

**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 проекту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ
БУРЯКІВ СТОЛОВИХ З РОЗРОБКОЮ МАШИНИ
ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГИЧКИ**

Виконав: студент _____ Краснічков Артем Віталійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

_____ Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

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

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“___” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

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

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

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Краснічков А.В. Удосконалення механізації вирощування буряків столових з розробкою машини для очищення гички/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 91 с.

В роботі проведено аналіз сортів і характеристик столових коренеплодів. А також проведено аналіз сучасної техніки для збирання буряків. Проведено патентний аналіз машин для очистки гички з коренеплодів.

На підставі результатів аналізу обґрунтовано схему машини для очистки гички, проведено інженерні розрахунки і визначено основні параметри і режим роботи машини. Розроблено креслення окремих вузлів і деталей.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при проведенні польових робіт і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 15480 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом п'яти років її використання.

Ключові слова: буряк столовий, гичка, коренеплоди, очисник, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П	6
1 СОРТИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОЛОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ.	9
2 АНАЛІЗ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ.	14
3 РЕЗУЛЬТАТИ ПАТЕНТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.	24
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОЧИСНИКА.	35
5 ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ ОЧИСНИКА ГИЧКИ.	38
5.1 Обґрунтування параметрів.	38
5.2 Розрахунок приводу вала очисника.	44
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	50
6.1 Основні правила з техніки безпеки.	50
6.2 Основні правила пожежної безпеки.	53
6.3 Визначення шляху гальмування.	53
7 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ.	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	63
Д О Д А Т К И.	66

В С Т У П

До війни, яку розпочала росія проти України за об'ємами виробництва овочів Україна входила в десятку світових лідерів (9,3 млн. т. овочів відкритого ґрунту і 0,73 млн. т. баштанних культур), однак, за рівнем урожайності займала 18-е місце [1].

В Україні частка коренеплідних рослин становила 18 % загальної площі під овочевими, серед яких буряк столовий займав в середньому 44,1 тис. га. Зокрема, під урожай в 2020 та 2021 роках в Україні, за даними Державної статистичної служби України, було засіяно 39,2 та 38,9 тис. га відповідно. При цьому врожайність коренеплідів досягає в середньому – 20,3 т/га, валовий збір – 894,1 тисяч тонн [2]. Аналізуючи статистичні дані варто відмітити, що починаючи з 1995 року площі вирощування буряка столового збільшилися в 1,5 рази [2]. Але після початку широкомасштабного вторгнення росії посіви цієї цінної культури зменшилися. Окупація призвела до різкого скорочення площ, в тому числі й засіяних овочами борщового набору. Суттєво постраждали господарства Херсонщини, Миколаївщини, Донеччини та Луганщини, де традиційно вирощували значну частку овочів. Врожай столового буряку в Україні станом на початок листопада 2023 р., млн т становив 760 тис. т [6].

Буряки столові за посівними площами займають друге місце з-поміж столових коренеплідів. Використання буряка столового, як продукту харчування відоме з глибокої давнини, оскільки він є цінною сировиною, яка містить значну кількість цукрів, мінеральних речовин і вітамінів Є, В, РР, органічних кислот (яблучна, лимонна, молочна), пектину, антоціанів, флавоноїдів і амінокислот, які відіграють важливу роль в обміні речовин організму людини. До цінних якостей відноситься й те, що буряк, на відміну від інших овочів, містить надлишок лугів порівняно з кислотами.

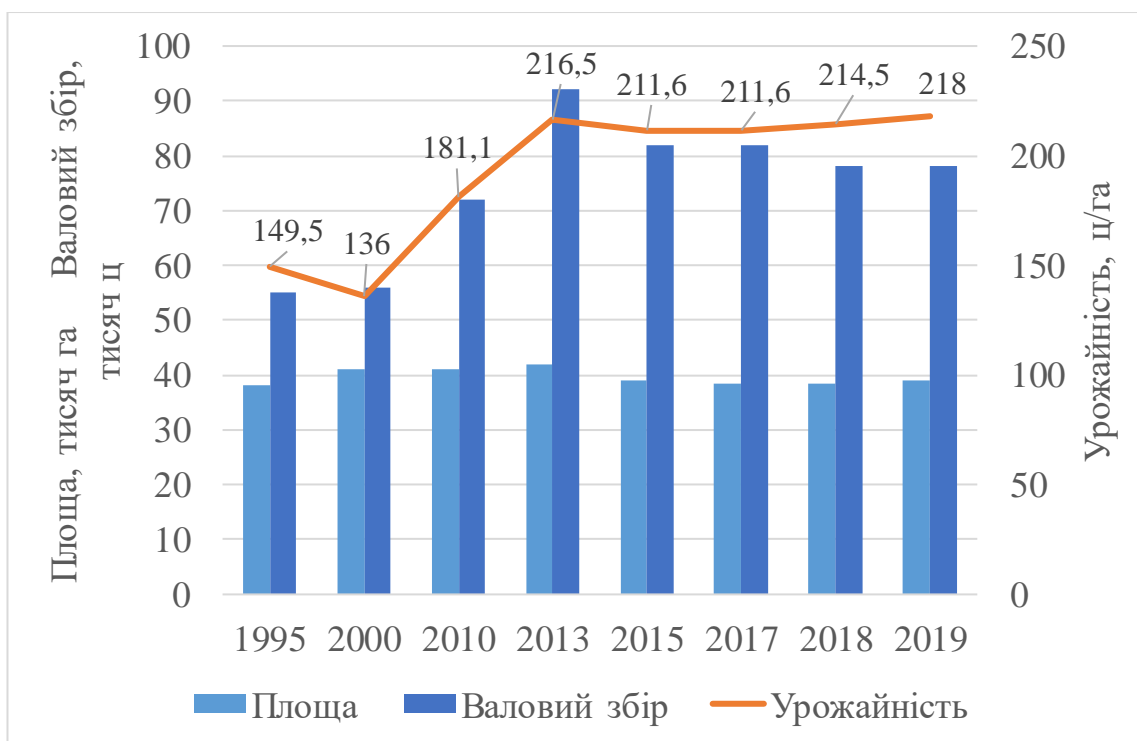


Рисунок 1 - Динаміка виробництва буряка столового в Україні
(за даними Державної статистичної служби в Україні)

Буряк є джерелом необхідних людському організму вуглеводів, органічних кислот, мінеральних солей, вітамінів і біологічно активних речовин. Він містить багато вітамінів: В1, В2, В6, С, фолієву кислоту, каротиноїди, амінокислоти (лізин, валін, аргінін та ін.), солі заліза, калію, марганцю, кальцію, за вмістом йоду буряк займає одне з перших місць серед усіх овочів, також містить клітковину [3, 4].

З огляду на річну потребу людини в овоче-баштанній продукції у розмірі 161 кг, основною проблемою на перспективу є забезпечення населення України високоякісними овочами в обсязі 12 млн. т [5]. У відповідності до «Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року» планувалося створення організаційно-економічних умов для ефективного розвитку галузі овочівництва, подальшого розвитку переробної галузі, стабільного забезпечення населення високоякісною овочевою продукцією, збільшення обсягів виробництва продукції з високою доданою вартістю, посилення присутності України на світовому ринку овочевої продукції [5].

Буряк столовий – високоврожайна овочева культура, коренеплоди якого придатні для тривалого зберігання і використання у свіжому вигляді. За умов правильної агротехніки врожайність коренеплодів становить 60 – 70 т/га. Технологія вирощування буряка столового повинна відповідати вимогам ДСТУ 6014:2008. Морква і буряк столовий. Технологія вирощування. Загальні вимоги.

Овочівництво в Україні стало новим і привабливим бізнесом. За останні роки досягнуто позитивних результатів у збільшенні врожайності, валових зборів, якості овочів й обсягів експорту. Водночас аналіз сучасного стану овочівництва та городництва у господарствах різних форм власності і маркетингу свідчить про появу нових проблем, які гальмують позитивний розвиток галузі. Це стосується багатьох політичних, економічних, технологічних і маркетингових сторін розвитку галузі.

Столові буряки для формування високого товарного врожаю потребують відповідного догляду й оптимального співвідношення основних чинників: родючості ґрунту, належної температури, освітлення, відсутності бур'янів, удобрення, розпушеного ґрунту, найкращих сортів, великого вирівняного насіння, оптимальних строків сівби, захисту від хвороб та шкідників, своєчасного формування густоти рослин.

Одним із напрямків розвитку вирощування столових коренеплодів є створення сучасних, високопродуктивних машин для повної механізації технологічних процесів їх вирощування. І, зокрема, машин для збирання коренеплодів і в тому числі для очищення коренеплодів від гички.

Мета дипломного проєкту – удосконалення механізації вирощування буряків столових з розробкою машини для очищення коренеплодів від гички.

Бурак столовий (*Beta vulgaris* L.) є цінною овочевою культурою. Коренева система буряків стрижнева, проникає у ґрунт на глибину 1,5 - 2 м. Вона складається з головного кореня - коренеплоду і великої кількості бічних корінців, які виходять з двох протилежних боків кожного кореня [7, 8].

Коренеплід умовно поділяють на три частини: головку, шийку і власне корінь, або кореневе тіло. Ці частини мають неоднакове походження і господарську цінність. Головка (верхня частина) коренеплоду являє собою вкорочене стебло й утворюється з надсім'ядольного коліна (епікотилію). На ній розміщуються бруньки й листки. Бічні корені не утворюються. Вона повністю розміщується над поверхнею ґрунту. На головку припадає 10 - 15% довжини кореня. Це найбільш здерев'яніла частина коренеплоду, в якій міститься менша кількість цукру, ніж в інших частинах. У центрі головки міститься конус наростання, де утворюються молоді листки. Шийка розміщена між головою і власне коренеплодом. На ній не ростуть ні листки, ні бічні корінці. Шийка - це коротка частина коренеплоду цукрових буряків (1-3 см), у кормових вона досягає 5-10 см. Шийка утворюється завдяки розростанню підсім'ядольного коліна (гіпокотилію) зародка.



Рисунок 1.1 – Буряки столові округлої форми, загальний вид



Рисунок 1.2 – Буряки столові циліндричної форми, загальний вид

Більша частина шийки розміщується над поверхнею ґрунту. Вегетаційний період у залежності від сорту 60-120 днів. Кожна насінина більшості сортів дає початок декільком проросткам, тому культура вимагає своєчасного проріджування. Існує і сорт одноросткового буряка (Однопаростковий). Кореневе тіло (власне корінь) утворюється внаслідок розростання зародкового корінця. Це нижня, конічної форми частина коренеплоду, яка становить 65—70% довжини всього коренеплоду. Ця частина коренеплоду розвивається повністю в ґрунті й для неї характерна наявність бічних корінців. Бічні корінці у буряків розміщуються на двох протилежних боках кореня. Більш короткі ряди бічних корінців у кормових буряків з коротким кореневим тілом. Ряди бічних корінців знаходяться в одній площині з сім'ядольними листочками. У фазі двох пар справжніх листків вони досягають 8 - 10 см. У дорослих рослин ці корені розростаються в боки на відстань 100-120 см. Форма коренеплодів різноманітна: конічна, циліндрична, овальна та куляста (рис. 1.1).

Коренеплоди буряку вміщують до 15% сухої речовини, багато мінеральних солей, органічних кислот та вітамінів. Має буряк і лікувальні

властивості, серед яких і здатність запобігати розвитку злоякісних пухлин. З метою забезпечення населення необхідною кількістю і асортиментом овочів, у тому числі і столових буряків, необхідно підвищити їх урожайність та біохімічну якість. Це залежить від багатьох факторів, основними з яких є сорт буряків і строки їх сівби. В світі сортові технології вирощування буряка широко розповсюджені. Буряк столовий належить до холодостійких рослин. Його насіння починає проростати за температури $+4-5$ °C. Сходи за такої температури з'являються на поверхні ґрунту за 20-25 діб. При підвищенні температури до $+10$ °C сходи з'являються за 10-12 діб. Закономірно, що від температури ґрунту під час сівби насіння буряків залежить інтенсивність їх росту і урожайність. Таким чином, для кожного сорту буряку столового необхідний правильний вибір строків сівби, що забезпечить високу врожайність [7, 8].

Сорти буряка столового за тривалістю вегетаційного періоду поділяють на ранньостиглі (період від масових сходів до збирання врожаю триває до 100 діб), середньостиглі (101 – 120 діб), пізньостиглі (понад 120 діб). За даними досліджень Інституту овочівництва і баштанництва НААН буряк столовий сортів Вітал та Багряний забезпечили врожайність на рівні 40 – 50 т/га та висока якість продукції, відмінну лежкість і високий вміст бетаніну на рівні 200 – 450 мг на 100 г сирої речовини [1].

Сучасний ринок представлений широким різноманіттям сортів і гібридів буряка столового, як для масового споживання, так і для великих виробників овочевої продукції. Поширені в Україні сорти буряка столового утворюють коренеплід округлої, округло-плоскої, плоскої форми, за забарвленням – фіолетово-червоний або бордово-червоний з перехідними відтінками.

Для одержання врожаю високої якості та відмінних смакових властивостей слід добирати сорти відповідно до кліматичних умов та структури ґрунту, а також додержуватись технології вирощування, за якої рослини були б забезпечені всіма важливими чинниками для свого росту й розвитку. В Україні вирощують велику кількість сортів української та

закордонної селекції, які є занесені до Державного реєстру сортів рослин придатних для вирощування в Україні: Морен, Єгіпос, Кедрі, Боро F1, Опольський, Ліберо, Бордо харківський, Багрянний, Бона, Кармазин, Кадет, Атоман, Моніка, Гопак, Нобол, Пабло F1, Скарлетт, Вітал, Кардинал, Водан, Ларка, Болтарді, Дій, Червона куля, Джолі, Гарольд, Кестрел, Ронда F1, Детройт КЛ, Бікорес, Шаман, Таунус F1, Монті, Юліс, Маноло, Бреско, Ренова, Карілон, Воєвода, Бохан, Ломако [1].

Основні розмірні і масові характеристики столового буряку представлені в табл. 1.1, 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.1 - Біометричні параметри коренеплодів буряка столового [1]

Сорт	Форма коренеплоду	Діаметр коренеплоду, см	Маса коренеплоду, кг
Циліндра	Циліндрична	8,3	0,27
Риваль		8,2	0,26
Опольський		6,9	0,34
Бордо харківський	Округла	10,5	0,29
Єгіпос		9,1	0,25
Червона куля		10,3	0,27

Таблиця 1.2 - Біометричні параметри листків буряка столового у фазі технічної стиглості (середнє за 2014-2015 рр.) [1]

Сорт	Форма коренеплоду	Морфометричні параметри			
		Кількість листків, шт./росл.	Довжина листків, см	Ширина листків, см	Площа листків, см ² /росл.
Циліндра	Циліндрична	26,8	17,3	10,2	3500
Риваль		24,3	16,1	10,3	2982
Опольський		28,2	16,9	9,8	3457
Бордо харківський	Округла	28,7	14,5	9,6	2956
Єгіпос		27,3	13,8	9,2	2565
Червона куля		28,0	13,9	8,9	2562

Таблиця 1.3 - Урожайність буряка столового залежно від сортових особливостей [1]

Сорт	Урожайність, т/га			+,- до контролю
	2016 р.	2017 р.	середнє	
Червона куля (контроль)	75,9	78,7	76,3	-
Бордо харківський	56,5	70,4	62,4	-13,9
Багряний	53,7	62,2	56,9	-19,4
Гопак	81,5	89,8	84,6	+8,3
НР ₀₅	2,8	3,2		-

Ці характеристики слід враховувати при проектуванні робочих органів і машин для збирання столового буряка і розрахунках їх параметрів і режиму роботи.

2 АНАЛІЗ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ БУРЯКІВ

Серед усіх коренеплодів найбільш поширеним є вирощування цукрових буряків. Тому розробка і виготовлення збиральної техніки найбільш розвинена якраз для цієї культури. Хоч згідно існуючої класифікації усі види буряків об'єднують в один ботанічний рід, столові буряки відрізняються від цукрових за багатьма характеристиками. Тому застосування збиральної техніки, яка виготовлена для цукрових буряків, може бути тільки за певних умов і з відповідними регулюваннями робочих органів.

В господарствах, які вирощують цукровий буряк і є відповідний комплекс збиральної техніки, можуть бути використані ці машини і для збирання столового буряку.

Як відомо, збирання буряків може бути за різними технологіями. В господарствах використовуються поточна, перевалочна і поточно-перевалочна технології. Для їх реалізації найчастіше використовують збиральні комбайни, які за один прохід зрізають гичку з коренеплодів, доочищають їх головки від залишків гички, викопують коренеплоди і завантажують їх в транспортні засоби. Це так звана однофазна технологія збирання.

Відомо, що найефективніші бурякозбиральні комбайни та машини виробляють закордонні фірми: Franz Kleine, Holmer, Stoll, ROPA (Німеччина), Matrot, Moreau (Франція), TIM (Данія), AGRIFAC, RIECAM, VREDO (Нідерланди), P.Barigelli&C, Italo svizzera (Італія) тощо. В Україні використовують такі бурякозбиральні комбайни: SF-10 фірми Franz Kleine (Німеччина), M-41MH фірми Matrot (Франція), GR-4000, LECTRA-4005 фірми Moreau (Франція), R26.45K і R26.50K фірми ROPA (Німеччина), KRBS фірми Holmer (Німеччина), SR-1800 і SR-2500 фірми TIM (Данія). Слід зазначити, що використання зарубіжних бурякозбиральних машин є доволі дорогим, їхнє застосування ефективно в господарствах з високою урожайністю (46–53 т/га) та великою площею висіву (сезонний наробіток на комбайн має становити не

менше 600–800 га).

Рисунок 2.1 – Самохідний бурякозбиральний комбайн фірми STOLL

Рисунок 2.2 - Самохідний бурякозбиральний комбайн фірми HOLMER

Рисунок 2.3 - Самохідний бурякозбиральний комбайн BR1611 фірми VREDO

Рисунок 2.4 – Схема технологічного процесу видалення гички з коренеплодів і їх викопування бурякозбиральним комбайном SF 10 фірми KLEINE:
1 – роторний гичкоріз, 2 – шнек, 3 – доочисник гички, 4 – дообрізчик гички, 5 – копір, 6 – копач, 7 – бітер, 8 – приймальний транспортер, 9 – позовжній транспортер

Рисунок 2.5 – Самохідні збиральні комбайни SF 10 і SF 40 фірми KLEINE

Останнім часом в Україні використовують самохідні бурякозбиральні комбайни Holmer і Kleine, а також французьких фірм Matrot і Moreau, які також мають значний попит у нашій країні. Водночас попит на німецьку техніку дедалі зростає, насамперед, завдяки високій її продуктивності. Наприклад: Holmer може викопати буряки на полі до 20 га за день, Kleine SF-

10 - на 10–15 га. Значний інтерес для агрофірм мають комбайни німецької фірми Rora, які придатні для великих господарств: їхня продуктивність за сезон сягає 2,5–3,5 тис. га. Ефективність застосування такої техніки, на жаль, значно більша, ніж вітчизняної, крім того, машина сама подрібнює і розкидає гичку і здійснює потрібне очищення буряків. Підрахунки свідчать, що купити один такий комбайн вигідніше, ніж два вітчизняні, вдвічі дешевші, хоч коштує німецька техніка чимало - 300–320 тис. євро без розмитнення.

Комбайн бурякозбиральний Kleine SF-10 (рис. 2.4 і 2.5). Самохідний комбайн SF-10 працює за принципом перевантаження буряків в транспортні засоби, які йдуть поряд, з можливістю накопичення буряків в проміжному бункері місткістю 9 т. Комбайн має могутній двигун Volvo-Penta, що забезпечує високу швидкість прибирання навіть за важких ґрунтових умов. Передній міст виконано у вигляді порталного моста з механічною трансмісією, оснащений управлінням з поворотним колом. Кут повороту керованих коліс — плюс-мінус 6°. Нерухомий задній міст з механічною трансмісією забезпечений підвіскою, що гойдається, і гідравлічними стабілізаторами. Кут повороту задніх коліс, керованих поворотними кулачками, становить плюс-мінус 45°. Гідростатичний привід ведучих коліс з 3-ступінчастим редуктором забезпечує безступінчасте регулювання швидкості руху для кожного рівня як уперед, так і назад. На машині є чотири типи стерньового управління: задні колеса, всі колеса, “собачий хід” і стерньова автоматика з дією на задні колеса. Це забезпечує високу маневровість. Кабіна з шумоізоляцією забезпечує добрі умови роботи. Великорозмірні шини дають помірний тиск на ґрунт. Паливний бак розрахований на тривалий робочий день. Агрегати зрізання гички та копання коренів розташовані перед передньою віссю. Гичкозрізувач оснащений подрібнювачем, шнековим транспортером гички, розкидачем, валом очищувача і полозковим докопіром-дообрізувачем. Віброкопачі мають привід від ексцентрикового вала з бічним гойданням плюс-мінус 30 мм. Усе агрегати гичкозрізувача і копача мають гідравлічний привід і автоматичне

регулювання. Комбайн оснащений системою очищення коріння від землі, що складається з роторних очищувачів. Автоматика стерньового управління здійснюється сенсорами для обмацування рядів. Автоматика глибини ходу віброкопачів - дві групи копіювальних коліс перед віброкопачами. Гідравлічні приводи: подрібнювач, розкидач, копачі з транспортерним валом, транспортери, роторні очищувачі, елеватор для буряків, шнек завантаження бункера, вивантажувальний транспортер.

Moreau GR. Комбайн самохідний. Призначений для скошування бадилля цукрових буряків з одночасним прибиранням коріння. Модифікації комбайна: GR 2900 - з двома ведучими колесами й з прямим завантаженням коріння в транспортний засіб; GR 2905 - із двома ведучими колесами й з бункером-накопичувачем коріння; GR 4000 - з чотирма ведучими колесами й прямим завантаженням коріння в транспортний засіб, що йде поряд; GR 4005 - із чотирма ведучими колесами й з бункером-накопичувачем коріння.

Matrot M 41. Комбайн самохідний 6-рядний. Гичковідділювач роторний з гідравлічним приводом. Очищення коріння - у барабанах із гідравлічним приводом. Викопувачі двох видів: VAL-DISC і LIMA-SOC, що регулюються: 6 рядів по 45, 48, 50 і 50,8 см взаємозамінні. Передній міст із самоблокуючим диференціалом. Задній міст містить 2 колісних редуктори. Подавання буряків здійснюється в причіп або у буферний бункер місткістю 4,5 м³. Контроль висоти зрізу гичковідділювачем забезпечується за допомогою колісних щупів. Простора кабіна встановлена на еластичних амортизаторах, опукле вітрове скло, комфортабельне сидіння, рівень шуму не вище за 80 дБ, місток для огляду і доступу до кабіни, два рівні вентиляції, автоматичний облік прибраної площі, централізоване електроуправління основними робочими органами.

Нині більшого поширення набули 2- та 3-рядні причіпні бурякозбиральні комбайни фірм Franz Kleine, Stoll (Німеччина) і TIM (Данія). Це 2-рядні KR2 (Franz Kleine), V202 (Stoll), RATIONAL (Becker), MISA/TE120 (AIM) та 3-рядкові V300 (Stoll), ROTIONAL (Becker),

МІІІСА/ТЕ120 (ТІМ).

а

б

Рисунок 2.6 – Причіпні бурякозбиральні комбайни KR2 (*а*) і S800 (*б*)

Самохідні бурякозбиральні комбайни, які використовують для однофазного збирання буряків, оснащено автоматизованими системами водіння рядками і регулювання глибини ходу викопувальних органів, системами автоматичного контролю технологічних і технічних параметрів, системами централізованого автоматичного змащування всіх вузлів, бортовими комп'ютерами, зручними постами керування, комфортабельними кабінами з кондиціонерами та опаленням, потужним електроосвітленням. Завдяки фронтальному розміщенню гичкозбирального й викопувального модулів, що автоматично спрямовуються рядками, і спеціальним технологічним люфтом активних лемішно-коливальних копачів (± 20 — 30 мм), створюються умови для спрощення й поліпшення виконання технологічного процесу в цілому. Поширенню самохідних потужних 6-рядних бункерних комбайнів сприяє їхня висока технологічна й технічна готовність працювати навіть за несприятливих пізньоосінніх перезвожених умов, а також бажання вилучити з роботи дорогий технологічний транспорт і мати на збиранні цукрових буряків лише одного машиніста. Вимоги до якості виконання технологічного процесу монтованими та причіпними бурякозбиральними комбайнами аналогічні до самохідних. Наприклад: однофазне збирання провадять прямим комбайнуванням однією самохідною машиною (бурякозбиральний комбайн КСБ-6 “Збруч”), яка за один прохід виконує всі технологічні операції збирання гички та коренеплідів.

За двофазного збирання цукрових буряків використовують дві окремі машини: коренезбиральну та гичкозбиральну. У нашій країні серійно випускають для двофазного способу збирання: причіпні гичкозбиральні БМ-6Б, МБП-6 та її модифікації (МГУ-6, МБК-2,7), МГР-6 (роторна), МГШ-6 (шнекова), універсальну — МГМ-6 (розробили ННЦ ІМЕСГ та ІЦБ УААН, виготовлення — ВАТ “Борекс”), також самохідні коренезбиральні — КС-6Б, КС-6В, КБ-6, РКМ-6 (01-06), МКК-6 (02-07); причіпні чотири- та шестирядні машини МКП-4, МКП-6, які розроблено та виготовлено на ВАТ “Тернопільський комбайновий завод”. Ці машини агрегатують з орнопросапними тракторами ХТЗ-120/121, ХТЗ-161/163 Харківського тракторного заводу. Але, на жаль, вони є недостатньо продуктивними, матеріаломісткими, енергоємними, складними за конструкцією та мають низький рівень надійності. Показники якості виконання технологічного процесу не повною мірою відповідають чинним вимогам НТД. Настала пора мати в машинно-тракторному парку України високопродуктивні, прості, маломатеріаломісткі та малоенергоємні гичкозбиральні й гичкозрізувальні машини, які б відповідали вимогам світових стандартів. Для таких машин коефіцієнт довговічності за виконання технологічного процесу має бути — 0,98, а коефіцієнт використання змінного часу — не менше 0,80. Такі машини мають бути ремонтпридатними й пристосованими для відновлення роботоздатності з мінімальними затратами ресурсів і часу.

Трифазне збирання проводять трьома окремими машинами: гичкозбиральною (однією із зазначених вище), копачем-валкоукладачем КВЦБ-1,2 (ВАТ “Борекс”) або АЗК-6-01 (ВАТ “Уманьферммаш”) і підбирачем-навантажувачем ПНБВ-1,6 “Борекс” або АЗК-6-03 “Уманьферммаш”. На сьогодні в Україні випуск причіпних бурякозбиральних машин освоїли у Бородянці й Умані.

Для столових буряків найбільш оптимальною може бути двофазне пряме збирання при якому відбувається видалення гички з коренеплодів, а потім викопування їх і завантаження в транспортні засоби для перевезення в місця складування.

Датська фірма ASA-LIFT – провідний у світі виробник комбайнів для збирання овочевих культур, спеціалізується на проектуванні та виробництві на власних потужностях машин для збирання моркви, капусти, столових буряків і багатьох інших овочів.



Рисунок 2.8 – Машина для збирання столових коренеплодів фірми ASA-LIFT

Для збирання таких коренеплодів, як морква і столовий буряк, при необхідності тривалого їх зберігання, застосовуються комбайни брального типу. В основу роботи таких машин покладено принцип часткового підкопу, захоплення і витягування коренеплоду за бадилля і подальшого відділення



Рисунок 2.9 – Причіпні машини брального типу в роботі



Рисунок 2.10 – Комбайн ASA-LIFT 400 на збиранні моркви

бадилля. На особливу увагу заслуговує система відділення бадилля. Так званий відминочний апарат, не просто зрізує гичку, а відминає її, не пошкоджуючи коренеплід. Перевага такого методу відділення бадилля полягає в тому, що капіляри бадилля, які залишилися на коренеплоді виявляються закритими, що сприяє їх швидкому загоєнню і збільшенню терміну зберігання коренеплодів.

ASA-LIFT виробляє як навісні, так і причіпні та самохідні комбайни брального типу які можуть бути пристосовані до будь-якого типу ґрунтів і умов експлуатації.

Але враховуючи особливості столового буряку такі машини не забезпечують необхідну якість збиральних робіт. Тому слід удосконалювати наявну техніку з врахуванням розмірних, морфологічних і інших характеристик столових буряків для їх якісного збирання.

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.

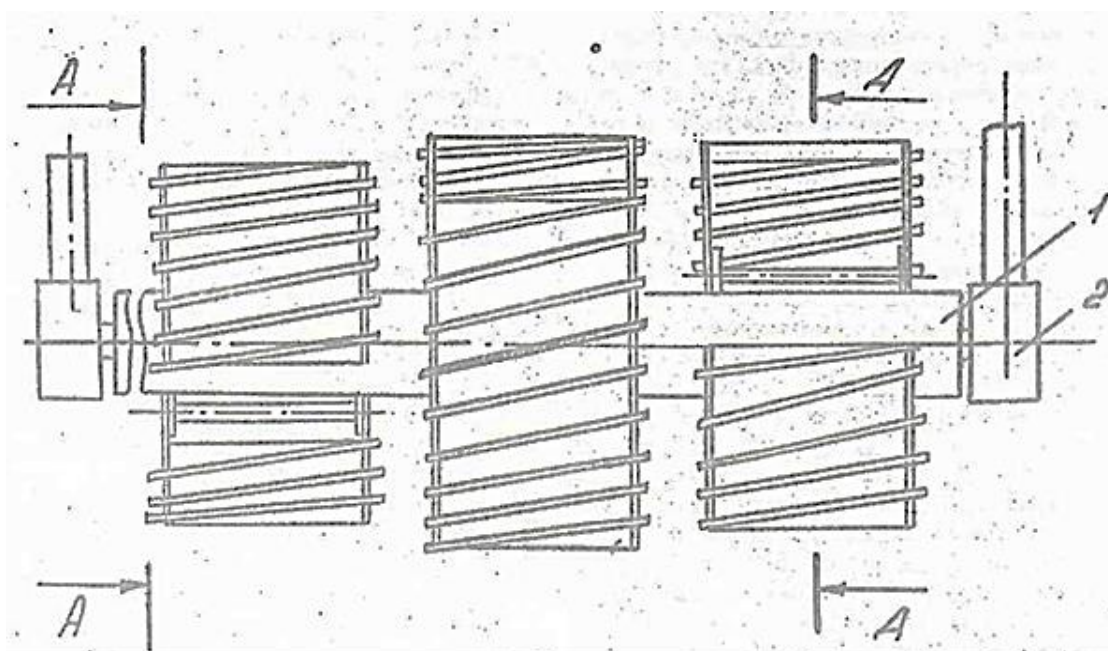


Рисунок 3.1 - Очисник головок коренеплодів, вид зверху [10]

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.

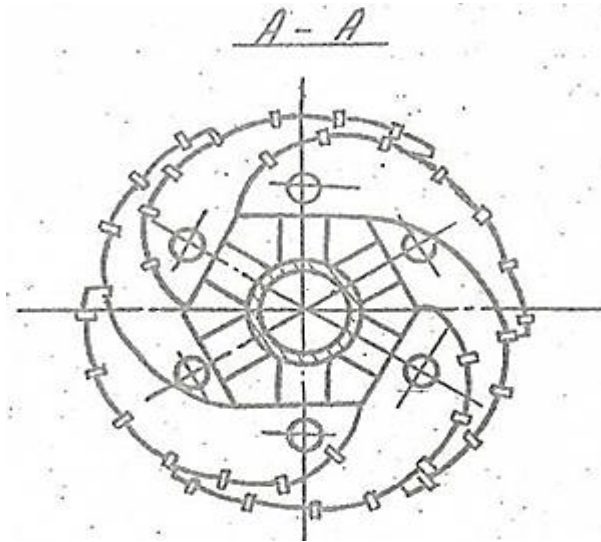


Рисунок 3.2 – Перетин А-А на рис. 3.1

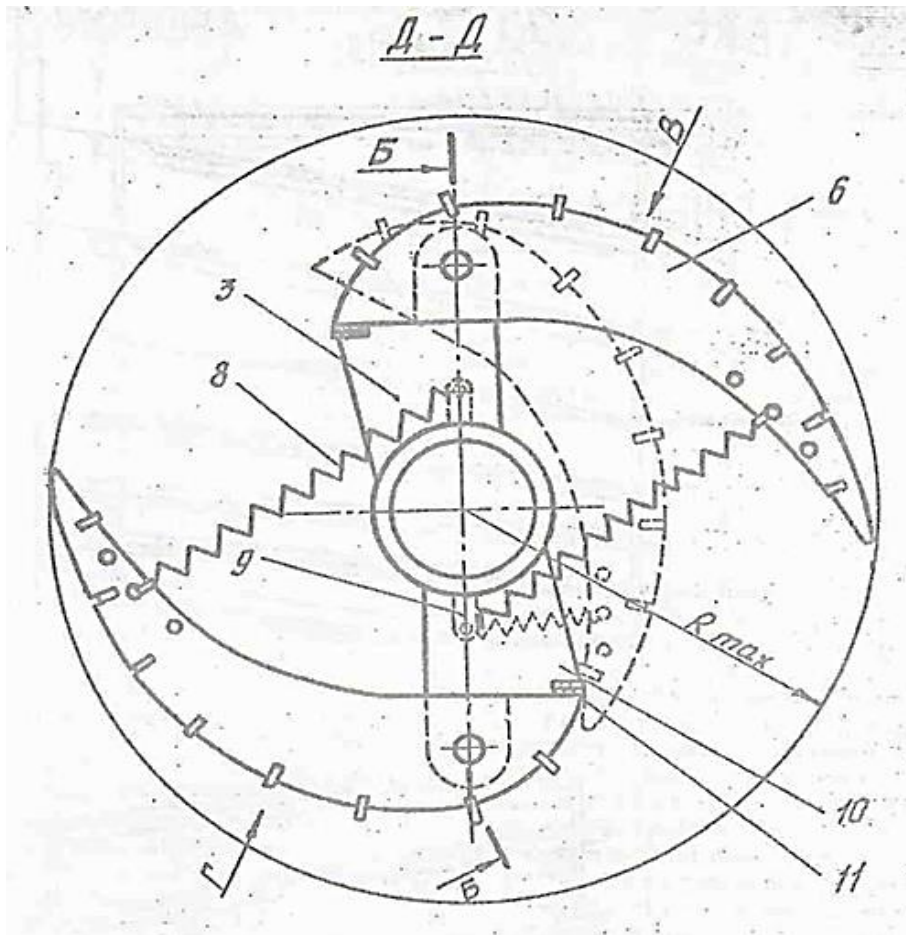


Рисунок 3.3 – Перетин по Д-Д на рис. 3.1

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.

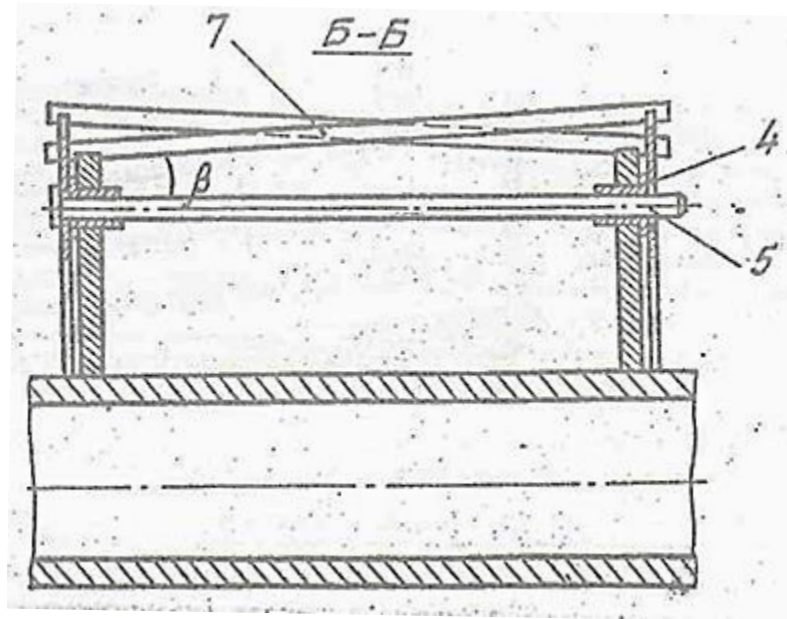


Рисунок 3.4 – Перетин по Б-Б на рис. 3.3

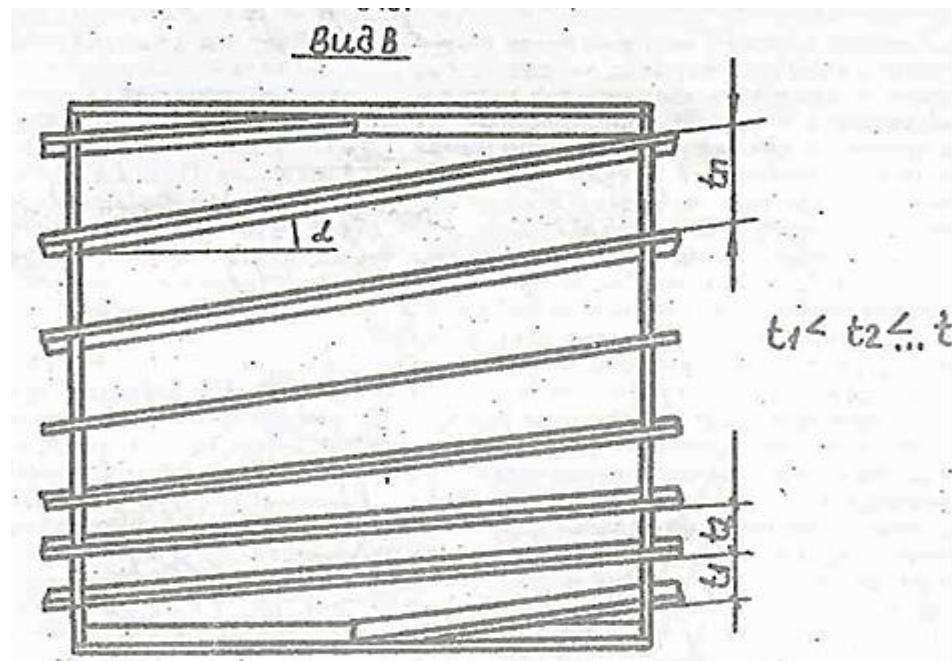


Рисунок 3.5 – Вигляд по В на рис. 3.3

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).

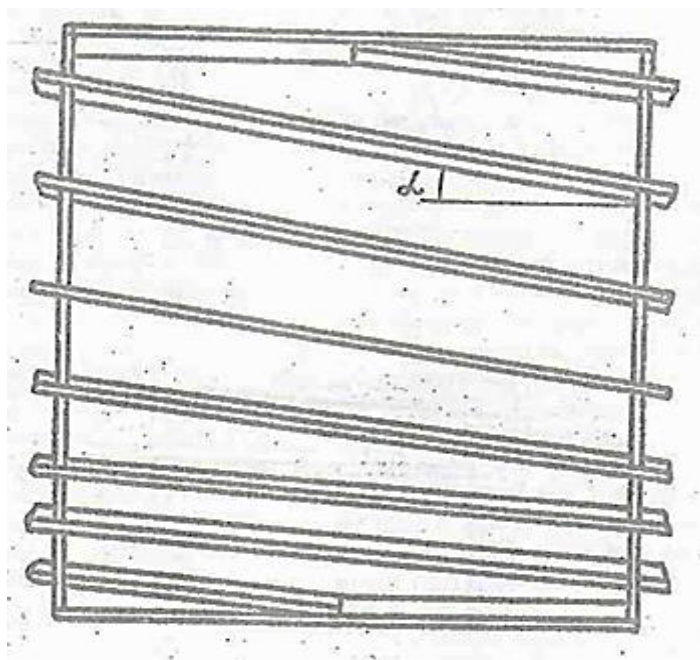


Рисунок 3.6 – Вигляд по Г на рис. 3.3

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 $n=600...800 \text{ хв}^{-1}$, 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 полочкою під кутом до площини частин 4.

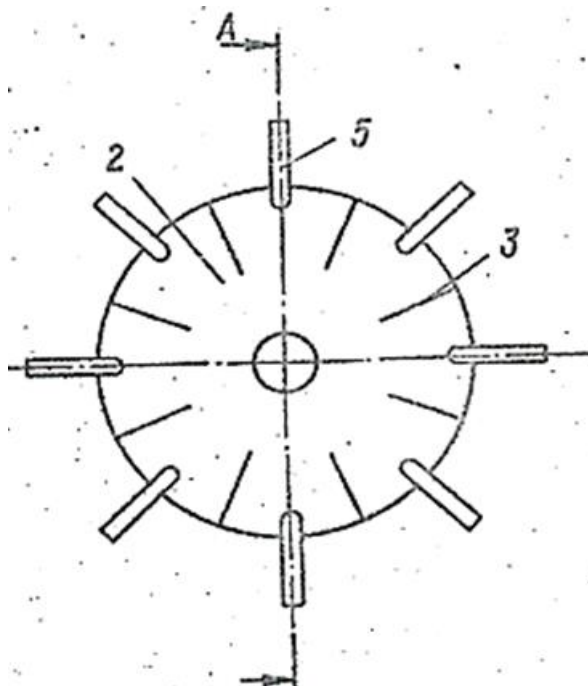


Рисунок 3.7 - Очисник головок коренеплодів від залишків гички [11], вид збоку

Очисник працює наступним чином. Вал 1 з жорсткими дисками 2 обертаються і 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.

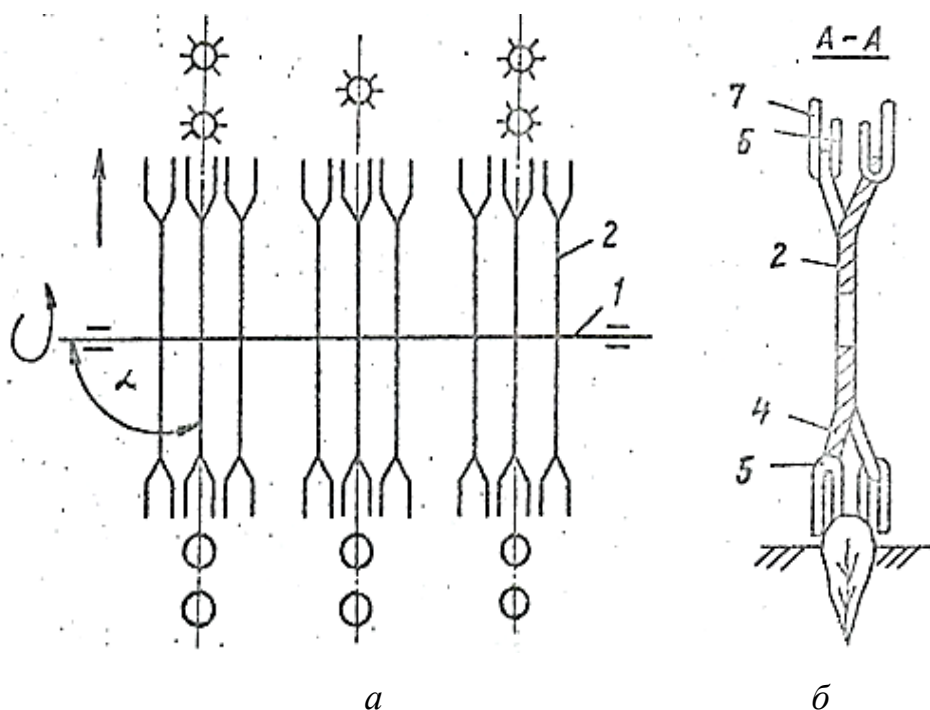


Рисунок 3.8 - Очисник головок коренеплодів від залишків гички [11], вид зверху (а) і переріз А-А на рис. 3.7 (б)

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 валу на величину

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

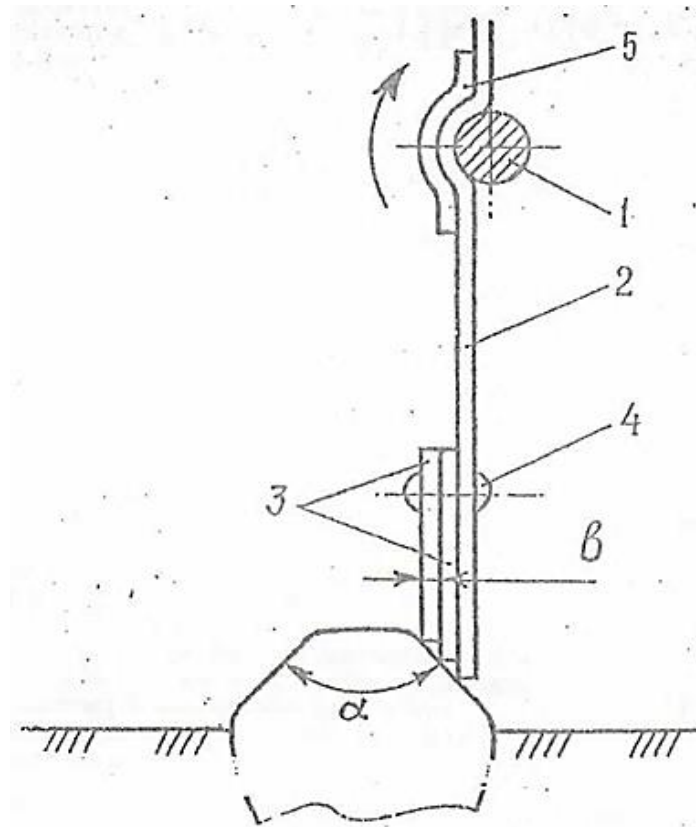


Рисунок 3.9 - Схема роботи очисника коренеплодів [12], вид збоку

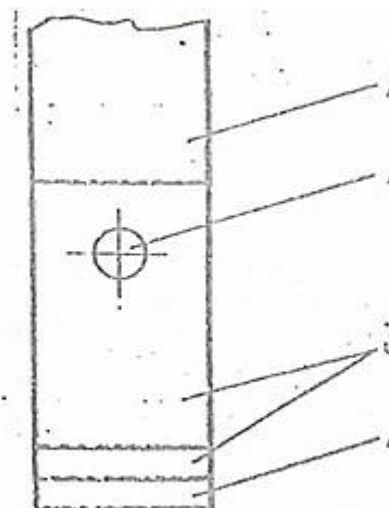


Рисунок 3.10 - Вид очисника головок коренеплодів у напрямку, протилежному напрямку руху

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 із бичами 2 рухається вздовж рядків цукрових буряків. При цьому залишки гички після проходження 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).

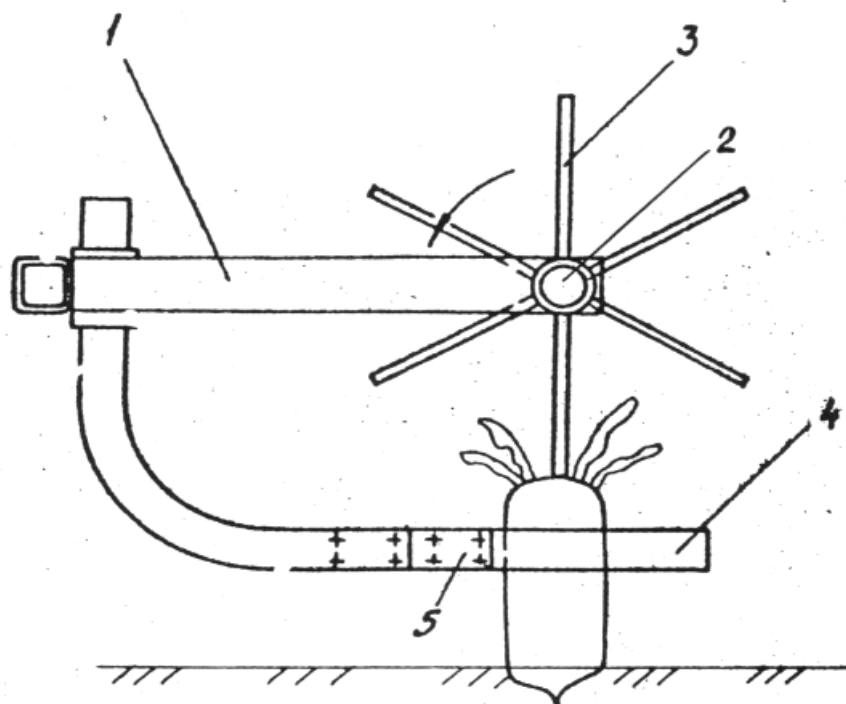


Рисунок 3.11 - Схема очисника коренеплодів згідно а.с. № 1782409:
1- рама; 2- вал; 3- робочий орган; 4- еластична пластина; 5- кроштейн

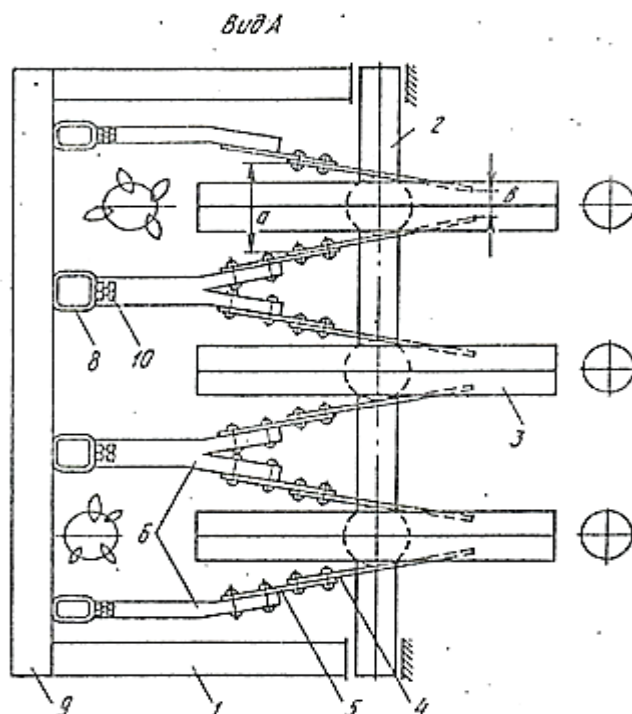


Рисунок 3.12 – Вид А на рис. 3.9

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 націпляється на націпку 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 біла 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.

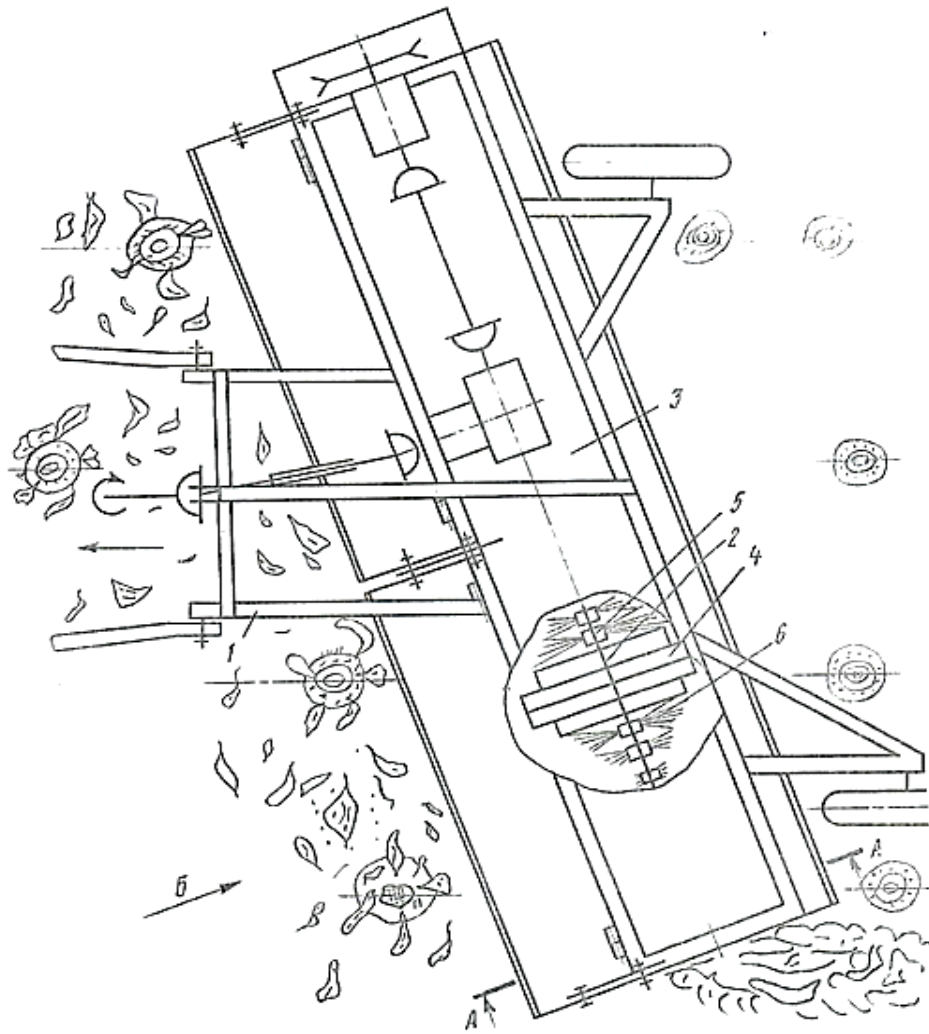


Рисунок 3.13 – Очисник головок коренеплодів [14], вид зверху

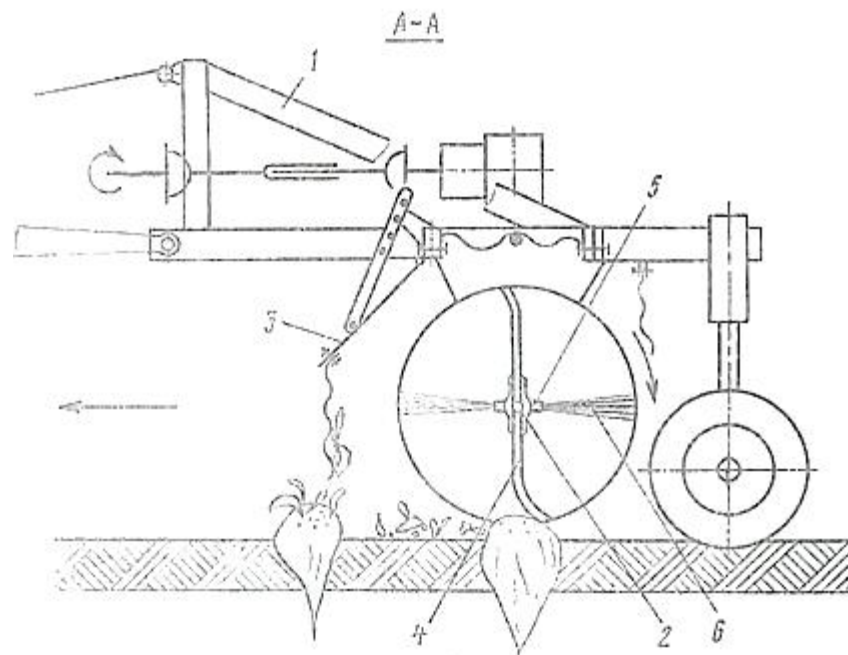


Рисунок 3.14 – Переріз А-А на рис. 3.13

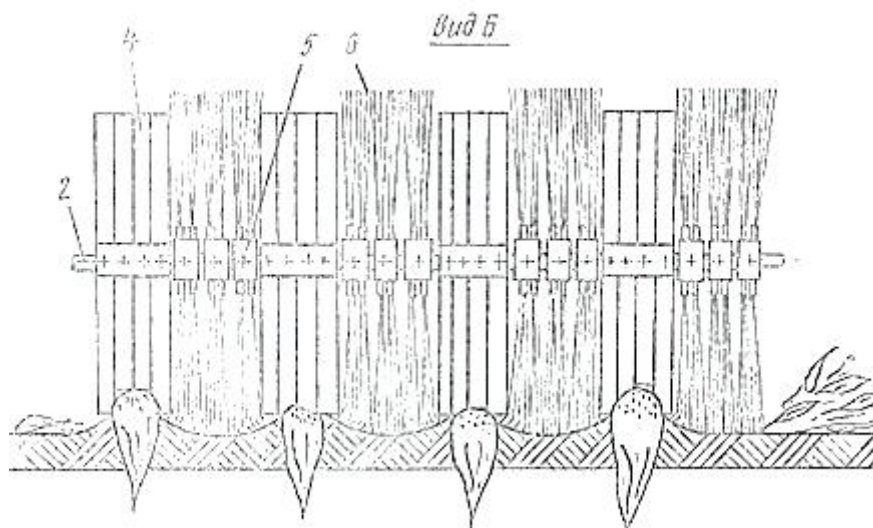


Рисунок 3.15 – Вид Б на рис. 3.13

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 столових буряків.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ОЧИСНИКА

На підставі аналізу науково-технічної і патентної літератури нами з врахуванням відомих технічних рішень [15, 16] запропоновано схему удосконаленого очисника залишків гички з головок коренеплодів.

Запропонований очисник призначений для очистки головок коренеплодів від гички або її залишків і міжрядь від бур'янів. Він має раму 1 (рис. 4.1), яка спирається на колеса 2, що копіюють рельєф ґрунту. Передня частина очисника під'єднується до трактора або гичкозбиральної машини. До рами 1 прикріплено горизонтально і під кутом до напрямку рядків перший вал 3, на якому з нахилом до осі його обертання встановлені еластичні очисні елементи 4, об'єднані в секції 5. Кожна секція 5 призначена для очистки одного рядка коренеплодів. Паралельно валу 3 встановлено другий вал 6, на якому еластичні очисні елементи 7 закріплені по гвинтовій лінії. Вал 3 обертається по ходу руху очисника, а вал 6 – зустрічно за допомогою трансмісії 8. Між валами 3 і 6 встановлено у вертикальній площині екран 9, нижня частина якого може бути виконана із еластичного матеріалу.

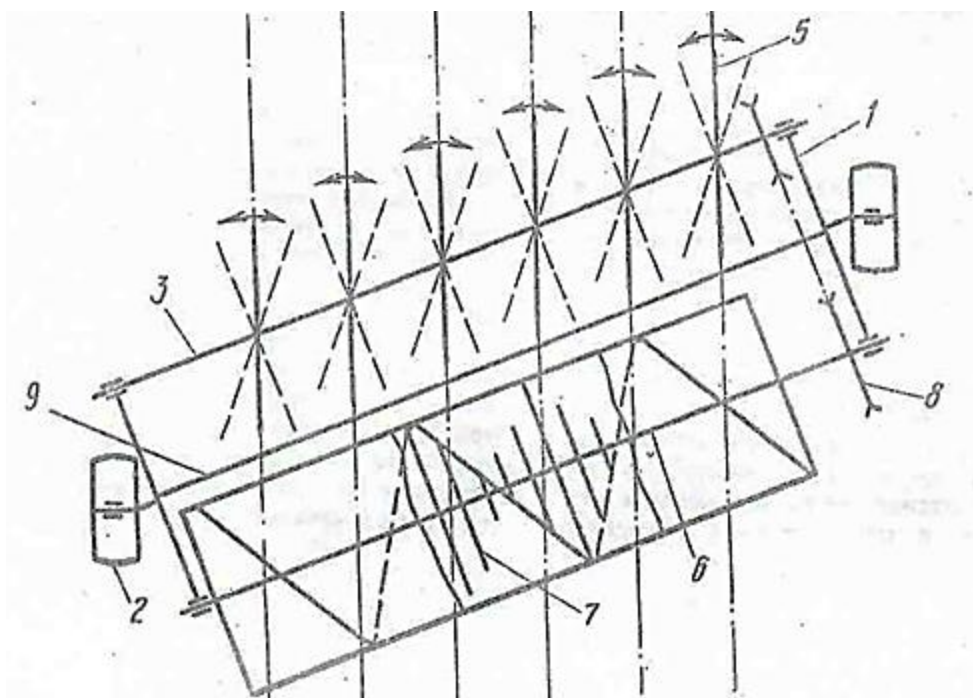


Рисунок 4.1 – Схема очисника головок коренеплодів [15], вид зверху

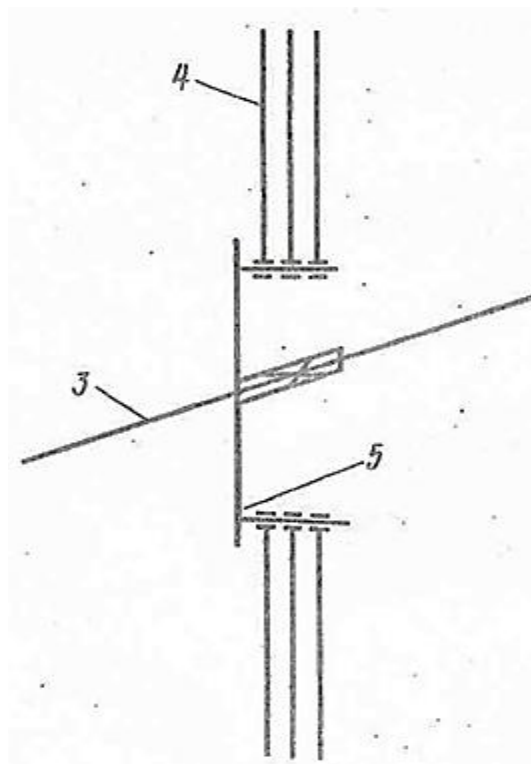


Рисунок 4.2 – Секція з робочими елементами першого валу [15]

Очисник працює наступним чином. Під час руху вздовж рядків коренеплодів очисні елементи 4 секцій 5 обертаються і переміщуються вздовж і впоперек рядка. При цьому вони видаляють гичку з коренеплодів, а елементи 7 зміщують гичку і рослинні залишки з рядків і міжрядь і сторону зібраного поля. Екран 9, встановлений між валами 3 і 6, попереджує попадання гички від робочих елементів першого валу на другий і перекидання її через другий вал.

Паралельна установка першого і другого валу спрощує конструкцію трансмісії очисника. В цьому випадку передача обертання с першого на другий вал може бути виконана клинопасовою передачею.

В окремих умовах збирання для збільшення продуктивності роботи на очищенні залишків гички на очиснику коренеплодів кріпиться другий вал 1 [16] (рис. 4.3), на якому змонтовані секції 2, які мають осі 3 і 4. На осях 3 і 4 шарнірно закріплені еластичні очисні елементи 5. Осі 3 і 4 кожної секції 2 створюють урізаний конус, причому поруч розташовані секції 2 повернуті одна до одної поперемінно великою і меншою основою.

Пристрій працює наступним чином.

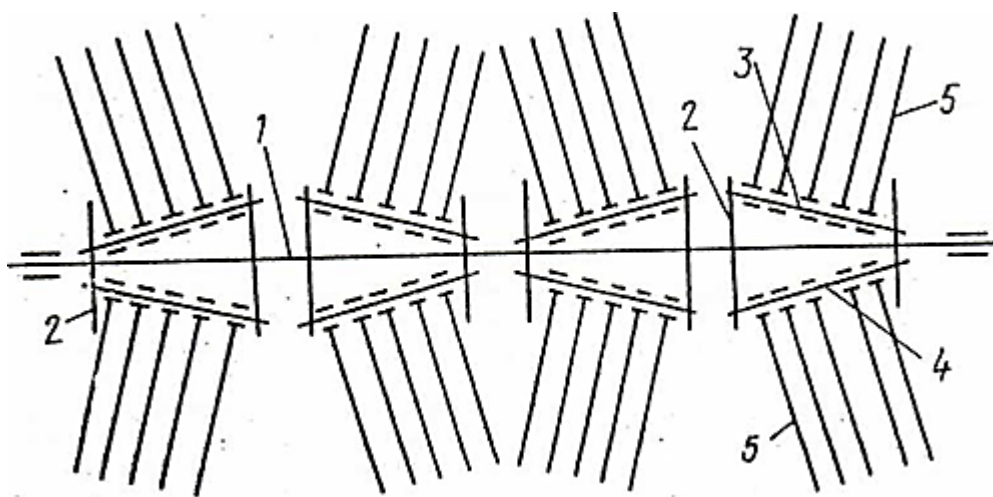


Рисунок 4.3 - Вал з розміщення еластичних очисних елементів [16]

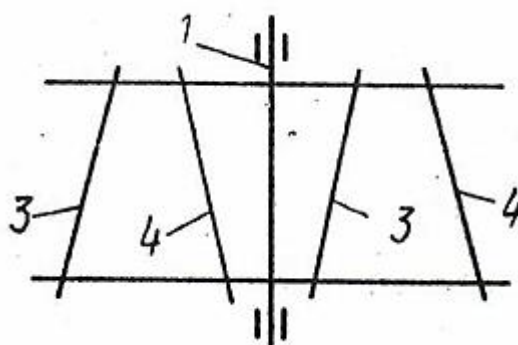


Рисунок 4.4 - Положення осей 3 і 4 на очисному валу [16]

При поступальному русі очисника секція 2 знаходиться над рядком буряків. При обертанні вала 1 шарнірно закріплені на осях 3 і 4 еластичні очисні елементи 5 діють на головки коренеплодів, відділяючи залишки гички. При цьому очисні елементи 5, закріплені на осях 3, наносять удари по залишками гички з одного боку коренеплоду, а очисні елементи 5, закріплені на осях 4 – з другого. Це покращує якість очистки головок коренеплодів.

5 ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ ОЧИСНИКА ГИЧКИ

5.1 Обґрунтування параметрів

На якість роботи очисника гички коренеплодів впливають параметри робочих органів, кінематичний і динамічний режим роботи.

Основним критерієм для оцінки ефективності роботи очисника E_o приймають відношення маси гички, яка залишилася на коренеплодах після проходу машини m_z до загальної маси гички на коренеплодах m_r :

$$E_o = \frac{m_z}{m_r} \cdot 100\%. \quad (5.1)$$

Крім того, пошкодження коренеплодів при дії на них робочих органів очисника не повинні перевищувати агротехнічних норм.

Цілком очевидно, що міра очищення коренеплодів пропорційна кількості ударів робочих органів очисника по голівці коренеплоду і їх силі удару. Експериментально встановлено, що із збільшенням робочої швидкості очисника для отримання необхідної якості очищення слід одночасно підвищувати частоту обертання ротора.

Розроблений очисник являє собою два горизонтально розташованих вали з шарнірно закріпленими еластичними робочими органами (билами). Вали розташовані на рамі машини під кутом α до напрямку руху машини (рис. 5.1). Основними параметрами очисника є: D_p – діаметр ротора, L_b – відстань між валами, z – кількість лопатей бил на одній секції, ω – кутова швидкість обертання вала очисника.

Під час роботи очисника біла виконують обертальний рух навколо осі валу (відносний рух) і поступальний рух разом з машиною (переносний рух).

Траєкторія абсолютного руху кінчика робочого органу є складною

кривою, яку можна описати рівнянням в параметричній формі і побудувати графічним методом за відомою методикою [18].

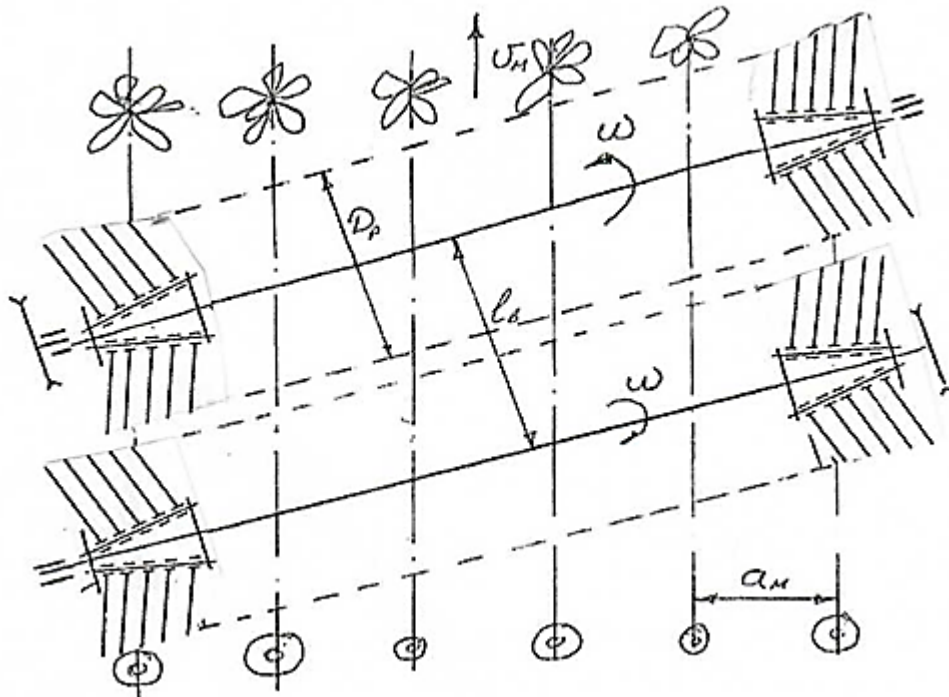


Рисунок 5.1 - Схема розробленого очисника гички

Під час руху очисника зі швидкістю V_m осьова валу переміщається з т. O в т. O_1 (рис. 5.2) за час t . При цьому вал обертається з кутовою швидкістю ω і робочий кінець била повертається на кут ωt і переміщається з т. A в т. A_1 . У вибраній системі координат рівняння руху кінця била буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} x &= V_m t + R \cos \omega t; \\ y &= R + h - R \sin \omega t, \end{aligned} \quad (5.2)$$

де R – радіус траєкторії обертання кінця била;

h – мінімальна висота головки коренеплоду відносно поверхні ґрунту.

Основною кінематичною характеристикою очисника є показник кінематичного режиму роботи λ , який, як відомо, визначається рівнянням:

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} \quad (5.3)$$

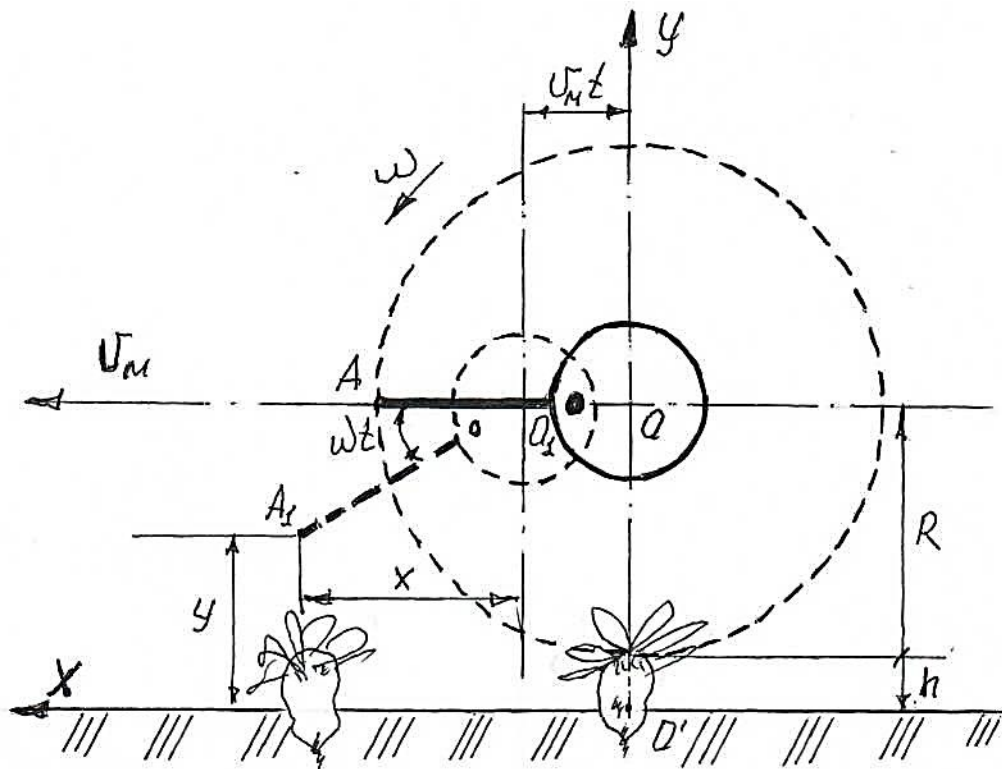


Рисунок 5.2 – Схема до визначення рівняння руху кінця робочого органу

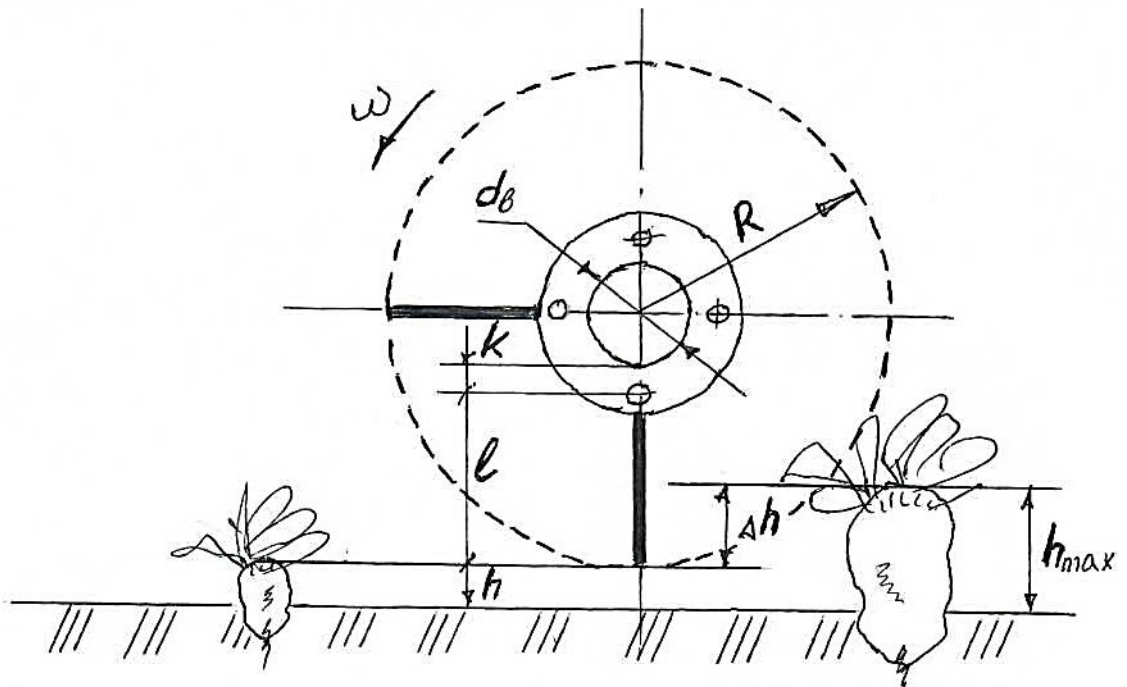


Рисунок 5.3 – Основні параметри ротора очисника гички

Діаметр ротора очисника (або радіус R) визначається в залежності від розмірів коренеплодів, гички і конструктивних особливостей (рис. 5.3). Гичка повинна очищатися як з найбільш низьких до поверхні ґрунту коренеплодів з

висотою h , так і з найбільш високих коренеплодів з висотою h_{max} . Радіус ротора визначається рівнянням:

$$R = \frac{d_B}{2} + k + l, \quad (5.4)$$

де: d_B – діаметр вала, який визначається конструктивно і розрахунком на міцність і дорівнює в нашому випадку 108 мм;

k – зазор між валом і віссю, на якій шарнірно закріплені еластичні робочі органи і визначається конструктивно ($k = 40 - 45$ мм);

l – вільна довжина робочого органу.

За агротехнічними характеристиками (розділ 1) відомо, що для кондиційних коренеплодів величина $h = 20$ мм, а $h_{max} = 120$ мм. Тоді для нормальної роботи очисника величина l повинна дорівнювати

$$l = (1,5 - 2) \Delta h, \quad (5.5)$$

де

$$\Delta h = h_{max} - h = 120 - 20 = 100 \text{ мм.}$$

Тоді підставивши значення величин в рівняння (5.4) отримаємо:

$$R = \frac{108}{2} + 40 + (1,5-2) \cdot 100 = 240 - 400 \text{ мм.}$$

Приймаємо радіус ротора очисника рівним 400 мм і з врахуванням збільшення довжини еластичних робочих органів при їх обертанні під дією відцентрової сили діаметр ротора буде дорівнювати 810 мм.

Знаючи радіус ротора R , межі зміни швидкості руху машини V_m , швидкість обертання вала очисника (прийнята із кінематичної схеми машини $n_2 = 690 \text{ хв}^{-1}$), можна визначити показник кінематичного режиму роботи λ (рівняння 5.3), а також побудувати траєкторію руху кінця біла очисника. Для

цього необхідно радіусом R в масштабі накреслити коло і розділити його на рівну кількість частин, наприклад 8 або 12 (рис. 5.4). Із центра кола в прийнятому масштабі відкладаємо по горизонтальній осі відрізок, який дорівнює

$$L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\lambda} \quad (5.6)$$

Це довжина шляху, який проходить ротор очисника за один оберт вала. Цей відрізок розділимо на таку ж кількість (8 чи 12) рівних частин. Далі за відомою методикою [18] будемо траєкторію руху кінця била очисника. Якщо на цьому рисунку в прийнятому масштабі відкласти положення коренеплодів в рядку з врахуванням відстані між ними, то можна графічним шляхом визначити кількість ударів, які наносять била на коренеплід, видаляючи гичку.

При мінімальному значенні швидкості руху очисника вздовж рядків $V_m = 1$ м/с і частоті обертання ротора $n = 690$ хв⁻¹, значення показника кінематичного режиму роботи буде дорівнювати:

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} = \frac{R \pi n}{30 V_m} = \frac{0,405 \cdot 3,14 \cdot 690}{30 \cdot 1,0} = 29,2. \quad (5.7)$$

Тоді шлях, який проходить очисник за один оберт ротора, буде дорівнювати:

$$L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 405}{29,2} = 87,1 \text{ мм.} \quad (5.8)$$

Побудована траєкторія руху кінця била за цими даними (рис. 5.4) показує, що для найбільш низько розташованих у ґрунті коренеплодів при відстані між ними $l_K = 220$ мм отримують 1–1,2 удари одним робочим органом. Оскільки очисник має два вали і кожна секція вала має чотири лопаті бил то

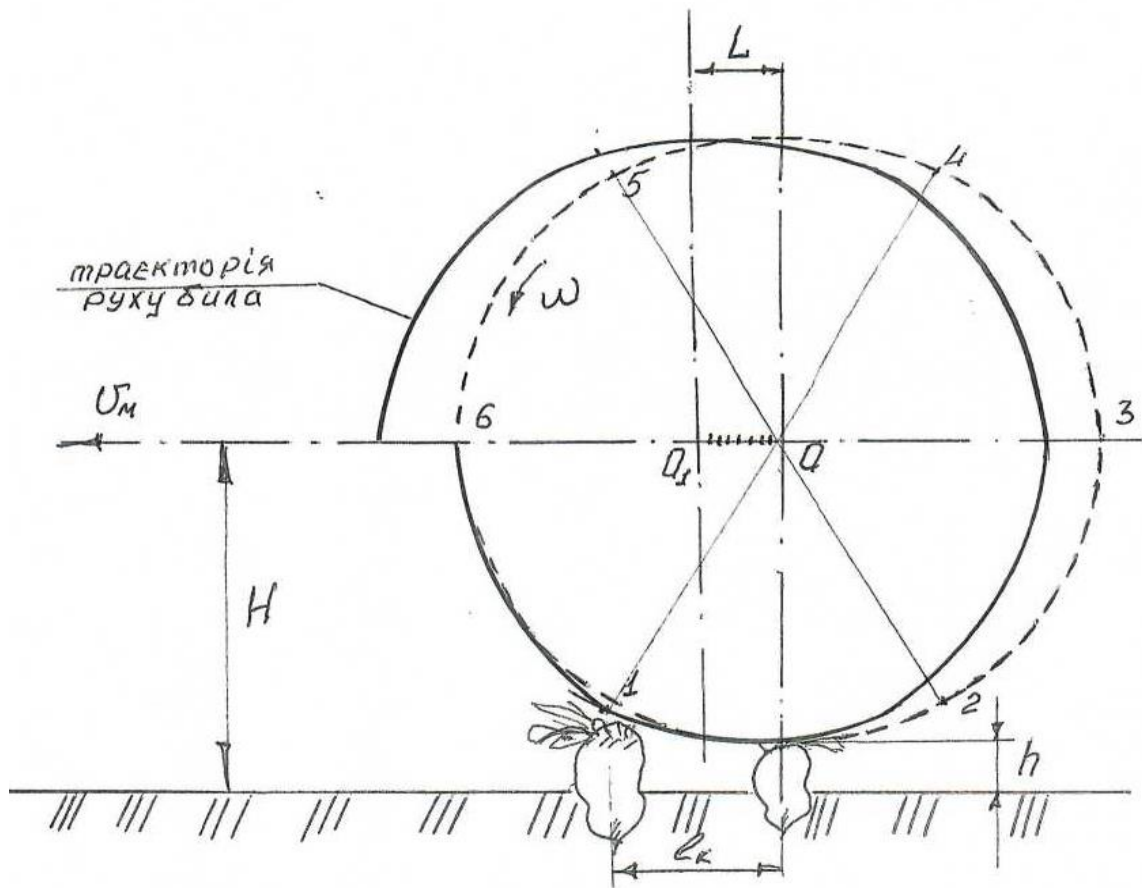


Рисунок 5.4 – Траєкторія руху кінця робочого органу очисника за один оберт вала ротора

такі коренеплоди отримують по 8–10 ударів билами. А більш крупні коренеплоди в такому режимі роботи очисника отримують 15–20 ударів робочих органів, що приводить не тільки до очищення гички, а й до небажаних пошкоджень коренеплодів і вибивання їх з ґрунту. Тому оптимальна швидкість руху очисника має бути в межах 1,5 – 2,0 м/с. При швидкості руху машини $V_m = 1,5$ м/с показник кінематичного режиму роботи дорівнює

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} = \frac{R \pi n}{30 V_m} = \frac{3,14 \cdot 0,405 \cdot 690}{30 \cdot 1,5} = 20.$$

А при швидкості руху машини $V_m = 2,0$ м/с показник кінематичного режиму роботи дорівнює

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} = \frac{R \pi n}{30 V_m} = \frac{3,14 \cdot 0,405 \cdot 690}{30 \cdot 2,0} = 14.$$

Ці значення λ відповідають рекомендованим.

Таким чином, ми встановили основні параметри і режим роботи очисника гички: Діаметр ротора – $D_p = 810$ мм; вільна довжина робочого органу (била) – $l = 300$ мм; частота обертання валів - $n = 690$ хв⁻¹; швидкість руху очисника - $V_m = 1,5 - 2,0$ м/с; показник кінематичного режиму роботи – $\lambda = 14 - 20$.

5.2 Розрахунок приводу вала очисника

За експериментальними даними для приводу робочих органів аналогічних машин необхідна потужність в межах 40 – 46 кВт [22]. Для приводу одного вала приймаємо необхідну потужність $N_1 = 21$ кВт і проводимо розрахунок клинопасового приводу вала очисника. Вихідні дані для розрахунку:

- N_1 – потужність, необхідна для приводу вала очисника, $N_1 = 21$ кВт;
- n_1 – частота обертання ведучого вала, $n_1 = 548$ хв⁻¹;
- n_2 – частота обертання веденого вала, $n_2 = 690$ хв⁻¹;
- i – передаточне число, $i = 1,26$.

1. При заданих параметрах крутний момент на ведучому валу дорівнює:

$$T_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1}, \quad (5.9)$$

$$T_1 = 9550 \frac{21}{548} = 366 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Для веденого вала крутний момент дорівнює:

$$T_2 = 9550 \frac{21}{690} = 290,7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

2. По табл. 2.12 [22] приймаємо перетин пасу «В» з розмірами: $b_p = 19,0$ мм; $h = 13,5$ мм; $b_0 = 22$ мм; $y_0 = 4,8$ мм; $F_l = 2,30$ см² (рис. 5.5).

3. Діаметр більшого шківів у відповідності із рекомендаціями табл. 2.12 [22] дорівнює 200 мм. Але в зв'язку з тим, що всередині нього слід розмістити запобіжну муфту, конструктивно приймаємо діаметр більшого шківів $d_{p1} = 315$ мм.

4. Діаметр меншого шківів визначається по рівнянню:

$$d_{p2} = \frac{d_{p1}}{i(1-\varepsilon)}, \quad (5.10)$$

де ε – коефіцієнт ковзання прогумованого пасу.

$$d_{p2} = \frac{315}{1,26 \cdot (1-0,02)} = 255,1 \text{ мм.}$$

Згідно державного стандарту приймаємо діаметр шківів рівним 250 мм.

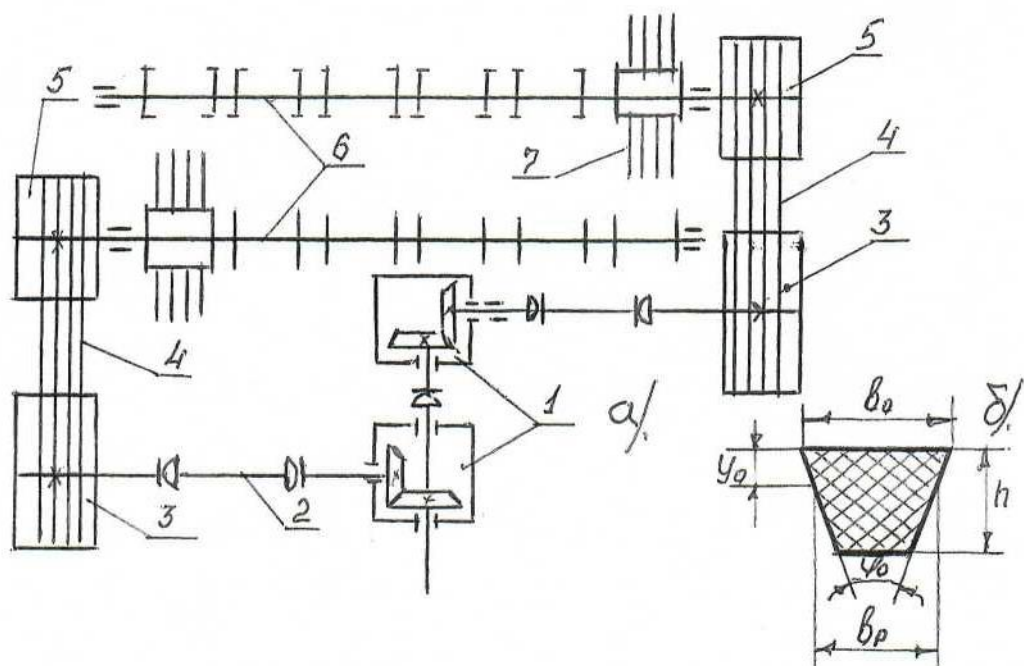


Рисунок 5.5 – Схема приводу очисника гички

5. Фактичне передаточне число дорівнює:

$$i_p = \frac{d_{p1}}{d_{p2}(1-\varepsilon)} = \frac{315}{250 \cdot (1-0,02)} = 1,24 \quad (5.11)$$

6. Швидкість пасу буде дорівнювати:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 315 \cdot 548}{60 \cdot 1000} = 9,04 \text{ м/с.} \quad (5.12)$$

7. Міжосьова відстань буде дорівнювати:

$$a = 0,95 d_{p1} = 0,95 \cdot 315 = 299,3 \text{ мм.} \quad (5.13)$$

Але в зв'язку з тим, що на веденому валу очисника необхідно встановити робочі органи з діаметром ротора $D_p = 810$ мм, приймаємо $a = 660$ мм.

8. Розрахункова довжина пасу визначається рівнянням:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{4} \quad (5.14)$$

$$L = 2 \cdot 660 + \frac{3,14}{2} (315 + 250) + \frac{(315 - 250)^2}{4} = 2209 \text{ мм.}$$

Стандартна довжина пасу дорівнює $L = 2240$ мм.

9. По стандартній довжині пасу L уточнюємо дійсну міжосьову відстань:

$$a = \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2L - \pi(d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p1} - d_{p2})^2}}{8} \quad (5.15)$$

$$a = \frac{2 \cdot 2240 - 3,14(315 + 250) + \sqrt{(2 \cdot 2240 - 3,14(315 + 250))^2 - 8(315 - 250)^2}}{8} = 675 \text{ мм.}$$

10. Мінімальна міжосьова відстань для зручності монтажу і знімання пасів:

$$a_{min} = a - 0,01L = 675 - 0,01 \cdot 2240 = 653 \text{ мм} \quad (5.16)$$

Максимальна міжосьова відстань для створення натягу і підтягування пасів при розтяжці:

$$a_{max} = a + 0,025L = 675 + 0,025 \cdot 2240 = 730 \text{ мм.} \quad (5.17)$$

11. Кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_2 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{p1} - d_{p2}}{a} \quad (5.18)$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 60^\circ \frac{315 - 250}{470} = 171,7^\circ > [\alpha_2] = 110^\circ.$$

12. Вихідна довжина пасу (табл. 2.15) $L_0 = 3750$ мм. Відносна довжина

$$L/L_0 = 2240/3750 = 0,6.$$

13. Коефіцієнт довжини $C_L = 0,89$.

14. Вихідна потужність при $d_p = 250$ мм і $V = 9,04$ м/с (табл. 2.15) $N_0 = 6,63$ кВт.

15. Коефіцієнт кута обхвату дорівнює $C_\alpha = 0,98$.

16. Поправка до крутного моменту на передаточне число

$$\Delta T_i = 5,8 \text{ Нм.}$$

17. Поправка до потужності:

$$\Delta N_i = 0,001 \Delta T_i \cdot n = 0,0001 \cdot 5,8 \cdot 690 = 0,4 \text{ кВт.} \quad (5.19)$$

18. Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні (табл.2.8): $C_p = 0,92$;

19. Допустима потужність на один пас:

$$[N] = (N_0 C_\alpha C_L + \Delta N_i) C_p = (6,63 \cdot 0,98 \cdot 0,86 + 0,4) \cdot 0,92 = 5,5 \text{ кВт} \quad (5.20)$$

20. Розрахункова кількість пасів системи приводу буде дорівнювати:

$$Z = \frac{N}{[N]} = \frac{21}{5,5} = 3,8 \quad (5.21)$$

21. Коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантаження, дорівнює: $C_z = 0,95$;

22. Дійсна кількість пасів в передачі:

$$Z' = \frac{Z}{[N]} = 4,0 \quad (5.22)$$

Приймаємо кількість пасів для приводу переднього і заднього валів очисника рівне 4.

23. Сила початкового натягу одного клинового пасу:

$$S_{01} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot Z'} + qV^2, \quad (5.24)$$

де: q – погонна маса пасу (кг/м).

$$S_{01} = \frac{780 \cdot 21}{9,04 \cdot 0,98 \cdot 0,82 \cdot 4} + 0,3 \cdot 9,04^2 = 724,0 \text{ Н.}$$

24. Сили, які діють на вали:

$$Q = 2 \cdot S_{01} \cdot Z' \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 724 \cdot 4 \cdot 0,92 = 5328,6 \text{ Н} \quad (5.25)$$

25. Зовнішні діаметри шківів будуть дорівнювати:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2b = 315 + 2 \cdot 3,3 = 321,6 \text{ мм} \quad (5.26)$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 250 + 2 \cdot 3,3 = 256,6 \text{ мм} \quad (5.27)$$

26. Ширина ободу шківів буде дорівнювати:

$$M = (Z' - 1)e + 2f, \quad (5.28)$$

де: e – відстань між осьовими суміжних струменів шківа;

f – відстань від осьової крайнього струменя шківа до торця.

$$M = (4 - 1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17 = 111 \text{ мм.}$$

Приймаємо ширину обода рівною 112 мм.

Таким чином, проведений розрахунок показує, що для забезпечення нормальної роботи очисника гички необхідно в системі приводу мати 4 паси типу «В» довжиною 2240 мм. При цьому ширина ободу шківів дорівнює 112 мм.

Отримані результати враховуються при проєктуванні вузлів і деталей очисника гички столових коренеплодів.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Основні правила з техніки безпеки

Під час експлуатації удосконаленого очисника гички необхідно 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) [26].

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 знаходяться в транспортному положенні. Для проведення таких робіт необхідно зафіксувати рамку гичкоріза механічним фіксатором, а в місцях піддомкращення поставити спеціальні підставки, під колеса – гальмівні башмаки. При піддомкращуванні машини в випадку слабого ґрунту під домкрат необхідно підставити міцну дошку, але

ні в якому випадку не підкладку з крихкого матеріалу. Всі огороження 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 неогорожених робочих органів і деталей, які обертаються. Не розпочинати роботу при знятих огороженнях.

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° . 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 9x42 з тиском 2 кг/см². 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 підймання 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 повстю, 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:

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

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.

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

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;

$f_{ET} = 0,65$ – 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.

7 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ

Удосконалення конструкції доочисника гички столових 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 проєкту представлені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина	Розроблена
1. Продуктивність, га/год.	1,0	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Вартість машини, грн.	67000	68700
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість зібраних рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1

Затрати праці на очищенні гички столових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \quad (7.1)$$

де: m – кількість обслуговуючого персоналу;

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

При очищенні гички столових буряків базовою машиною затрати праці становлять:

$$H_6 = \frac{1}{1} = 1,0 \text{ люд.год./га.}$$

При очищенні гички столових буряків розробленою машиною затрати праці будуть становити:

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

Зниження затрат праці при використанні модернізованої машини будуть становити:

$$H_z = H_6 - H_M = 1,0 - 0,81 = 0,19 \text{ люд.год./га}$$

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

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (7.2)$$

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

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

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

$C_{\text{ПММ}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. Враховуючи, що з 1 квітня 2024 р. мінімальна заробітна плата становить 8000 грн., оплата за норму виробітку становить 348 грн. [28]. За 1 га зібраного поля основна оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{zm}} \quad (7.3)$$

де C^T - оплата праці за норму виробітку по тарифній сітці.

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

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

$$C_{OB}^1 = \frac{348,0}{7,0} = 49,7 \text{ грн./га}$$

Крім того в господарствах проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 24,9 грн./га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 6,0 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{об}^H = 49,7 + 24,9 + 24,9 + 6,0 = 105,4 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{OM}^1 = \frac{348,0}{8,68} = 40,1 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно, крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 20,0 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 4,8 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{ом}^H = 40,1 + 20,0 + 20,0 + 4,8 = 85,0 \text{ грн./га.}$$

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

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

де C – ціна машини, грн.;

D – кількість днів роботи в рік;

K – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для доочисника гички машини становить 15 % [18]. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{67000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 26,59 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконаленого очисника гички будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{68700 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 21,98 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_p = \frac{C \cdot \beta}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (7.5)$$

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

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

$$C_{р.б} = \frac{67000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 26,59 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{p.m} = \frac{68700 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 21,98 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{П}} \cdot G_{\text{га}} \quad (7.6)$$

де $C_{\text{П}}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$g_{\text{га}}$ – 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 слідуєчі норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива [28]:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні 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 59,6 грн./кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 59,6 \cdot 10,75 = 640,7 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 59,6 \cdot 8,65 = 515,5 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 105,4 + 26,59 + 26,59 + 640,7 = 799,3 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{м}} = 85,0 + 21,98 + 21,98 + 515,5 = 644,5 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 799,3 - 644,5 = 154,8 \text{ грн./га.} \quad (7.7)$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	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	799,3	644,5
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	105,4	85,0
- амортизаційні відрахування	26,59	21,98
- затрати на ремонт і ТО	26,59	21,98
- затрати на ПММ	640,7	515,5
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	154,8
6. Річний економічний ефект, грн.	-	15480
7. Строк окупності затрат, років	-	4,4

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_b = \frac{154,8 \cdot 100}{799,3} = 19,4 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні на площі 100 га становитиме:

$$E_p = 154,8 \cdot 100 = 15480 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{I_M}{E_p} \quad (7.8)$$

$$E_o = \frac{68700}{15480} = 4,4 \text{ років.}$$

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

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Фізико-механічні характеристики столових буряків змінюються в великих межах в залежності від сорту, умов вирощування і впливають на якість виконання збиральних робіт. Впровадження передових технологій сприяє не тільки підвищенню врожайності цієї культури, але й поліпшенню економічних показників.

2. Існуючий парк бурякозбиральних машин є досить ефективним і надійним в роботі при збиранні цукрових буряків. Але при збиранні столових коренеплодів вони не забезпечують необхідну якість.

3. Розроблений очисник очищає гичку або її залишки шляхом оббивання еластичними робочими органами. Розраховані параметри і режим роботи дозволяють отримати якісні показники збиральних робіт.

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

5. Розроблена конструкція очисника гички для столових буряків дає економічний ефект при впровадженні 154,8 грн/га. При цьому затрати праці знижуються на 0,09 люд.год/га, а затрати на виготовлення машини окупаються за чотири роки її експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вдовенко С. А., Паламарчук І. І. Буряк столовий. Сортовивчення, технологія вирощування. Вінниця: ВНАУ, 2023. 204 с. Видавництво ТОВ "Друк" 204 с.
2. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Барабаш О. Ю. та ін. Технологія вирощування овочів і плодів. К.: Вища школа, 1993. 328 с.
4. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва. К.: Арістей, 2005. 344 с.
5. Гадзало Я. М, Роїк М. В., Кондратенко П. В, Висоцький Т. М., Могильна О. М. Державна цільова програма розвитку овочівництва на період до 2025 року. Селекційне: ІОБ НААН. 2020. 62 с.
- 6 Кошкіна І. Овочі «борщового набору» в Україні: дефіциту не очікується, проте імпорт можливий// <https://kurkul.com/spetsproekty/1523-ovochoi-borschovogo-naboru-v-ukrayini-defitsitu-ne-ochikuyetsya-prote-import-mojliviy>.
7. Власова О. Особливості вирощування та догляду за буряком столовим//Агрономія сьогодні. 07 лютого 2020.- <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/16497-osoblyvosti-vyroshchuvannia-ta-dohliadu-za-buriakom-stolovym.html>.
8. Енеді К.Л., Садовська Н.П. Урожайність буряка столового залежно від строків висіву//«Young Scientist».- №2(29). – 2016- Сільськогосподарські науки, № 143.
9. Комбайни для збирання моркви та столового буряку// <https://agrolines.com.ua/uk/mashyny-dlia-zbyrannia-vrozhaiu/kombainy-dlia-zbyrannia-morkvy-ta-stolovoho-buriaku>.

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 коренеплодів 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 / Писаренко 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. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю. Ільченко, В.П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. –К.: Урожай, 1993. 224 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.