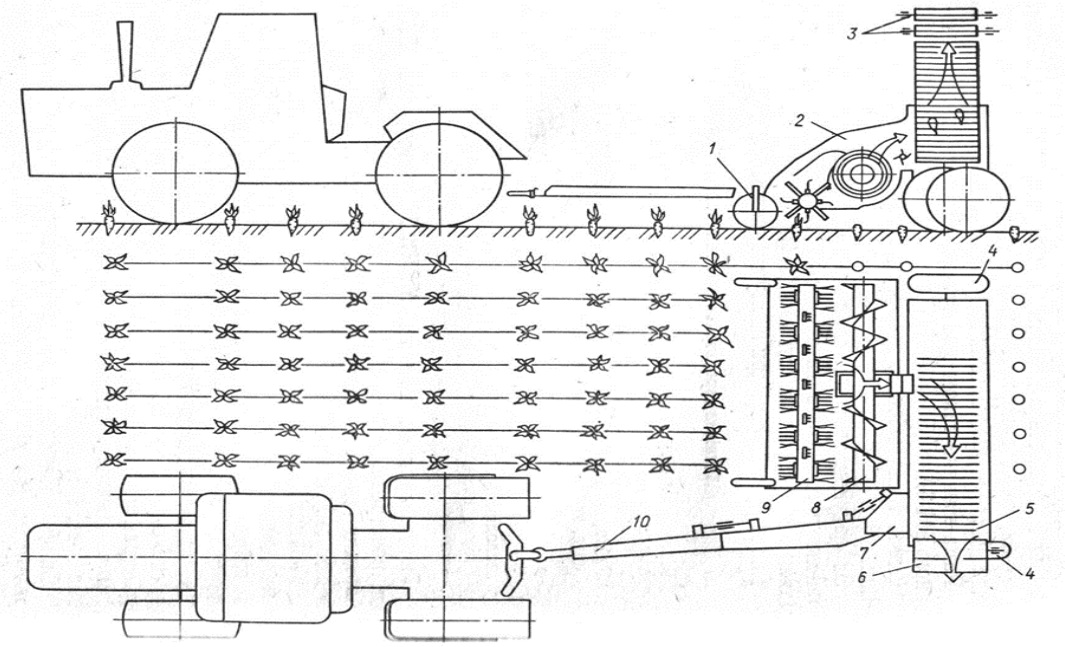


Рисунок 2.5 - Технологічна схема гичкозбиральної машини МБК-2,7:
1- копіювальні колеса; 2- гичкозрізувальний аппарат; 3- завантажувальні барабани; 4- ходові колеса; 5- завантажувальний транспортер; 6- дифлектор; 7- основна рама; 8- шнек; 9- ротор гичкоріза; 10- сниця

а

б

Рисунок 2.6 – Копач валкоутворювач БЗК-01 (*а*) і підборщик навантажувач БЗК-02 фірми БОРЕКС

а *б*

в

Рисунок 2.7 – Самохідна шестирядна коренезбиральна машина КБ-6 (*а*), причіпна коренезбриральна машина МКП-4 (*б*) і двохрядний причіпний бункерний комбайн КБ-2 (*в*) Тернопільського комбайнового заводу

зріз призводить до збільшення кількості залишків гички у воросі коренеплодів. Опускання ножа на рівень ґрунту призводить до забруднення гички землею, а ножі швидко затупляються, що в свою чергу погіршує якість обрізання. При безкопірному зрізі відходи цукроносної маси зменшаться проте забрудненість вороху коренеплодів залишками гички збільшиться, тому при будь-якому способі важлива правильна організація роботи та технологічного процесу.

Для збирання коренеплодів використовуються коренезбиральні машини РКС-6, МКК-6, РКМ-6, КС-6, КС-6Б, КС-6В і навантажувачі буряків СПС-4,2 різних модифікацій. Це шестирядні збиральні машини, призначені для збирання цукрових буряків, посіяних з шириною міжряддя 450 мм. На поливних землях, де цукрові буряки вирощуються з шириною міжрядь 600 мм, використовується аналогічний комплекс машин з шириною захвату для 4-

х рядків. Робоча швидкість цих збиральних машин знаходиться в межах 5 – 7,2 км/год, теоретична продуктивність за годину чистої роботи знаходиться в межах 1,0 – 2,1 га/год.

2.3 Огляд конструкцій закордонних бурякозбиральних машин

Як показали дослідження етапів розвитку механізованої технології збирання цукрових буряків і гички зокрема, загальна тенденція розвитку механізації процесів буряківництва аналогічна в усіх бурякосіючих країнах. Є звичайно свої відмінності, як в конструкціях машин, так і в схемі технологічного процесу.

В більшості західноєвропейських країнах з розвинутим виробництвом цукрових буряків рівень механізації збирання перевищує 95%. Найбільш широко використовується техніка представлена одно-, дво-, багаторядними комбайнами, як причіпними, так і самохідними. Для дво- і трифазного збирання використовується комплекс машин. Найбільше поширення отримали дворядні бункерні комбайни для однофазного збирання, а також шестирядні машини.

Рисунок 2.8 – Причіпний дворядний бурякозбиральний комбайн J 200 фірми JUKO

Рисунок 2.9- Причіпний дворядний бурякозбиральний комбайн V 202 фірми STOLL

Рисунок 2.10 - Причіпний дворядний бурякозбиральний комбайн KRB\S 212 фірми TIM

В Австрії, Німеччині, Швейцарії переважають одно- і трирядні машини. В Німеччині до 80-х років парк бурякозбиральних машин в основному був представлений однорядними бункерними комбайнами, які збирали 80% всього урожаю цукрових буряків в країні. На даний час розширяється використання трьох рядних машин марки “Шматцер Р-3”. Це самохідний комбайн з бункером на 6 т коренеплодів. Він обладнаний роторним очисником головок коренеплодів. Крім того визначне місце займають шестирядні машини.

Рисунок 2.11 – Самохідний трьохрядний бурякозбиральний комбайн В/3 фірми P. BARIGELLI & C

Рисунок 2.12 - Самохідний шестирядний бурякозбиральний комбайн TERRA DOS фірми HOLMER

В Франції близько 90 % цукрових буряків викопується шестирядними машинами. Переважно це шестирядні комбайни і агрегати, що одночасно збирають гичку і коренеплоди з їх завантаженням в транспортний засіб чи накопиченням в бункері. Процес обрізання гички в комбайнах фірми “Мотро” протікає наступним чином: ротор з горизонтальною віссю обертання і шарнірно закріпленими ножами попередньо подрібнює високо обрізану гичку, потім пасивний ніж з гребеневим копіром проводить дообрізання, а далі

розміщені еластичні лопаті доочищають головки коренеплодів. (Рис.2.5). Обрізання гички в машинах фірми “Erio” відрізняється лише тим, що за горизонтальним валом з ножами розміщено доочисник з (ножами) еластичними, а вже потім пасивний ніж з гребінчастим копіром. Аналогічні робочі органи застосовуються і на машинах фірми “Morro”.

В Великобританії застосовують одно -, три -, п’яти - та шестирядні машини. Переважно використовують трирядні з фронтальною навіскою копача.

Гичкозрізувальний пристрій представляє собою ніж попереднього зрізу за яким розміщені послідовно пристрій для доочищення та копіюючий пристрій з ріжучим апаратом роторного типу (робоча частина має профіль головки коренеплоду). Гичка подрібнюється і розкидається по полі.

В Голландії найпоширеніший комбайн для збирання коренеплодів “VICON”. Даний комбайн призначений для збирання урожаю цукрових буряків. Він же попередньо зрізає гичку.

Зрізаючі і викопуючі робочі органи розташовані фронтально. Зрізаючий апарат являє собою активний копір, далі іде пасивний ніж, а за ним доочисник головок коренеплодів роторного типу. Для збирання коренеплодів наявний бункер на 3,5 т.

В США останнім часом розробляються машини, ширина яких складає 6 рядків. Найпоширеніший комбайн фірми “PARMA”. Ширина захвату його 6 рядків, буряки збираються в бункер-накопичувач.

Найбільш поширеним в Швеції є самохідний шестирядний комбайн А-500 фірми ”Volvo”. Гичка та коренеплоди вкладаються у валок. Валок здвоєний з 12 рядків, який підбирається спеціальним навантажувачем.

Зрізана гичка забирається шнеком. Очисник даного комбайна являє собою набір бичів, що коливаються з частотою 600 ударів за хвилину та амплітудою 160 мм.

На сьогодні на Україні працюють бурякозбиральні комбайни фірми “Моро”. Завдяки високій надійності цих машин та комфортним умовам для

обслуговуючого персоналу сезонний наробіток на одну машину становить 600 – 800 га.

Водночас вартість зарубіжної техніки досить висока – в 4-5 разів перевищує ціну вітчизняних машин. Тому її ефективне використання може бути досягнуто лише в умовах збирання буряків із високою врожайністю та при достатньому річному завантаженні.

Наприклад, при існуючій вартості машини “LECTRA-4005” її використання на збиранні цукрових буряків із врожайністю 15 т/га супроводжується прямими експлуатаційними затратами в розмірі 14,0 – 22,8 грн./т. Крім того, на площах з дрібними коренеплодами (діаметр до 40 мм) можуть підвищуватися втрати врожаю.

При врожайності 30 т/га показник становить 7,1 – 10,9 грн./т, а при 80 т/га він зменшується до 2,66 – 4,09 грн./т.

Бурякозбиральний французький самохідний комбайн М-41 фірми “Матро” також дедалі ширше застосовується на полях України. Хоча вважають, що комбайн М-41 має переваги перед вітчизняним бурякозбиральним комплексом КС-6Б + БМ-6А, проте, як показують дослідження, ці переваги досить важко реалізувати при низькій урожайності цукрових буряків, підвищеній кількості дрібних коренеплодів, значній нерівномірності розміщення буряків по довжині рядків, тобто в умовах, близьких до тих, що складаються у багатьох наших господарствах щороку.

Комбайн М-41 має двигун потужністю 270 к.с., обладнаний двигунами на передньому і задньому мостах, що забезпечує гідростатичну передачу на хід. Усі чотири колеса привідні, кермо комбайна гідростатичне. Комбайн забезпечений бункером місткістю 4,5 м^3, що робить його менш залежним від транспорту. Копачем Матро є пасивний диск разом з лемехом, що розташовуються з різних боків рядка і самоспрямовуються вздовж нього. Гичкозрізувальний апарат – роторного типу і складається із переднього валу зі сталевими ножами і встановлених послідовно шести пасивних дообрізувачів

головок коренеплодів. Глибина ходу копачів і висота розташування гичкозрізувальника регулюються з кабіни машиністом чи автоматично.

На якість роботи машини значний вплив має агрофон. У першому випадку біологічна врожайність буряків, що вирощувалася за французькою технологією, складала 45 т/га і забезпечувалася, поряд з іншим, такими чинниками [4]:

- вирівняність поверхні ґрунту і якісна підготовка його до сівби була забезпечена повнообертовими плугами і культиваторами західноєвропейських фірм;

- використання пневмосівалок і дражованого насіння кращих сортів надало можливість одержати на період збирання врожаю достатню кількість рослин при високій рівномірності розміщення їх по довжині рядка (середня відстань між коренеплодами складала 21 см, кількість – 105 тис. шт./га за коефіцієнтом варіації 65 %).

- необхідні засоби захисту рослин вносилися французькими обприскувачами, що забезпечило незначну забур'яненість посівів.

На такому сприятливому агрофоні результати роботи комбайна М-41 були такі: загальна кількість слабо і дуже пошкоджених коренеплодів складає 23,6% (проти 28 % по агротехнічних вимогах) при 3 % зеленої маси у воросі, маса втрачених коренеплодів складає 2,8 % проти 1,5 % допустимих за вимогами.

У другому випадку якість роботи машини визначалася на фоні урожайності цукрових буряків 28 т/га, вирощених в звичайних на сьогодні господарських умовах. Маса коренеплодів, втрачених комбайном М-41, зросла майже вдвічі порівняно з даними першого досліду і достовірно перевершила показник втрат коренезбиральної машини КС-6Б (5,3 % проти 4,9 %).

Першою з причин є недостатня вирівняність поверхні ґрунту після оранки і, як наслідок, наявність поперечних борозен. Останнє спричинює збільшення втрат коренеплодів, особливо у вигляді невикопаних (1,5 %), бо

база комбайна М-41 (5,05 м) значно довша порівняно з КС-6Б (3,85 м), і тому навіть автоматичне коригування глибини ходу копачів у ґрунті не дає бажаного результату.

Другою причиною втрат при урожайності 20 – 28 т/га є недостатня пристосованість копача такого типу до викопування середніх, і особливо дрібних коренеплодів, які "проковзують" через копач. А зменшення зазорів між пасивним диском і лемішем пов’язане зі збільшенням кількості пошкоджень.

Гичкозрізувальний апарат комбайна М-41 поступається також перед БМ-6А за показником кількості зеленої маси у воросі коренеплодів (3,5 % проти 3,1 %), бо обладнаний тільки пасивним дообрізувачем і не має доочисника головок коренеплодів.

До недоліків слід віднести подрібнення гички і розкидання її по полю. Використання вітчизняних гичкозбиральних машин спільно з комбайном Матро значно ускладнене технологічно й організаційно, адже його вивантажувальний елеватор коренеплодів розташований справа.

Безперечною перевагою комбайна М-41 є значний змінний виробіток (до 15 га), що досягається підвищенням робочої швидкості завдяки потужному двигуну і наявності бункера. Але водночас він поступається бурякозбиральному комплексу БМ-6А + КС-6Б витратою палива (43 проти 35 л/год.), що в умовах нинішньої енергетичної кризи стає суттєвим недоліком.

З машин німецької фірми “Ф. Кляйне” на Україні використовуються копачі-валкоутворювачі Р6 в агрегаті з трактором МТЗ-82, підбирач валків Л6 з трактором МТЗ-80, навісна на трактор ХТЗ-120 машина КР-611, самохідний бункерний комбайн СФ-10. Як показує проведений аналіз [10], показник питомої матеріаломісткості агрегатів у всіх варіантах суттєво не відрізняється, хоча є і дещо нижчим для вітчизняного комплексу БМ-6Б + КС-6Б і комбайна СФ-10. Але за показником питомої енергонасиченості вітчизняний комплекс програє перед комбайном СФ-10 (125,6 кВт.год/га проти 114,2) і значно більше

- перед машиною КР-6 II, навішеною на перспективний просапний трактор ХТЗ-120 (96,8 кВт.год./га).

Якщо порівнювати ціни на технічні засоби збирання цукрових буряків, то вигідним є варіант з 3-фазовим збиранням (1260 грн/кВт), коли гичка

Рисунок 2.13 - Шестирядний бурякозбиральний комбайн SF 40 фірми FRANZ KLEINE

Рисунок 2.14 - Шестирядний бурякозбиральний комбайн М 400 французької фірми MATROT FRANCE

зрізується агрегатом МТЗ-80 + БМ-6Б і розкидається по полю, головки коренеплодів доочищує ОГД-6 в агрегаті з МТЗ-80, а коренеплоди викопуються у валок причепленим за МТЗ-82 німецьким копачем Р6 і підбираються з валка та навантажуються німецьким підбирачем Л6 в агрегаті

з трактором МТЗ-80 [4]. Але цей комплекс не надто відрізняється від вітчизняного комплекса для роздільного збирання БМ-6Б + КС-6Б.

Серед машин датської фірми ТІМ можна виділити самохідний 6-ти рядковий комбайн для збирання цукрового буряку SR-2500. На комбайні встановлено двигун потужністю 354 к.с. (фірми Мерседес) з витратами пального 35 – 45 л/год. в залежності від умов збирання. Бункер для коренеплодів ємкістю 25 $м^3$ (приблизно 18 т). Молотковий подрібнювач гички може бути з пристроєм для розкидання гички по полю, або з навантаженням її в причіп. Машина обладнується за вибором дисковими або лемішними вібруючими копачами для ширини міжрядь 45 – 50 см. Система сепарації коренеплодів має загальну довжину близько 12,5 м. Завантажування бункера виконує задній очисний елеватор з автоматичним регулюванням висотою і швидкістю для зниження пошкоджень буряків. Розвантажувальний елеватор виконано з максимальною розвантажувальною висотою 3600 мм. Продуктивність машини близько 1 га/год.

Аналіз якості роботи вітчизняних і закордонних машин на збиранні цукрових коренеплодів показує, що при високій урожайності і хорошому агрофоні переваги закордонних машин відчутні і їх використання економічно вигідне. Але при низькій урожайності, забур’яненості і невирівненості полів кращі показники мають вітчизняні комплекси машин. Тому подальші роботи слід направити на вдосконалення вітчизняних машин для їх роботи на високих врожаях цукрових буряків. Крім того, ціна вітчизняної техніки в декілька разів нижча за їх закордонні аналоги.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ПАТЕНТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для вибору оптимального напрямку удосконалення машини для доочистки коренеплодів від гички проводимо патентний аналіз аналогів і прототипів.

З метою забезпечення копіювання очисними секціями головок коренеплодів і підвищення якості їх очищення від гички розроблено очисник головок коренеплодів ((рис. 3.1 – 3.6) [10], який складається з горизонтального валу 1, розташованого в підшипникових вузлах 2. На валу 1 жорстко розташовані кронштейни 3, в яких встановлені втулки 4. В отворах втулок 4 діаметрально розташовані осі 5, на яких встановлені дугоподібні очисні секції, виконані у вигляді паралельно розташованих двох дугоподібних секторів 6, жорстко з'єднаних між собою пластинчатими ножами 7. Кожна очищувальна секція підтиснута в сторону осі обертання валу 1 двома пружинами розтягу 8 (по одній на кожен сектор). Пружини 8 з однієї сторони закріплені на кінці дугоподібних секторів, а з іншої сторони на планках 9, жорстко закріплених на валу 1.

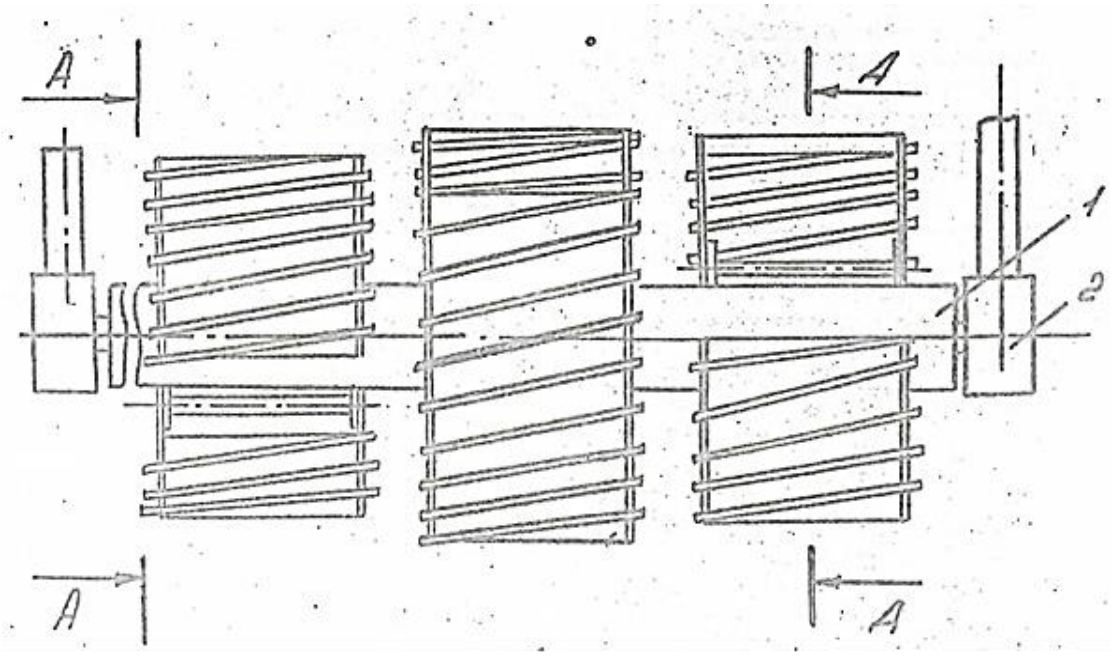


Рисунок 3.1 - Очисник головок коренеплодів, вид зверху [10]

Кожна секція взаємодіє з упором 10, виконаним за одне ціле з кронштейном 3. З метою зменшення величини ударних навантажень при поверненні назад очисних секцій при дії відцентрових сил, на упорах 10 закріплені гумові прокладки 11.

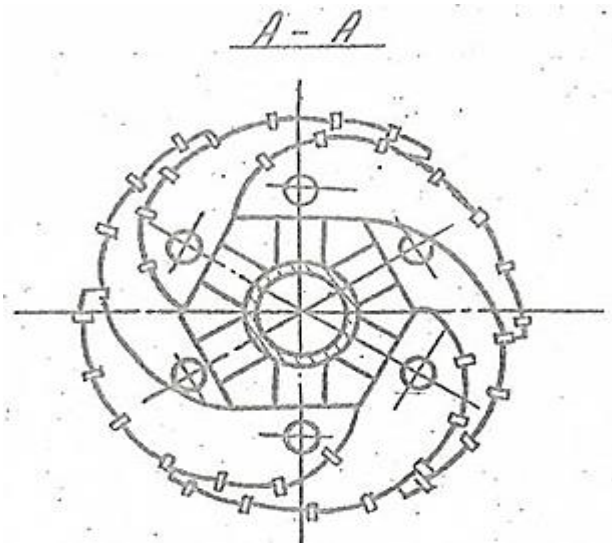


Рисунок 3.2 – Перетин А-А на рис. 3.1

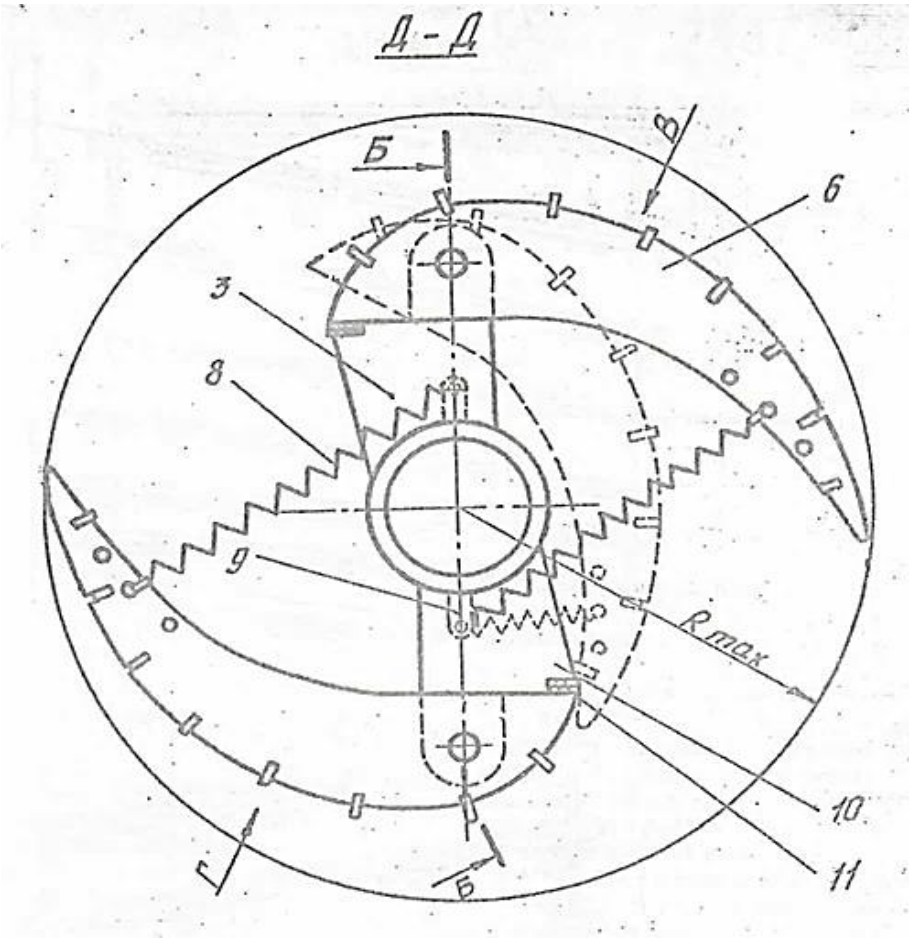


Рисунок 3.3 – Перетин по Д-Д на рис. 3.1

З метою зменшення сили різання, а також зменшення ступеню пошкоджень коренеплодів, пластинчасті ножі 7 встановлені під кутом α (рис. 5) до осі повертання очисних секцій.

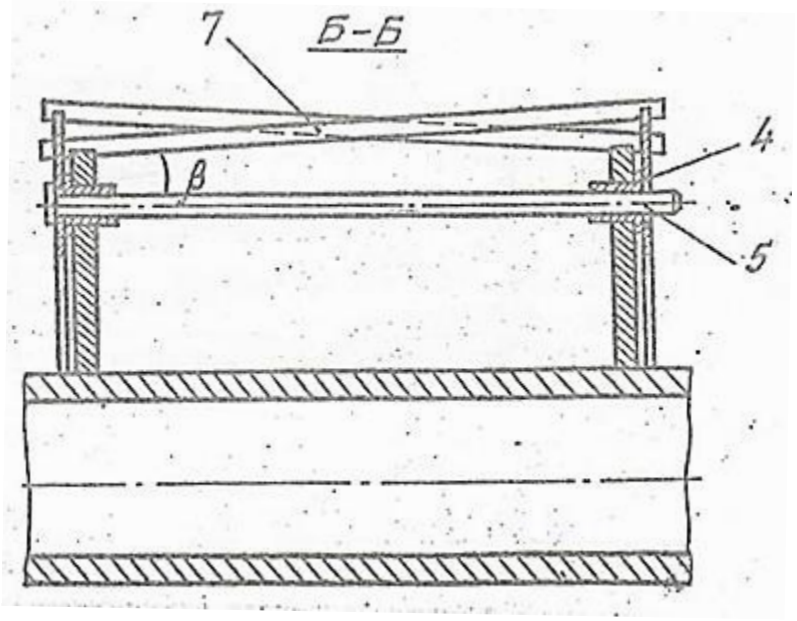


Рисунок 3.4 – Перетин по Б-Б на рис. 3.3

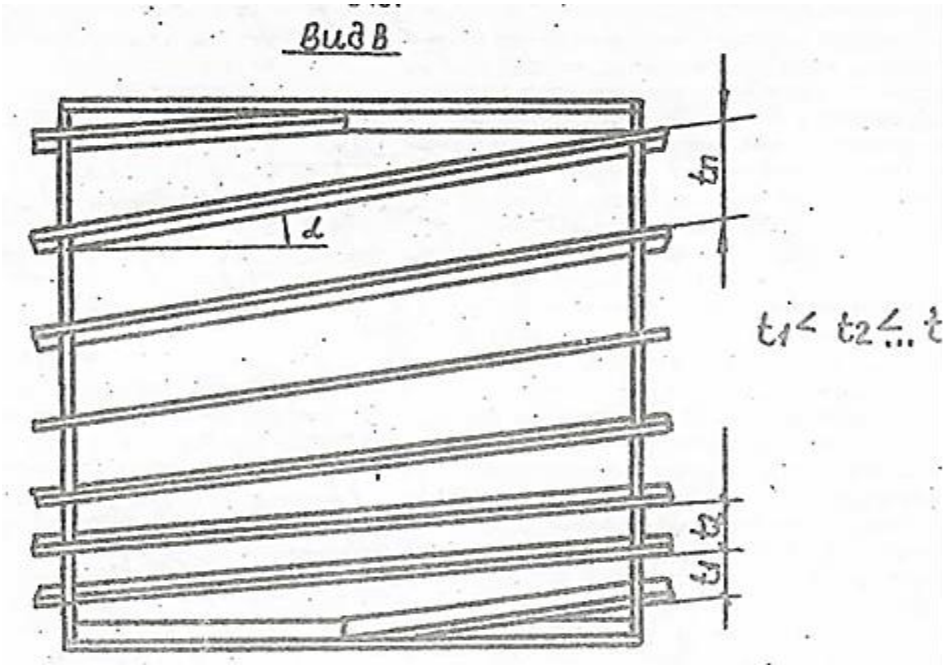


Рисунок 3.5 – Вигляд по В на рис. 3.3

Для покращення якості очищення головок коренеплодів від залишків гички, на очисній секції пластинчасті ножі 7 в черговому порядку розташовані під різнонаправленими кутами β (рис. 4) до її осі повертання (дозволяє

копіювати напівкруглу головку коренеплоду), а на діаметрально протилежних очищувальних секціях пластинчасті ножі 7 встановлені під різно-направленими кутами (рис. 3.5 і 3.6).

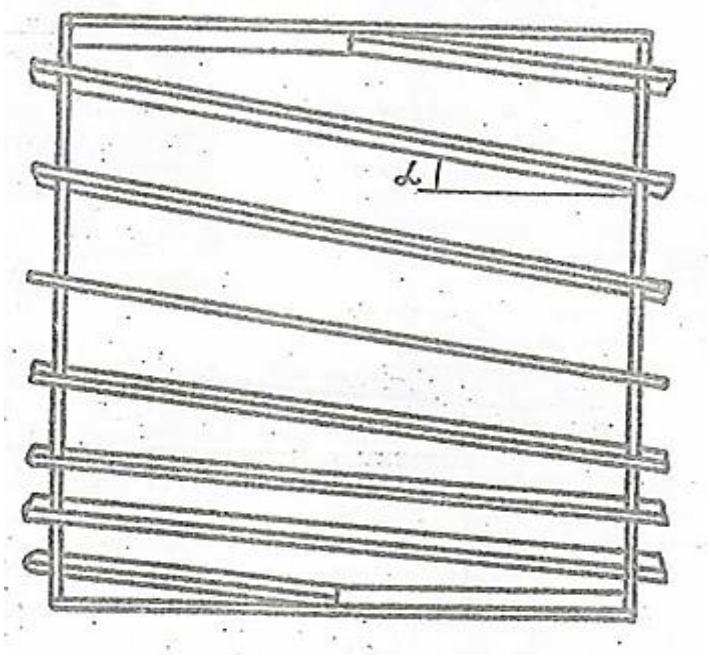


Рисунок 3.6 – Вигляд по Г на рис. 3.3

З метою зменшення енерговитрат при переміщенні робочих органів між коренеплодами, на очисних секціях по мірі зближення з їх вільним кінцем, робочі кромки пластинчастих ножів 7 зміщені відносно зовнішньої поверхні дугоподібних секторів до внутрішньої (рис. 3.5).

Для підвищення очисної здатності робочого органу пластинчасті ножі 7 встановлені із змінним кроком t, який зменшується в сторону вільних кінців очисних секцій (рис. 3.5).

Працює очисник головок коренеплодів наступним чином. При переміщенні очисника вздовж рядків коренеплодів і обертанні валу, очисні секції взаємодіють з головками коренеплодів, звільняючи їх від залишків гички. При взаємодії очисних секцій з головками коренеплодів, секції провертаються навколо осей 5, копіюючи при цьому кожен коренеплід.

Виконання очисних секцій у вигляді паралельно розташованих двох дугоподібних секторів 6, жорстко з’єднаних між собою пластинчастими

ножами 7 забезпечує можливість очищення головок коренеплодів шляхом фрезерування металевими очисними робочими органами.

При роботі очисника сили пружності двох пружин розтягу 8 частково компенсують відцентрову силу, яка досягає 200…300 кг при n=600…800 хв$^{-1}$, підтискуючи очисну секцію в сторону осі обертання валу. Регулювання сил пружності пружин розтягу 8 відбувається шляхом переставлення однієї сторони пружини 8 з одного отвору сектора 6 в інший (рис. 3.3), що дозволяє вибрати оптимальні режими роботи очисника.

Відоме технічне рішення, створене з метою зменшення вибивання коренеплодів з ґрунту при очищенні залишків гички [11] згідно з яким очисник виконано з горизонтального вала 1 (рис. 3.7), на якому встановлені жорсткі диски 2 з радіальними надрізами 3. По периферії радіально надрізаних і відігнутих частин 4 жорсткого диска 2 закріплені П-видні гнучкі елементи 5, які складаються з короткої внутрішньої частини 6 і довгої зовнішньої частини 7 і закріплені на частинах 4 своєю поличкою під кутом до площини частин 4.

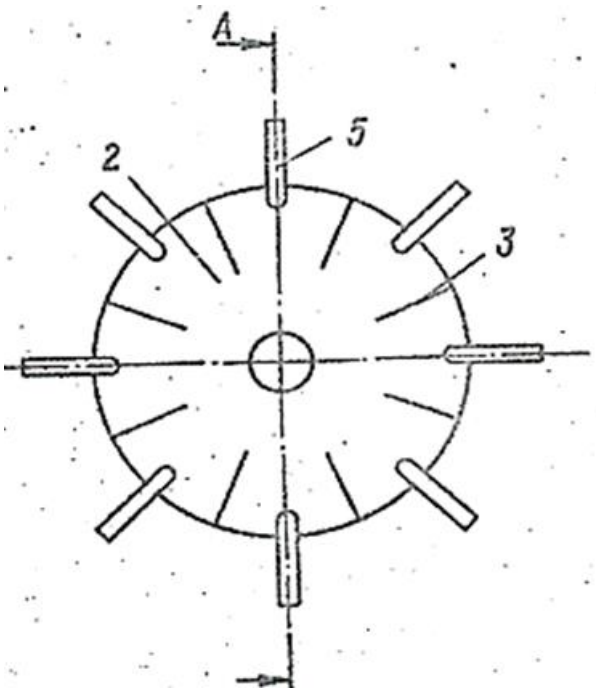
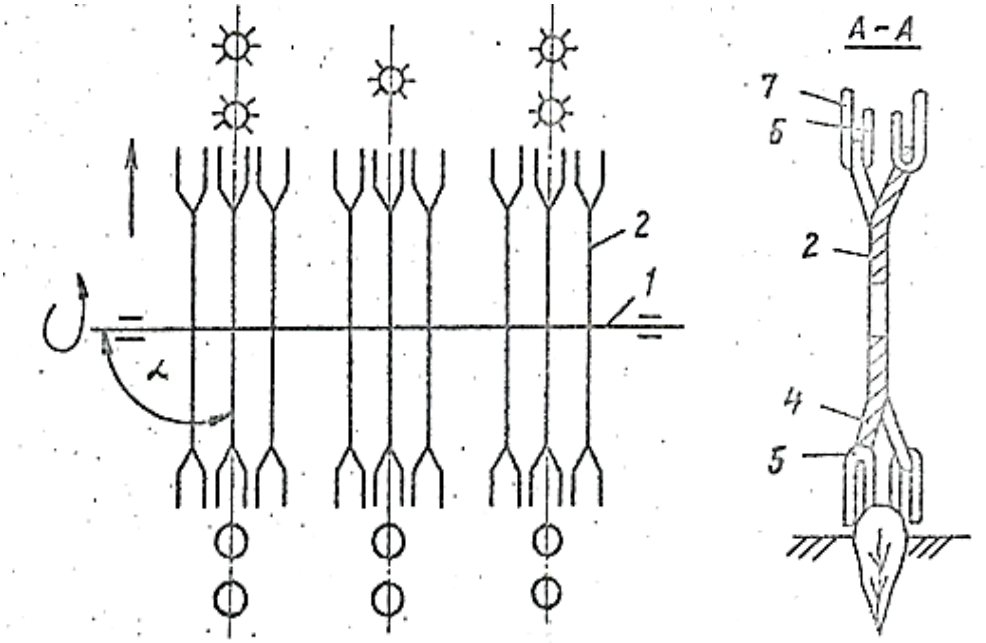


Рисунок 3.7 - Очисник головок коренеплодів від залишків гички [11], вид збоку

Очисник працює наступним чином. Вал 1 з жорсткими дисками 2 обертаються і і гнучкими очисними елементами 5 зчісують залишки гички з

головок коренеплодів. В зв'язку з тим, що головки коренеплодів мають конічну або сферичну форму і виступають над поверхнею ґрунту, то коротка внутрішня частина 6 елемента 5 зчісує залишки гички з верхньої частини головки і ближче до її центру, а довша зовнішня частина 7 – з бокових частин коренеплодів. В результаті такої роботи відсутнє вибивання коренеплодів з ґрунту.



а *б*

Рисунок 3.8 - Очисник головок коренеплодів від залишків гички [11], вид зверху (*а*) і переріз А-А на рис. 3.7 (*б*)

З метою підвищення продуктивності і якості очистки коренеплодів від залишків гички, зменшення енергозатрат на очищення розроблена схема очисника головок коренеплодів [12], який містить вал 1 (рис. 3.9) на якому по гвинтовій лінії паралельними рядами, які орієнтовані вздовж осі валу, розміщені очисні елементи, виконані у формі бичів 2, в робочій кінцевій частині яких прикріплені накладки 3 з допомогою заклепок 4. На валу 1 бичі 2 з накладками 3 кріпляться прижимами 5. При цьому, перша відносно кінця бича накладка, а наступні – одна від одної мають довжину, що зменшується в напрямку обертання вала на величину

$$l = \frac{b}{tg\frac{\alpha}{2}},$$

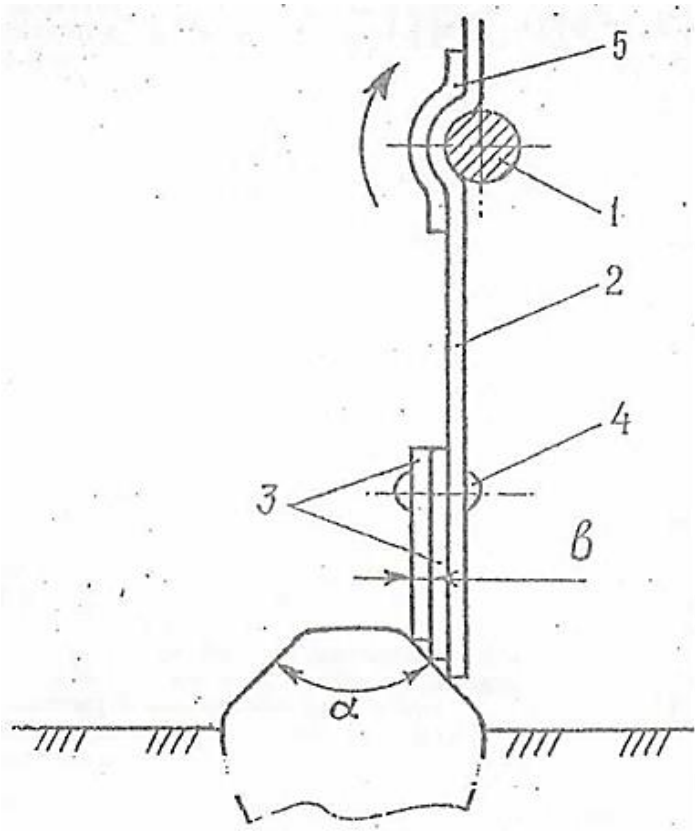


Рисунок 3.9 - Схема роботи очисника коренеплодів [12], вид збоку

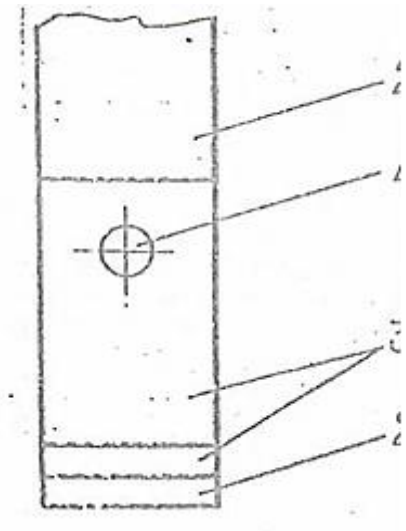


Рисунок 3.10 - Вид очисника головок коренеплодів у напрямку, протилежному напрямку руху

де l – величина, на яку зменшується довжина накладок: першої відносно кінця бича, а наступних – одна відносно одної в напрямку обертання вала;

b – товщина бича;

α – кут конусності головки коренеплоду.

Очисник головок коренеплодів працює наступним чином. Гичкозбиральна машина, обладнана очисним валом 1з бичами 2 рухається вздовж рядків цукрових буряків. При цьому залишки гички після проходу гичкорізальних апаратів доочищаються очисником головок коренеплодів. В зв'язку з тим, що довжина кінців бича 2 і накладок 3 зменшується в напрямку обертання вала, а отже, вони мають різний радіус обертання відбувається очищення всієї поверхні головки коренеплоду шляхом порційного видалення залишків гички кінцем бича і кожною з накладок, незалежно від висоти розміщення головок коренеплодів над поверхнею ґрунту. Розміщення бичів по гвинтовій лінії дає можливість вимітати залишки гички і бур'янів з очищених рядків і міжрядь на зібрану частину поля.

Для зниження кількості завалених коренеплодів пропонуються також пристрої [13], що мають еластичні елементи, які підтримують коренеплоди під час дії на них активних робочих органів (рис. 3.11).

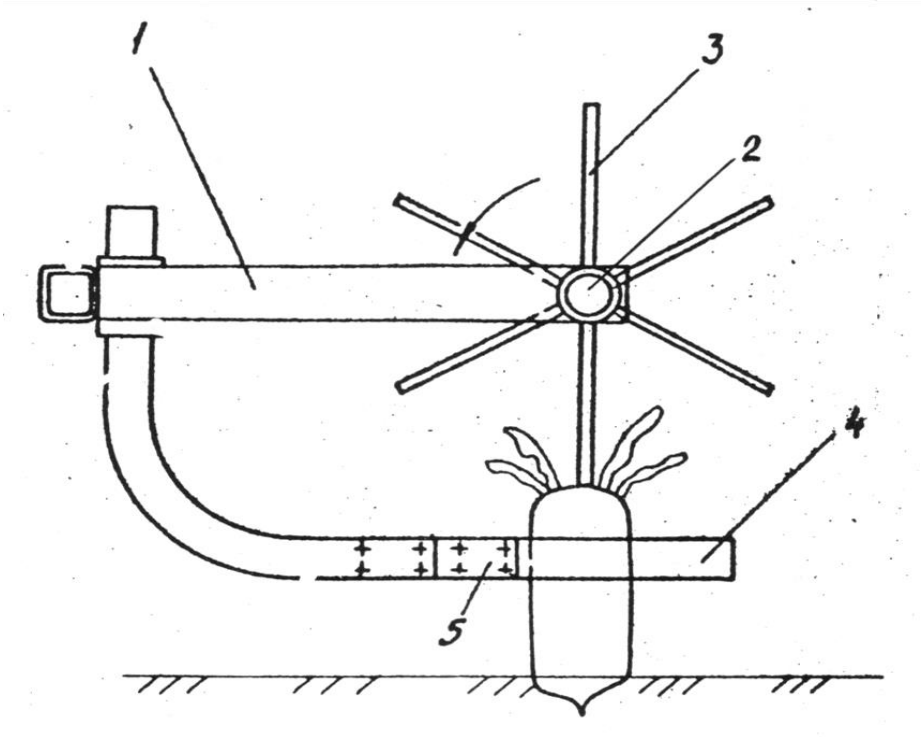


Рисунок 3.11 - Схема очисника коренеплодів згідно а.с. № 1782409:
1- рама; 2- вал; 3- робочий орган; 4- еластична пластина; 5- кроштейн

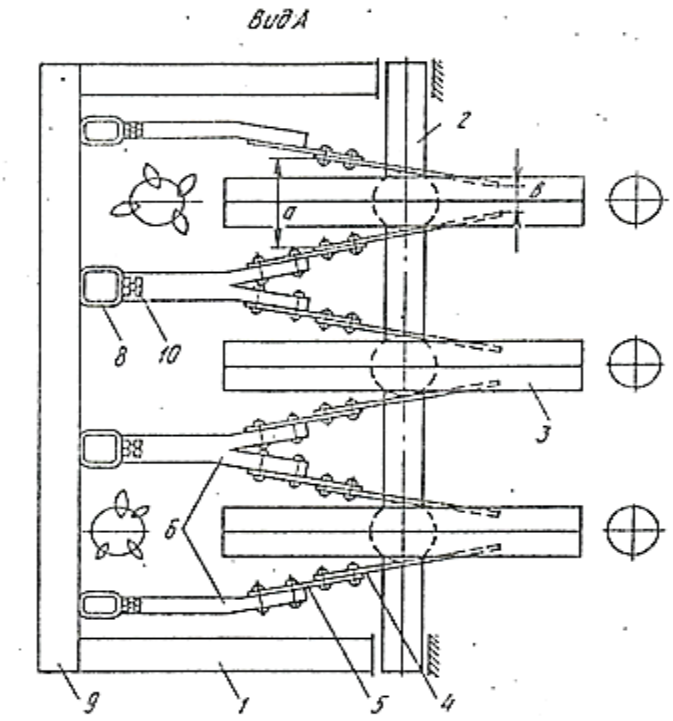


Рисунок 3.12 – Вид А на рис. 3.9

Особливістю такого пристрою є те, що очисник обладнується додатковими еластичними площинами 4, які фіксують коренеплід пружними елементами 5 у вертикальному положенні під час дії на нього активного робочого органу 3, встановленому на валу 2 рами 1.

Недоліком запропонованого пристрою є можливість якісної роботи тільки на вирівняних за розмірами коренеплодах та відсутності рослин в міжряддях коренеплодів.

З метою покращення очистки міжрядь і зменшення енергоємності розроблена схема очисника головок коренеплодів і міжрядь [14], який має раму 1 (рис. 3.13), яка спирається на колеса. Передня частина рами 1 начіпляється на начіпку трактора. На рамі 1 встановлено під кутом до напрямку рядків вал 2 очисника, який приводиться в рух від ВВП трактора.

Над валом 2 встановлено пилозахисний кожух 3 з переднім, верхнім і заднім еластичними екранами. На валу 2 встановлені гнучкі била 4, об’єднані в секції над рядками. Між секціями бил 4 на валу 2 за допомогою планок 5 закріплені робочі органи, виконані у вигляді об’єднаних в пучки щіток 6.

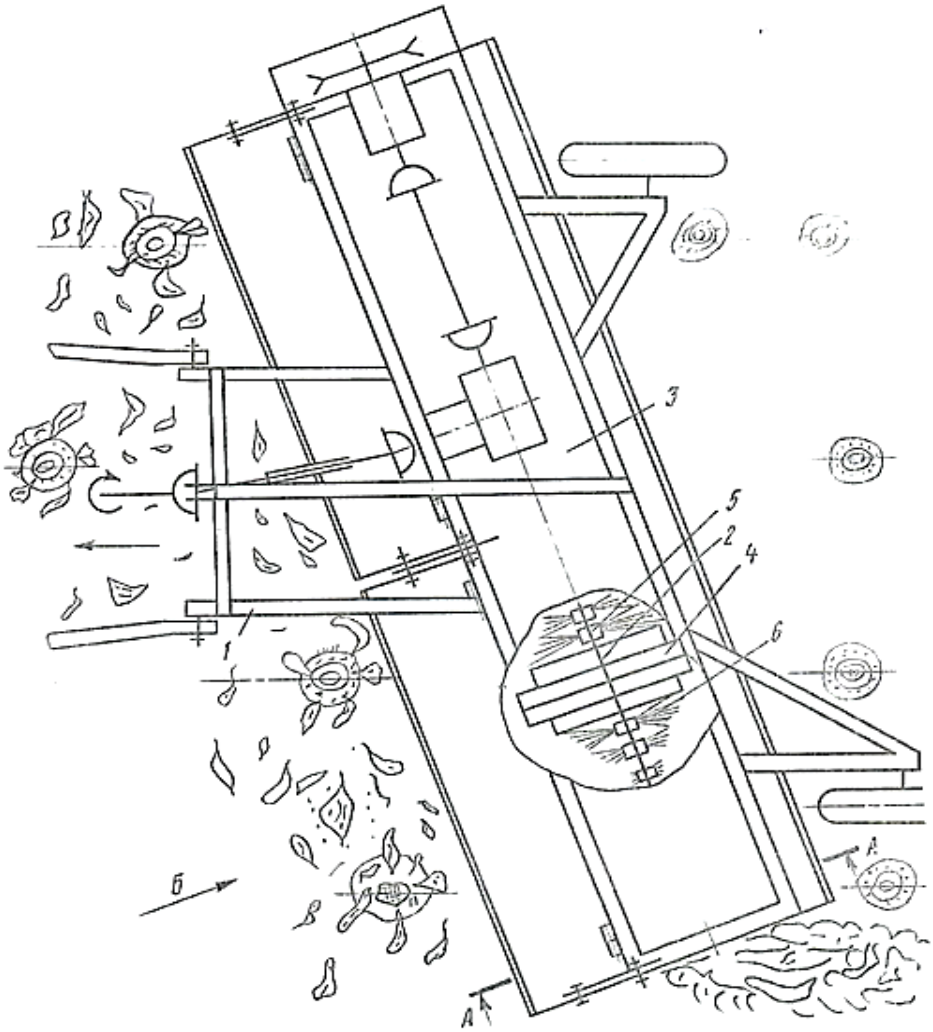


Рисунок 3.13 – Очисник головок коренеплодів [14], вид зверху

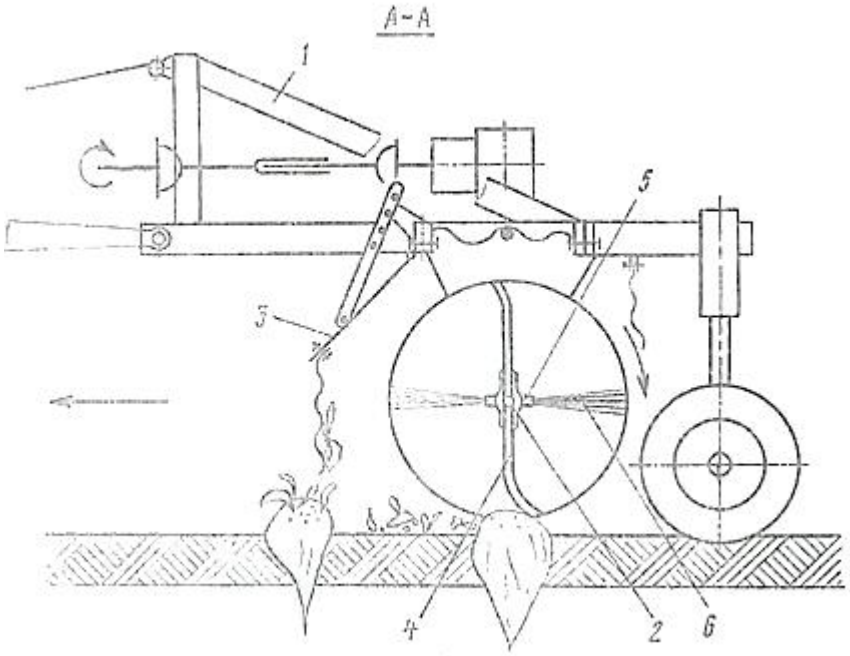


Рисунок 3.14 – Переріз А-А на рис. 3.13

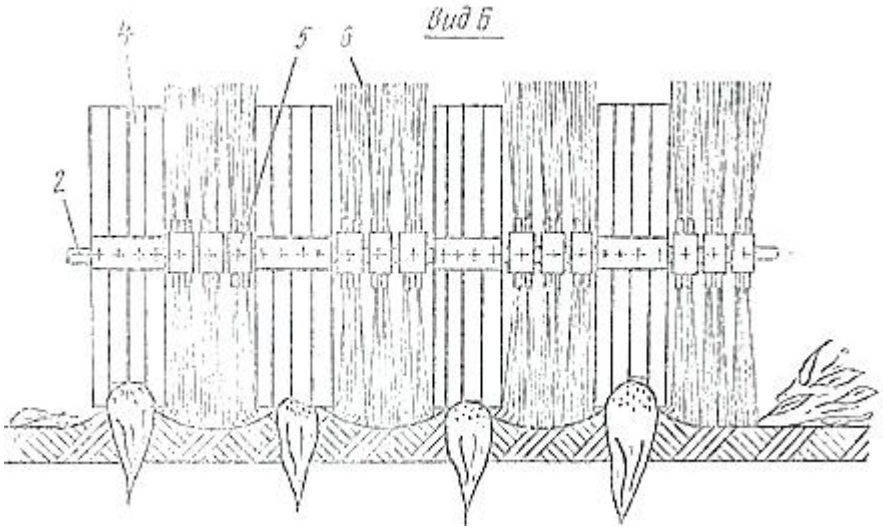


Рисунок 3.15 – Вид Б на рис. 3.13

Довжина щіток 6 перевищує довжину бил 4. Били 4 і щітки 6 закріплені на валу 2 по гвинтовій лінії.

Пристрій працює наступним чином. Під час руху вздовж рядків вал 2, обертаючись зустрічно напрямку руху, обробляє гнучкими билами 4 головки коренеплодів, збиваючи з них залишки гички. Встановлення валу 2 під кутом до напрямку руху і закріплення бил 4 по гвинтовій лінії забезпечує зміщення залишків гички в міжряддя, звідки вони вимітається щітками 6 в бік зібраного поля.

За результатами патентного аналізу вибираємо оптимальний напрямок удосконалення машини для очищення гички цукрових буряків.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

Як бачимо із приведеного вище в основному широкого розповсюдження набули роторні доочисники головок коренеплодів, робочі органи яких рухаються в напрямку протилежному до напрямку руху машини. Вал доочисника розташовується під кутом до осі рядка для видалення залишків гички із зони рядків на вже зібрану частину поля. Даний принцип роботи закладено в технологічну схему доочисника головок коренеплодів ОГД–6, що застосовується для очистки головок коренеплодів в агрегаті з машиною БМ–6А або роздільно. Очисник даної конструкції найкраще задовольняє нормативи агровимог, проте якість роботи не у всіх випадках задовільна. Так, наприклад, основними недоліками очисника ОГД–6 є:

а) швидке зношування робочих органів (лопатей) внаслідок їх тертя до ґрунту;

б) на те ж саме тертя витрачається значна ефективна потужність, що збільшує енергоємність машини;

в) у випадку коли головки коренеплодів високо виступають відносно рівня ґрунту коренеплоди або вибиваються з рядка, або сильно пошкоджуються, що призводить до значних втрат цукроносної маси.

Запропонована конструкція дозволяє уникнути вище вказаних недоліків і цим самим її використання дозволяє покращити роботу доочисника.

Насамперед, внаслідок застосування пристрою для копіювання, виключається тертя робочих органів до землі, внаслідок чого зменшуються витрати ефективної потужності на привід. Завдяки заміні лопатей вилами із дроту значно збільшується термін служби робочих органів. Застосування копіюючого пристрою запобігає вибиванню коренеплодів із землі, а з’єднання пакету бил гумовим пальчиком дозволяє краще копіювати головку коренеплоду і цим самим покращити якість очищення головок коренеплодів

та зменшити залишкову кількість зв’язаної з коренеплодами гички після проходження агрегату.

Розроблений доочисник головок коренеплодів начіпного типу. Агрегатується з тракторами типу класу 1,4 і 2 самостійно або в агрегаті з гичкозрізувальною машиною БМ–6 (БМ–6А).

Доочисник складається із рами 4 (див. лист графічної частини проекту) на якій змонтовано механізм приводу, опорно-копіювальне колесо 9, робочі органи.

Механізм приводу включає: карданний вал 3, редуктор 1 і клинопасову передачу 2.

Робочі органи представленні у вигляді пакетів бил, що кріпляться на валу 8 шарнірно і пристроєм для копіювання 7.

Для запобігання запиленості агрегату робочі органи захищенні (закриті) кожухом 5.

Працює даний агрегат наступним чином: при пересуванні доочисника по полі потужність від ВВП трактора через карданний вал, редукторі клинопасову передачу передається на вал з пакетами бил, що обертаються. Очищення головок коренеплодів здійснюється завданням ударів билами по залишках гички на головках коренеплодів.

Для запобігання тертя бил по ґрунті існує механізм для копіювання, який при наїжджанні на головку коренеплоду піднімається вверх і била вдаряють лише по верхній частині коренеплоду (по залишках гички) збиваючи їх з головки коренеплоду. Ширина між копірами дозволяє частині головки коренеплоду виступати трохи вище копіра, а гумовий пальчик, котрий кріпить пакет бил, згинається і пакет бил копіює його головку. Цим досягається якісне доочищення головок коренеплодів.

Вал з пакетами бил розташовано під кутом 15^0 до перпендикуляра рядків, що дозволяє видаляти рештки гички з рядків. Це відбувається за рахунок надання решткам, що відбиваються від головок коренеплоду певного прискорення і вони вдаряючись у захисний кожух опадають на ґрунт, але вже

поза тим рядком де були збиті. З рядків, які знаходяться з правого краю машини ці рештки видаляються ступінчасто, тобто, на сусідній рядок, потім підхопленні другим пакетом бил – на сусідній від нього і т.д. поки крайній лівий не викине їх на вже зібрану частину поля. Внаслідок цих перекидань очищена гичка і її залишки подрібнюються і розкидаються по полі для удобрення. Внаслідок великої частоти обертання вала з пакетами бил із ґрунту піднімаються і частинки ґрунту, але захисний кожух не дає їм розповсюджуватись і вони втративши енергію осідають.

Оскільки вал з робочими органами знаходиться під кутом до рядка, то копіри теж приймають участь у доочищенні зламуючи високі залишки гички. При рухові на копіри діє значна сила зміщення, яка старається виштовхувати копір з рядка. Це сила гаситься тим, що копір з однієї сторони закріплено шарнірно, а другий його кінець вільний і переміщується в спеціальній гребінці.

Била встановлено таким чином, що б’ють по залишках гички під певним кутом і тому при їх зношенні цей кут зменшується, що дозволяє робочим органом весь час як би “діставати гичку” і видаляти її.

При цьому завдяки копіру била вдаряють по головці коренеплоду, уникаючи таким чином пошкодження коренеплоду чи вибивання його з рядка.

Додамо і те, що у разі виходу із строю одного або кількох бил їх дуже легко замінити і виготовити навіть в польових умовах.

Отже, дана конструкція дозволяє якісніше проводити доочистку головок коренеплодів і виключає можливість їх травмування чи вибивання.

5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ОЧИСНИКА

5.1 Розрахунок упорного пальчика пристрою для копіювання

Для визначення опорних реакцій складемо розрахункову схему (рис. 5.1).

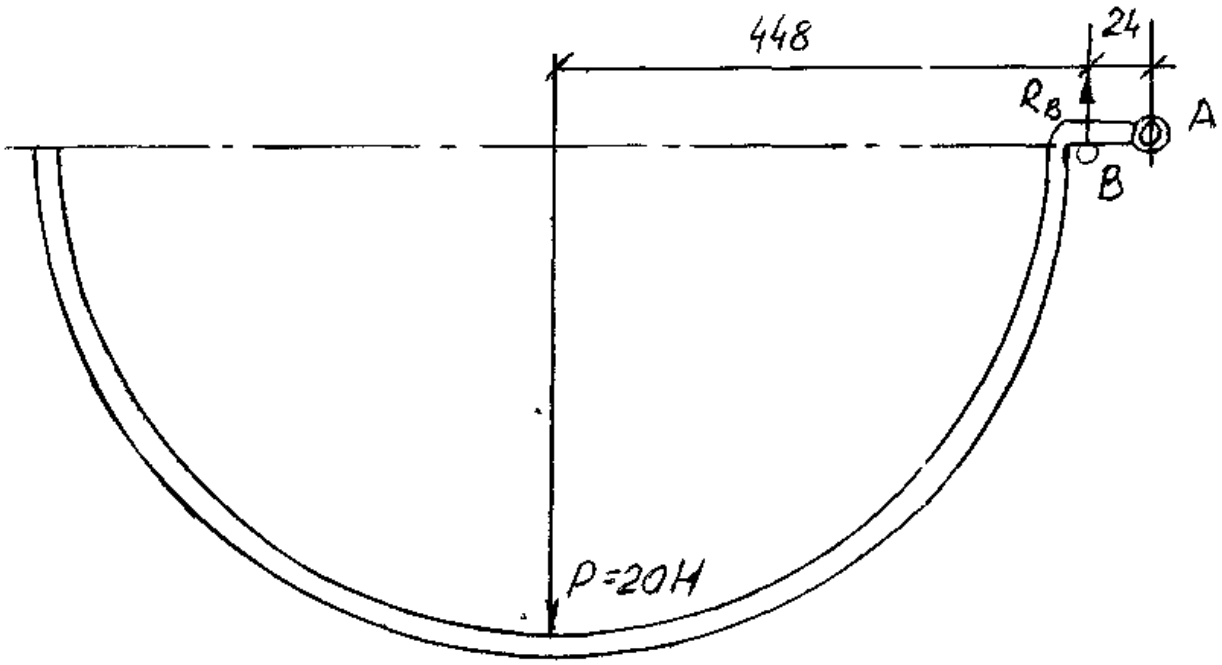


Рисунок 5.1 - Розрахункова схема пристрою для копіювання

Для визначення реакції опори В складемо рівняння моментів відносно точки А.

$$\Sigma M_а = P \cdot 448 – R_в \cdot 24 = 0.$$

Звідки:

$$R_в = \frac{P \cdot 448}{24} = \frac{20 \cdot 448}{24} = 383 Н.$$

Далі представимо палець у вигляді балки на опорах і визначимо сили, що діють (рис. 5.2).

Згідно вказаної схеми визначимо реакції опор $R_а$ та $R_м$.

Складемо рівняння моментів відносно т. А.

$$\Sigma M_а = P \cdot 44 + P \cdot 88 + P \cdot 132 + P \cdot 176 - R_м \cdot 220 = 0.$$

Звідки:

$$R_м = \frac{383 \cdot 44 + 383 \cdot 88 + 383 \cdot 132 + 383 \cdot 176}{220} = 766 Н$$

За аналогією $R_а = 766$ Н.

Для побудови епюр поперечних сил та згинаючих моментів візьмемо найбільш характерні точки: A, B, C, D, E, M.

Точки А, М:

$$Q_а = Q_м = R_а = R_м = 766 \text{ Н};$$

$$M_а = M_м = 0$$

Точка В:

$$Q_{взл} = R_а = 766 \text{ Н};$$

$$Q_{вп} = - P = 766 - 383 = 383 \text{ Н};$$

$$M_в = R_а \cdot a = 766 - 0{,}044 = 33{,}7 \text{ Нм}.$$

$Q_{взл}$ і $Q_{вп}$ – поперечні сили зліва і справа від перерізу

Точка С:

$$Q_{сзл} = Q_{вп} = 383 \text{ Н};$$

$$Q_{сп} = Q_{вп} - P = 383 - 383 = 0;$$

$$M_с = M_в - P \cdot a = 33{,}7 - 383 \cdot 0{,}044 = 16{,}52 \text{ Нм}.$$

Точка D:

$$Q_{Dзл} = Q_{сп} = 0;$$

$$Q_{Dп} = Q_{сп} - P = 0 - 383 = -383 \text{ Н};$$

$$M_D = M_с = 16{,}52 \text{ Нм}.$$

Точка Е:

$$Q_{Eзл} = Q_{Dп} = -383 \text{ Н};$$

$$Q_{Eп} = Q_{Dп} - P = -383 - 383 = -766 \text{ Н};$$

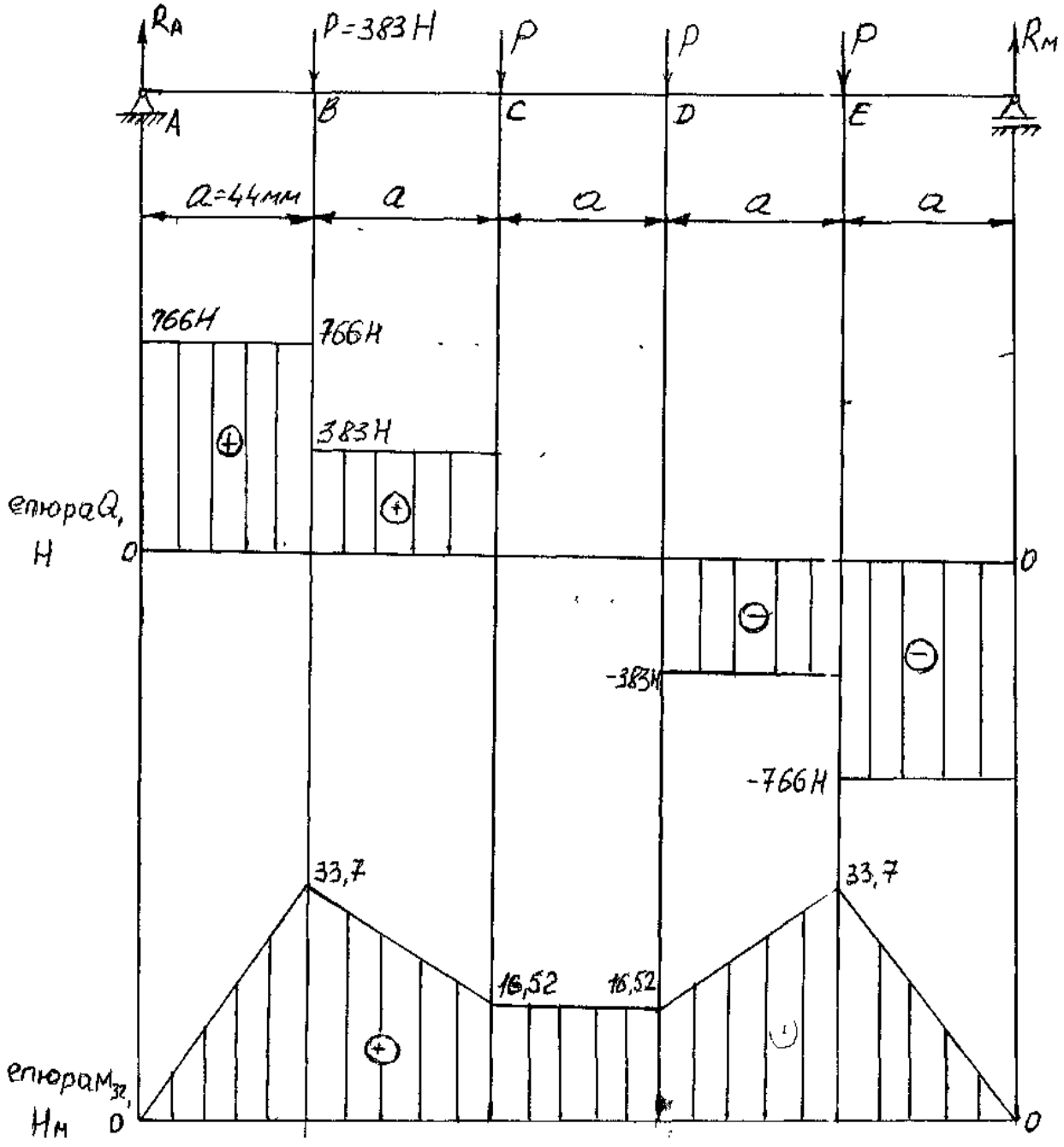


Рисунок 5.2 - Схема балки та епюри сил згинаючих моментів

$$M_E = M_D + P \cdot a = 16,52 + 383 \cdot 0,044 = 33,7 \text{ Нм}.$$

Як бачимо з епюри $M_{зг}$ найбільш небезпечними є перерізи В і Е. В цих точках $M_{згmax} = 33,7$ Нм $= 33700$ Н $\cdot$ мм.

Визначимо мінімальний діаметр осі з умови міцності:

$$\frac{M_{max}}{W} \le [\sigma], \qquad (5.1)$$

де [σ] = 600 н/мм^2 [22] для даного матеріалу.

Звідки:

$$W \ge \frac{M}{[\sigma]} = \frac{33700}{600} = 56{,}1 \text{ мм}^3$$

Тоді, визначимо мінімальний діаметр пальця:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W}{\pi}}, \qquad (5.2)$$

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 56{,}1}{3{,}14}} = 8{,}1 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр пальця d = 12 мм, що виконує умову міцності.

5.2 Визначення міцності пера копіра

Для розрахунку складемо розрахункову схему (рис. 5.3).

Для спрощення будемо розглядати копір, як консольну балку із змінним поперечним перерізом.

Як відомо для консолі найбільший згинаючий момент діє в точці жорсткого закріплення консолі і він дорівнює:

$$M = P \cdot h$$

де P – сила, що прикладена до копіра P = 80 Н;

h – плече сили (довжина копіра) h = 395 мм;

$$M = 80 \cdot 305 = 31600 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

При русі пера копіра по головках коренеплодів виникають бокові зусилля внаслідок розташування вала ротора під кутом до напрямку рядків. Тому необхідно розрахувати дану конструкцію на міцність. Аналізуючи схему

бачимо, що при перетині площинами перпендикулярними осі O_y і площині пера копіра у нас будуть різні перерізи форми поверхні. Характерними точками будуть точки К і М. В точці К перетинається лише зовнішнє коло пера копіра і в перерізі маємо прямокутник з параметрами а · в, які є відповідно шириною і довжиною даного прямокутника. В точці М перетинаються обидві гілки пера і в перерізі буде два прямокутника.

Виведемо залежності для визначення параметра $в_1$ так як а є постійною величиною.

Як видно з рисунка:

$$в = (x_1 - x_2) \cdot 2, \text{ для двох випадків;}$$

$$x_2 = \sqrt{r_2^2 - (r_2 - y)^2}, \text{ при } y = [0; r_2];$$

$$x_1 = \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2}, \text{ при } y = [0; r_1].$$

Звідки:

$$в = 2 \cdot \left(\sqrt{r_2^2 - (r_2 - y)^2} - \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2} \right) \qquad (5.3)$$

Розрахунок міцності пера копіра проведено на згин за формулою [11]:

$$\sigma_{зг\ max} = \frac{M}{W(y)} \le [\sigma] \qquad (5.4)$$

Для розрахунку необхідно визначити найбільш небезпечний переріз, де напруження згину будуть максимальні.

Враховуючи, що

$$M = P \cdot \left(\frac{D}{2} - y \right), \qquad (5.5)$$

а

$$W(y) = \frac{в \cdot (a)^2}{4}. \qquad (5.6)$$

Вираховуємо послідовно дійсні значення параметрів в, W, M, σ, як

функцію від координати у. Всі дані заносимо в таблицю (див. додаток) і за значеннями будуємо графіки (див. додатки).

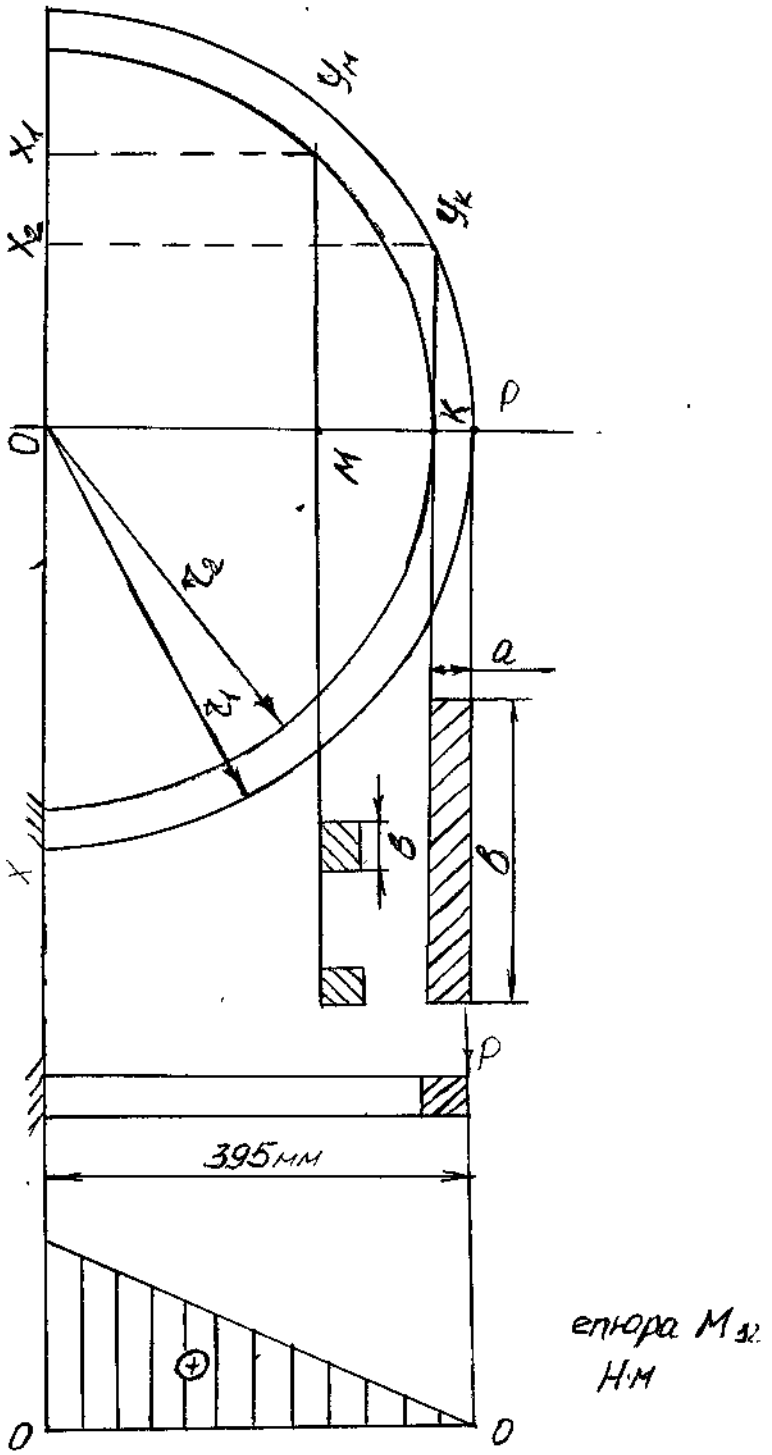


Рисунок 5.3 - Схема розрахунку копіра та епюра згинаючих моментів

Як бачимо із графіка σ_{32} (у) найбільш небезпечним буде переріз в точці

y = 0. Порівняємо значення максимальних згинаючих напружень в даній точці з допустимими:

$$\sigma_{заг.max} \geq [\sigma]$$

$$505{,}0 > 500.$$

Таким чином дійсні напруження не перевищують допустимих більш як на 5%. Можна зробити висновок про працездатність конструкції, але необхідно врахувати динамічне навантаження на перо копіра, яка виникає в момент початку з головкою коренеплоду. Тому введемо коефіцієнт запасу міцності:

$$\sigma'_{з\,max} \leq \frac{[\sigma_{зг}]}{К}, \qquad (5.7)$$

$$\sigma'_{з\,max} \leq \frac{500}{2} = 250 Н/мм^2$$

де К – коефіцієнт запасу міцності, який враховує динамічні навантаження, К = 2 [6].

Як бачимо із графіка:

$$\sigma_{зг} < \sigma'_{заг.max}.$$

Будують на ділянці 100 < y < 390 тому, для ділянки 0 < y < 100 необхідно уточнити значення моменту опору $W_{доп}$.

$$W_{доп} = \frac{К \cdot M_{max}}{[\sigma]}, \qquad (5.8)$$

$$W_{доп} = \frac{2 \cdot 31600}{500} = 126{,}4 мм^3$$

Будуємо графік даної залежності. Обчисливши уточнене значення в для

даної ділянки будуємо графік його залежності від координати у.

$$в = \frac{4 \cdot W_{доп}}{a^2},$$

$$в = \frac{4 \cdot 126{,}4}{5^2} = 20{,}2$$

Враховуючи вище приведену залежність будуємо пера раціонального перерізу в якого момент опору не перевищує уточненого значення $W_{доп}$.

Визначені параметри використовуються для конструювання вузлів та деталей очисника гички цукрових буряків.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Основні правила безпеки

При організації охорони праці слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

Під час експлуатації удосконаленого очисника гички необхідно виконувати всі вимоги безпеки, вказані в “Правилах техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”.

Для безпечної роботи на машині необхідно:

1. Не допускати до роботи осіб без посвідчення тракториста-машиніста і прав на управління збиральною машиною і які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис в реєстраційному журналі.

2. Під час руху машини тракторист-машиніст повинен знаходитися на сидінні в кабіні трактора. Стороннім особам категорично забороняється знаходитися на машині, яка працює, а також в безпосередній близькості від неї.

3. Забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів і робочих органів машини при працюючому двигуні. Всі види регулювань і технічного обслуговування виконуються тільки після повної зупинки машини і заглушеному двигуну трактора.

4. Забороняється проводити будь-які роботи під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмівні башмаки. Забороняється проводити будь-які роботи під робочими органами, які знаходиться в транспортному положенні. Для проведення таких робіт необхідно зафіксувати рамку гичкоріза механічним фіксатором, а в місцях піддомкрачення поставити спеціальні

підставки, під колеса – гальмівні башмаки. При піддомкрачуванні машини в випадку слабкого ґрунту під домкрат необхідно підставити міцну дошку, але ні в якому випадку не підкладку з крихкого матеріалу. Всі огородження повинні бути закріплені деталями, які передбачені конструкцією машини.

Особливу увагу слід звернути на наступне: задня площадка повинна бути закріплена двома болтами. Місця встановлення домкрата і опор для піднімання різних частин машини вказані на машині. Необхідно своєчасно усувати несправності домкрата.

5. Перед включенням двигуна приводу машини і важеля коробки передач для переміщення машини необхідно обов'язково подати тривалий звуковий сигнал.

6. Після подання сигналу перевірити можливість руху машини і роботи її механізмів і, впевнившись, що це нікому не загрожує, провести запуск двигуна або включити привід машини.

7. Необхідно дотримуватися особливої уваги і не знаходитися поблизу неогороджених робочих органів і деталей, які обертаються. Не розпочинати роботу при знятих огородженнях.

8. Забороняється робота машини при ослабленому кріпленні вузлів та агрегатів.

9. Забороняється чіпати руками робочі органи збиральної машини під час роботи.

10. Необхідно систематично перевіряти надійність роботи гальма і рульового управління.

11. Не допускати роботу з несправним інструментом.

12. В кабіні трактора необхідно мати аптечку і слідкувати за її поповненням необхідними медикаментами.

13. Забороняється працювати в незручній одежі з рукавами і полами, які розвіваються.

14. Забороняється перевезення будь-яких вантажів на машині.

15. Максимально допустимий схил під час руху машини не повинен перевищувати 15^0. При цьому швидкість руху повинна бути не більше 3 – 4 км/год.

16. При поворотах і розворотах швидкість руху машини необхідно зменшувати до 3 – 4 км/год.

17. Після зупинки машини необхідно обов’язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення і виключити вал відбору потужності трактора.

18. Забороняється робота машини в нічний час без електричного освітлення.

19. Транспорт, швидкість руху якого дорівнює або перевищує швидкість руху машини, обганяти забороняється, а з наступом темноти обгін будь-якого транспорту, який рухається, заборонено.

20. Перегін машини по дорогах загального користування необхідно проводити в відповідності з Правилами дорожнього руху.

21. Необхідно періодично оновлювати знаки безпеки, які нанесені на машині.

22. При відсутності тракториста-машиніста в кабіні машини необхідно використовувати стояночні гальма трактора. Для цього зблоковані педалі гальма витиснути в крайнє нижнє положення і поставити на защіпку гірського гальма.

23. При підготовці трактора на задні колеса встановлюються вузькі шини 9х42 з тиском 2 кг/см^2. Привід гичкозбиральної машини з’єднується з ВВП трактора за допомогою карданної передачі, обов’язково захищеної кожухом. При під єднанні трактора до машини причіпний пристрій необхідно обов’язково зафіксувати.

24. При виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт необхідно:

а) Керуватися правилами будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів, які затверджені відповідними Комітетами і

організаціями.

б). Стропування машини проводити тільки за спеціальні кронштейни, які приварені до повздовжніх лонжеронів рами.

в). Для підіймання машини в зборі використовувати кран вантажопідйомністю не менше 8 т.

г). При використанні апарелі рух дозволяється тільки на самій низькій передачі вперед або назад (1-а передача з редуктором).

25. При буксируванні машини з несправним трактором необхідно обов'язково виключити передачу коробки швидкостей.

6.2 Основні правила пожежної безпеки

1. Необхідно постійно слідкувати за технічним станом збиральної машини.

2. Забороняється підносити до паливного бака полум'я, а також палити під час заправки паливом. Після заправки бак необхідно насухо протерти.

3. Не допускати протікання з системи живлення, змащення і гідросистеми трактора і збиральної машини.

4. В випадку загорання палива користуватися вогнегасником або засипати полум'я землею, піском або накрити войлоком, брезентом. Категорично забороняється заливати паливо, яке горить, водою.

5. В нічний час в випадку виходу із строю електропроводки необхідно користуватися вогнебезпечними ліхтарями.

6. Щодня необхідно перевіряти справність електропроводки і не допускати її забруднення мастилами і пилом. Несправність може призвести до замикання проводів і їх загорання.

7. Місця стоянки і зберігання машин необхідно забезпечити протипожежними засобами, узгодженими з пожежною інспекцією.

6.3 Визначення шляху гальмування

Ступінь небезпеки травмування обслуговуючого персоналу машини

буде багато в чому залежати від часу спрацювання гальмівної системи. Повний час аварійної зупинки удосконаленої гичкозбиральної машини, яка рухається, при неочікуваній появі небезпеки дорівнює:

$$t_п = t_1 + t_2 + t_3, \quad (6.1)$$

де t_1 – час отримання інформації і реакції оператора, $t_1 = 1$ с;

t_2 – час затримки сигналу в ланках системи приводу гальма, $t_2 = 2,5$ с;

t_3 – час гальмування до повної зупинки машини, $t_3 = 7,2$ с.

$$t_п = 1 + 2,5 + 7,2 = 10,7 \text{ с}.$$

Шлях гальмування від моменту виникнення небезпеки до повної зупинки може бути визначено рівнянням:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2})\frac{V_0}{3,6} + \frac{f_{ET} \cdot V_0^2}{254 \cdot f} \quad (6.2)$$

де $V_0 = 0,98$ м/с – початкова швидкість при гальмуванні;

$f_{ет} = 0,65$ – коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування;

$f = 0,75$ – коефіцієнт зчеплення шин з ґрунтом.

$$S_0 = (1 + 2,5 + \frac{7,2}{2}) \cdot 0,98 + \frac{0,65 \cdot 3,52}{254 \cdot 0,75} = 6,9 \text{ м}$$

При цьому слід враховувати, що порушення правил техніки безпеки призводить до збільшення шляху зупинки машини при виникненні небезпеки, а значить і до збільшення ймовірності травматизму.

Розроблені заходи слід використовувати при проведенні інструктажів з механізаторами, що приймають участь в збиранні цукрових буряків.

7 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Удосконалення конструкції доочисника гички цукрових буряків дозволяє підвищити робочу швидкість машини, а значить і її продуктивність. При цьому також підвищується якість збиральних робіт – зменшуються пошкодження коренеплодів при очищенні робочими органами, їх вибивання з ґрунту, а значить і втрати коренеплодів при їх викопуванні.

Вихідні дані для визначення економічних показників проекту представлені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина	Модернізована
1. Продуктивність, га/год.	1,0	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Вартість машини, грн.	670000	687000
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість зібраних рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1

Затрати праці на збиранні гички цукрових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{ГОД}}, \qquad (7.1)$$

де: m – кількість обслуговуючого персоналу;

$W_{год}$ - продуктивність машини за годину, га/год.

При збиранні гички цукрових буряків базовою машиною затрати праці становлять:

$$Н_б = \frac{1}{1} = 1{,}0 \text{ люд.год./га.}$$

При збиранні гички цукрових буряків модернізованою машиною затрати праці будуть становити:

$$Н_м = \frac{1}{1{,}24} = 0{,}81 \text{ люд.год./га.}$$

Зниження затрат праці при використанні модернізованої машини будуть становити:

$$Н_з = Н_б – Н_м = 1{,}0 – 0{,}81 = 0{,}19 \text{ люд.год./га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при очищенні гички цукрових буряків розраховуються за формулою:

$$С = С_о + С_а + С_р + С_{пмм}, \quad (7.2)$$

де $С_о$ – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

$С_а$ – амортизаційні відрахування, грн./га;

$С_р$ – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$С_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. По шостому розряду з врахуванням збільшення мінімальної заробітної плати до 8647 грн. вона становить 360,3 грн. за зміну [28]. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_O^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (7.3)$$

де $С_т$ – оплата праці за тарифною сіткою, грн./зм.;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовій машині, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{ОБ}^{1} = \frac{360,3}{7,0} = 51,5 \text{ грн./га.}$$

Крім того в господарствах проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 25,7 грн./га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 6,2 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$С^{н}_{об} = 51,5 + 25,7 + 25,7 + 6,2 = 109,2 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з розробленим удосконаленим доочисником гички, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{ОМ}^{1} = \frac{360,3}{8,68} = 41,5 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно, крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 20,75 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 5,0 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$С^{н}_{ом} = 41,5 + 20,75 + 20,75 + 5,0 = 88,0 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$С_а = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}}, \quad (7.4)$$

де Ц – балансова ціна машини, грн.;

Д – кількість днів роботи в рік;

К – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для доочисника гички машини становить 15 % [24]. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$С_{аб} = \frac{670000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1{,}8 \cdot 7{,}0} = 265{,}9 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконаленого доочисника гички будуть становити:

$$С_{ам} = \frac{687000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1{,}8 \cdot 8{,}68} = 219{,}9 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$С_р = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}}, \quad (7.5)$$

де β - норма річних відрахувань на ремонт і технічне обслуговування, %.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$С_{р.б} = \frac{670000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1{,}8 \cdot 7{,}0} = 265{,}9 \text{ грн./га}$$

Для вдосконаленого доочисника гички затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть становити:

$$С_{р.м} = \frac{687000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 219,9 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$С_{пмм} = Ц_{п} \cdot G_{га} \qquad (7.6)$$

де $Ц_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки двигуна і машини, а також зони застосування. Приймаємо слідуючи норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива [24]:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустріальне масло – 0,64 %;
- консервацій ні мастила – 0,47 %.

На сьогодні вартість на паливо і мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, величини оптових закупок, постачальника і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива в розмірі 84,6 грн./кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$С^{б}_{пмм} = 84,6 \cdot 10,75 = 909,5 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленим доочисником гички затрати на ПММ будуть становити:

$$С^{м}_{пмм} = 84,6 \cdot 8,65 = 731,8 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$С_б = 109,2 + 265,9 + 265,9 + 909,5 = 1550,5 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою машиною будуть становити:

$$С_м = 88,0 + 219,9 + 219,9 + 731,8 = 1259,6 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$Е = С_б – С_м = 1550,5 – 1259,6 = 290,9 \text{ грн./га.} \quad (7.7)$$

Таблиця 7.2. Основні техніко-економічні показники проекту

П о к а з н и к и	Базовий агрегат	Модернізований
1. Продуктивність, га/год.	1,0	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Затрати праці, люд.год./га	1,0	0,81
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	1550,5	1259,6
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	109,2	88,0
- амортизаційні відрахування	265,9	219,9
- затрати на ремонт і ТО	265,9	219,9
- затрати на ПММ	909,5	731,8
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	290,9
6. Річний економічний ефект, грн.	-	29090
7. Строк окупності затрат, років	-	0,6

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$Е_в = \frac{290,9 \cdot 100}{1550,5} = 18,8\ \%.$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 100 га буде становити:

$$Е_р = 290,9 \cdot 100 = 29090 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$Е_о = \frac{Ц_М}{E_Р} \qquad (7.8)$$

$$Е_о = \frac{17000}{29090} = 0,6 \text{ років.}$$

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проекті, приведені в таблиці 7.2.

Розроблена вдосконалена конструкція доочисника гички для цукрових буряків дає економічний ефект при впровадженні 290,9 грн./га. При цьому затрати праці знижуються на 0,19 люд.год./га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Існуючі агротехнічні вимоги по якості збирання і надійності технологічного процесу до бурякозбиральних машин враховують вимоги до коренеплодів, як до сировини для виробництва цукру. Виконання цих вимог є обов'язковим і залежить від якості роботи всіх робочих органів машин, а також від стану бурякових плантацій на період збирання врожаю. Особливо слід дотримуватися до якості очищення коренеплодів від гички – її залишки засмічують ворох, а занадто обрізані головки коренеплодів призводять до втрати цінної сировини.

2. Існуючий парк бурякозбиральних машин є досить ефективним і надійним в роботі. Вдосконалення конструкції робочих органів слід проводити для важких умов збирання і для забезпечення необхідної якості.

3. Розроблена конструкція доочисника гички збиральної машини дозволяє підвищити ефективність роботи машини - збільшити продуктивність збиральних робіт і якість продукції при зменшенні втрат.

4. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані для проведення інструктажу на робочому місці перед початком збиральних робіт.

5. Економічна ефективність розробленого проекту становить 290,9 грн./га і затрати на удосконалення машини окупаються за перший рік експлуатації вдосконаленої збиральної машини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В умовах воєнного часу цукровий буряк набуває економічної доцільності для аграріїв // Агротаймс, 28 березня 2022р // https://agrotimes.ua/agromarket/v-umovah-voyennogo-chasu-czukrovyj-buryak-nabuvaye-ekonomichnoyi-doczilnosti-dlya-agrariyiv/.

2. Басанець О. Чи буде солодко від цукрових буряків агроному, залежить від технології вирощування. – 04.04.2024 // https://superagronom.com/articles/718-chi-bude-solodko-vid-tsukrovih-buryakiv-agronomu-zalejit-vid-tehnologiyi-viroschuvannya.

3. Тарасенко Т. Як отримати максимум урожайності з гектара цукрового буряку? 22.03.2023 // https://aggeek.net/ru-blog/yak-otrimati-maksimum-urozhajnosti-z-gektara-tsukrovogo-buryaku.

4. Маковей Ю. Руйнуємо міфи про прибутковість цукрового буряку. – 14.12.2022// https://kurkul.com/spetsproekty/1395-ruynuyemo-mifi-pro-pributkovist-tsukrovogo-buryaku.

5. Опис та характеристика рослини цукровий буряк// https://agrarii-razom.com.ua/plants/cukroviy-buryak.

6. Буряк мігрує до лісостепу. 04.01.2011//https://www.epravda. com. ua/news/2011/01/4/264734/.

7. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - № 4 (203), лютий 2011. – с. 9-13.

8. Пиркін В.І. Перспективи ефективного розвитку галузі буряківництва на Україні// Цукрові буряки. - №3-4, 2008. с. 9 – 11.

9. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.

10. Гевко Р.Б., Данильченко М.Г., Мартиненко В.П., Бергальок А.П. і ін. Очисник головок коренеплодів. Патент України на винахід №9487, А 01 D 23/02. – 30.09. 1996 р. - Бюл. №3.

11. Зуєв Н.М., Топоровський С.А., Самойленко В.В., Орел І.Г. Очисник головок коренеплодфів від гички на корню. Авторське свідоцтво на винахід №1253467, А 01 D 23/02. – 30.08. 86. – Бюл. №32.

12. Хелемендик М.М., Ляда М.І., Смакоуз Г.М., Козіброда Я.І. і ін. Очисник головок коренеплодів. Патент України на винахід №21263, А 01 D 23/02. –27.02.98. – Бюл. №1.

13. Бабко І.П., Мишин М.А., Долбієв І.С., Смакоуз Г.М. і ін. Очисник головок коренеплодів від гички на корню. Авт. свід. на винахід №1782409. – 23.12.92. – Бюл. №47.

14. Ривлін В.А., Чернявський С.В., Кравченко А.С. і ін. Очисник головок коренеплодів буряку і міжрядь. Авт. свід. на винахід №686658. – 25.09.79. – Бюл. №35.

15. Гурченко О.П., Карпов В.Г., Юркевич В.В., Павлов Я.А. і ін. Очисник рядків коренеплодів і міжрядь від рослинних залишків. Авт. свід. на винахід №1044236. – 30.09.83. – Бюл. №36.

16. Гурченко О.П., Барановський В.М., Булгаков В.М. і ін. Очисник коренеплодів. Авт. свід. на винахід №1831249. – Бюл. №28.

17. 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.

18. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

19. Войтюк Я.Ю., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 448 с.

20. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

21. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.

22. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

23. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

24. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. –384с.

25. Охорона праці в агропромисловому комплексі: підручник/ А.С. Бєліков, К.М. Сухий, А.С. Кобець та ін. – Дніпро: Журфонд, 2025. – 644 с.

26. 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.

27. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

28. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.