

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«__» _____ 2023 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)

тема проекту: «Комплексна механізація вирощування цукрових буряків з
удосконаленням очисника головок кормових коренеплодів»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Люшняк Денис Ігорович
(прізвище та ініціали)

Керівник к.е.н., доцент Кутковецька Т.О.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2023

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ	6
1.1. Огляд технологій збирання цукрових буряків	6
1.2. Огляд конструкцій машин для збирання гички	8
Висновки по розділу	15
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
2.1. Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів і його будова	16
2.2. Енергетичний розрахунок до очисника головок коренів	18
2.3. Розрахунок пальця кріплення копіювального пристрою	21
2.4. Розрахунок на міцність пера копіра	24
Висновки по розділу	28
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	29
3.1. Організація умов та заходів з охорони праці в господарстві	29
3.2. Аналіз умов та заходів з охорони праці під час вирощування цукрових буряків	30
3.3. Розробка організаційно-технічних заходів при роботі на машині БМ-6А	31
Висновки по розділу	32
РОЗДІЛ 4. Економічне обґрунтування проекту	33
Висновки по розділу	39
Загальні висновки	40
Список використаних джерел	41

ВСТУП

Найбільш трудомісткими, що потребують багато затрат енергії та грошових коштів, є операції збирання цукрових буряків. Вони включають: зрізання гички та її транспортування до місць силосування, очистка головок коренеплодів від залишків гички, викопування коренеплодів, очищення їх від землі і транспортування на завод або вкладання в тимчасові кагати. Від своєчасного та якісного збирання цукрових буряків залежить повнота збирання вирощеного урожаю й 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 недосконалість технологій збирання гички та робочих органів гичкозбиральних машин. Існуючою технологією передбачається проводити зрізання гички з головою коренеплоду. При цьому майже всі коренеплоди травмуються, а валовий збір цукроносної маси зменшується на 10...15 %.

З метою усунення даних недоліків пропонується технологія, при якій гичка зрізається безкопірним способом вище рівня головки коренеплоду, а потім залишки гички видаляються спеціальним доочисником головок коренеплодів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

1.1 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.

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 [2].

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.

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

1. Зріз гички на фіксованій висоті (безкопінний зріз) активними роторними пристроями з послідуєчим 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 ножем. Доочищення гнучкими елементами.

3. Копіювання головки коренеплоду на висоті з послідуєчим 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 міцнісних властивостях гички та головки коренеплода. Можливості щодо конструювання доочисників головок коренеплодів та технологічного процесу їх роботи дуже широкі.

Значного розповсюдження набули одно - та дводольні доочисники із

гумовими чи гумометалічними робочими органами, котрі рухаються вздовж рядка і обертаються в протилежний бік руху агрегату. Основна складність доочисників полягає в тому, що висота головки коренеплода 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 послідуочим підбиранням спеціальним підбирачем.

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 [5, 9].

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

1.2 Огляд конструкцій машин для збирання гички

До вітчизняної гичкозбиральної техніки відносяться машини БМ-6 та модернізована БМ-6А, а також одно- та двовальні очисники.

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 [12].

Дана машина загалом задовольняє стандартні вимоги, що ставляться до очищення гички, проте в певних випадках можливі відхилення від заданих параметрів. Так, наприклад, при розташуванні головок коренеплодів на рівні ґрунту, або нижче рівня ґрунту, неможливий зріз в зоні вічок, а поширений 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.

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.

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. 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 гребневим копіром проводить дообрізання, а далі розміщені еластичні лопаті доочищають головки коренеплодів (рис. 1.1). Обрізання гички в машинах фірми «Еріо» 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 «Морро».

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.

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.

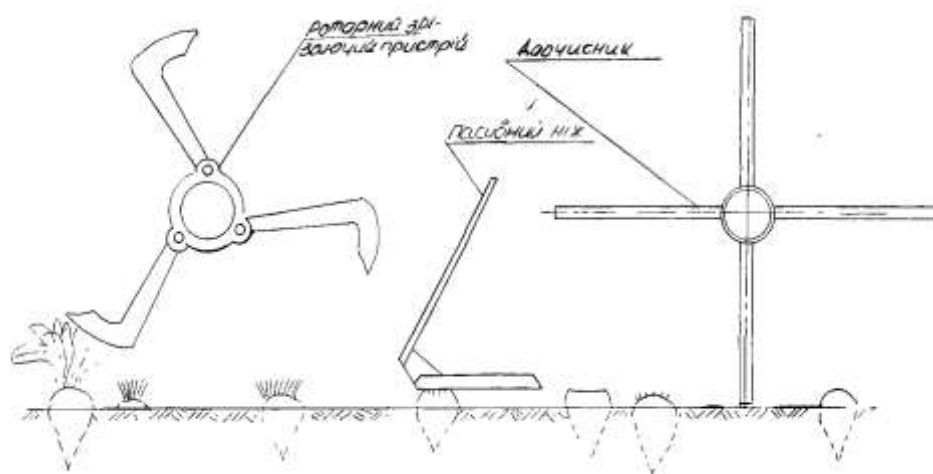


Рисунок 1.1 – Принципова технологічна схема роботи гичкозбиральної машини фірми «MOTRO» Франція

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 [8].

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.

В Чехії застосовують техніку на збирання цукрових буряків аналогічну як, в країнах колишнього союзу. Проте з деякими модифікаціями (рис 1.2).

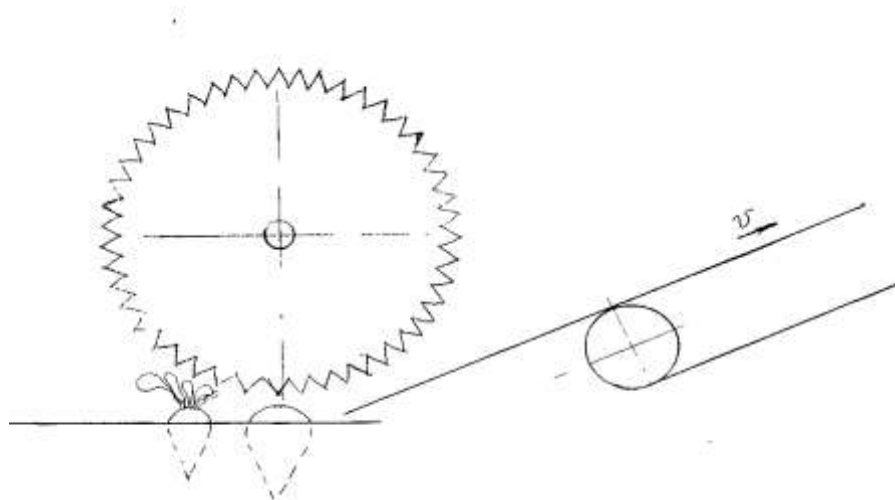


Рисунок 1.2 – Схема робочих органів машини 6-OCS (Чехія)

Ефективність роботи гичкозбиральних машин значною мірою залежить від якості зрізання гички. Однак в зв'язку з механізацією формування густоти насаджень, що в свою чергу погіршує рівномірність розподілу коренеплодів в рядку, інколи одним зрізом не вдається досягнути необхідної якості обрізання гички особливо на підвищених робочих швидкостях.

Саме з цієї причини для доочищення головок коренеплодів застосовують спеціальні доочисники. Процес доочистки головок коренеплодів являється важливою проблемою, вирішення якої дозволять зменшити відходи цукроносної маси, виключити відходи ручної праці на доочищення, зменшити кількість гички у воросі коренеплодів, що прямо впливає на вихід цукру.

Аналіз літератури показує, що на даний час в нашій країні і за кордоном застосовуються доочисники головок коренеплодів різних конструкцій і принципів роботи. Вся різноманітність доочисників класифікується за типом робочих органів (доочищувальних елементів) та за напрямком їх відносного руху.

Найбільше розповсюдження здобули доочисники з роторним робочим органом, який обертається в протилежну руху машини сторону. Вал з робочими органами розташовується перпендикулярно до рядків. Основним недоліком даних доочисників є те, що лопаті (рис. 1.3) обертаючись входять в контакт із ґрунтом і на тертя по ґрунту витрачається велика потужність. Крім того при високому виступанні головки коренеплоду можливе вибивання його із ґрунту [12].

Очисники даного типу використовуються майже в усіх бурякосіючих країнах з різними модифікаціями робочих органів (лопатей). Основною ж їх перевагою є те, що свою працездатність вони зберігають і на підвищених швидкостях, а при встановленні вала під кутом і видаляють рештки.

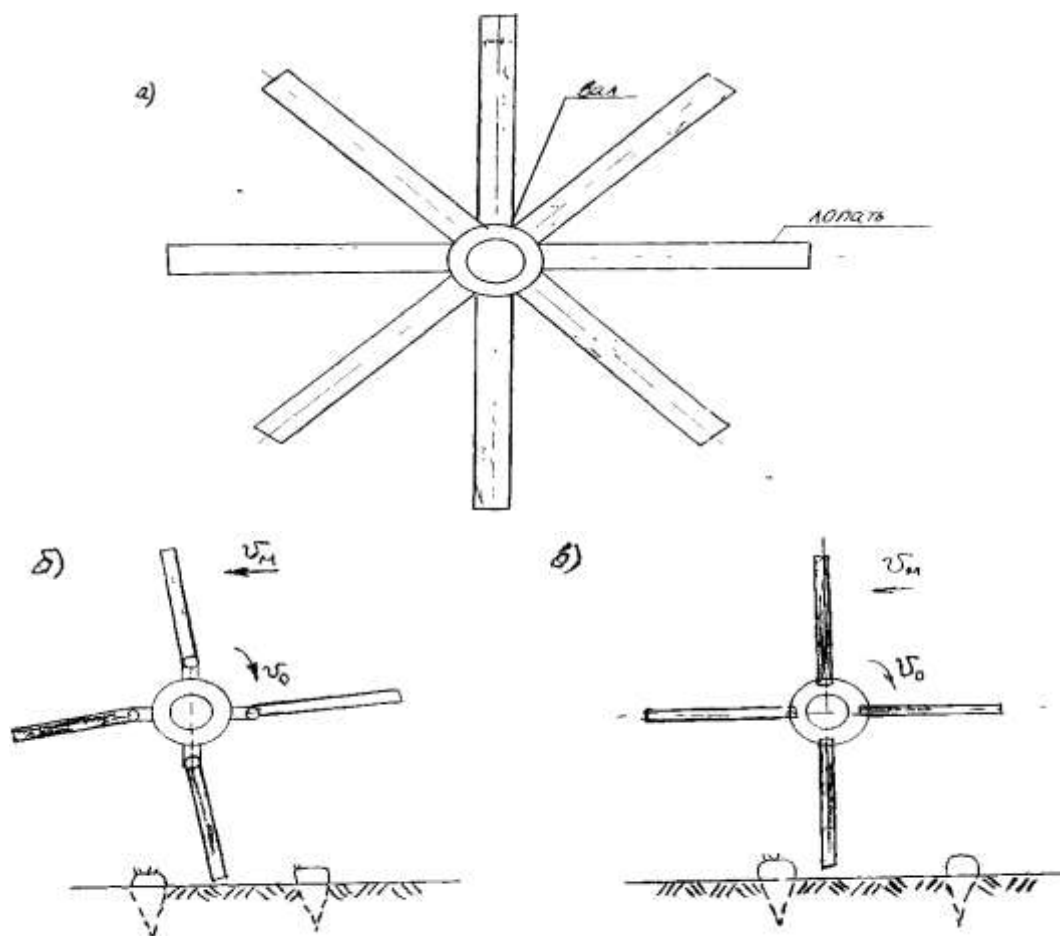


Рисунок 1.3 – Робочий орган лопатевого очисника а, б, в – модифікації

Інші види конструкцій отримали обмежене застосування. У Німеччині велись розробки по створенню очисників з комбінованим рухом (коливального типу). Проте із-за низької надійності в роботі дані робочі органи (рис. 1.4) не були впровадженні в виробництво.

Були спроби і розташувати вал з очисними лопатями і вздовж рядків, проте збільшення рядності збиральних машин зробило конструкцію недоцільною.

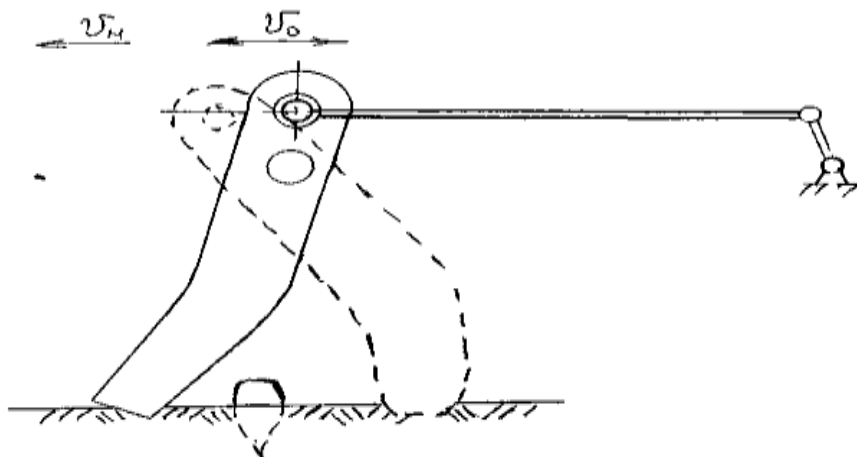


Рисунок 1.4 – Схема робочого органа очисника коливального типу

Достатньо широкого розповсюдження набули очисники роторно-гвинтового типу (рис. 1.5), які також видаляють рештки гички з рядка, проте при підвищених швидкостях даного типу очисників являється пошкодження коренеплодів і навіть їх вибивання з рядка.

Очисник з робочими органами, які представляють собою набір дисків з зубчатою робочою поверхнею і пасивним копиром (рис. 1.6) ковзаючого типу за результатами досліджень показав низьку якість очистки при значних пошкодженнях коренеплодів.

За розташуванням в технологічній схемі переважний розвиток отримало встановлення очисника за гичкозрізувальними робочими органами машини.

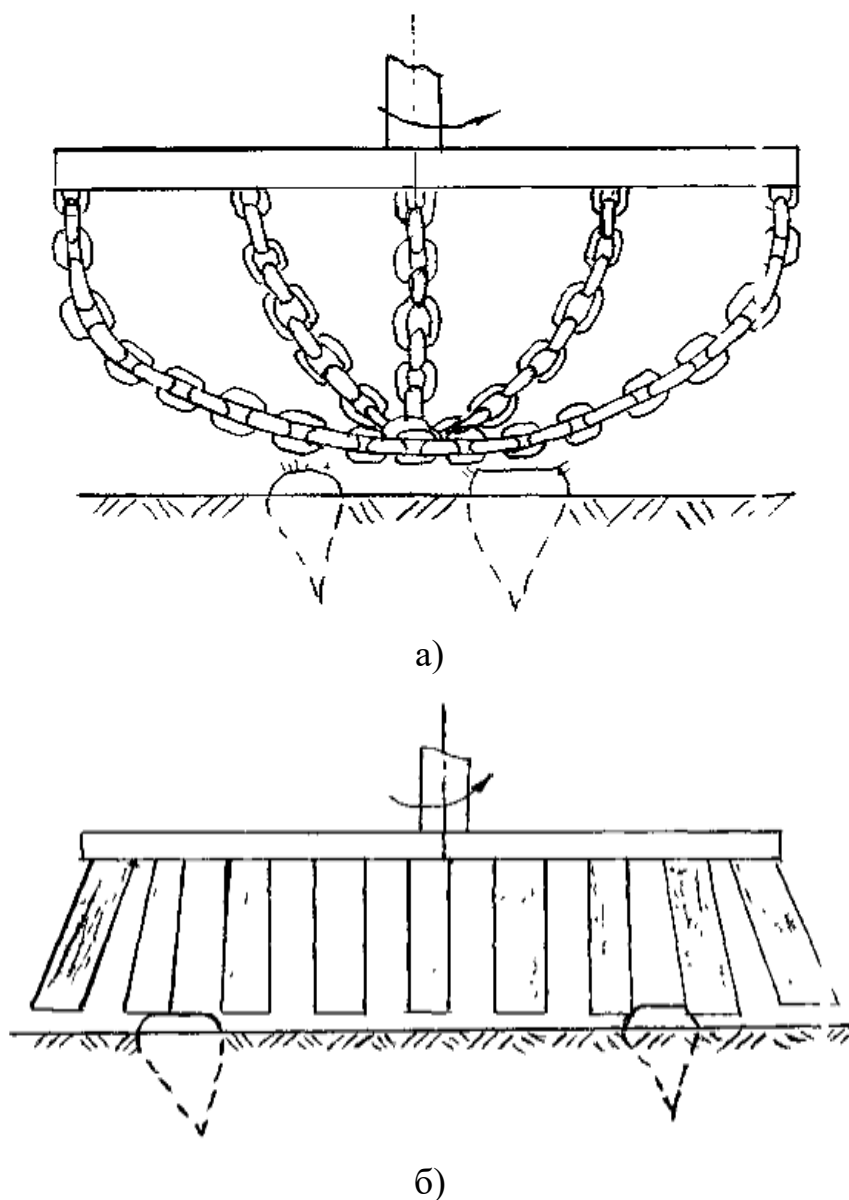


Рисунок 1.5 – Робочі органи очисників з вертикальною віссю обертання
(а – лопатевий, б – ланцюговий)

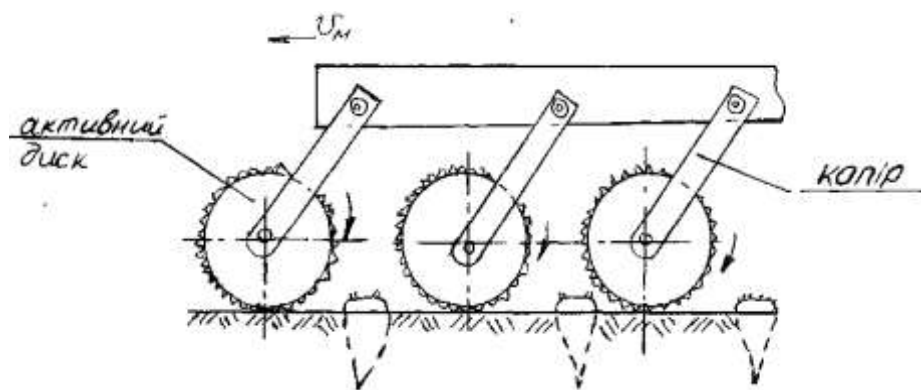


Рисунок 1.6 – Робочі органи доочисника

В самохідних комбайнах для збирання коренеплодів очисник розміщується

між гизчкозрізуючими і викопуючими робочими органами. Основний тип кріплення робочих елементів до корпусу очисника – шарнірний, проте існують конструкції з жорстким кріпленням очисних елементів, що значно спрощує конструкцію і підвищує її надійність. Проте в цьому випадку зростає кількість пошкоджених коренеплодів.

Висновки по розділу

Для якісного збирання коренеплодів важливо, щоб очисники не лише очищували головки коренеплодів, а і видаляли рештки гички з рядків на зібрану частину поля. З цією метою були розроблені роторні очисники, вал яких розміщено під кутом до осі рядка (БМ-6, БМ-6А).

За типом приєднання очисника до машини переважне поширення набули причіпні та начіпні очисники. Привід таких очисників комбінований: редуктори, кардани, ланцюги і паси.

Велика різноманітність очисників і принципу їх дії вказує на те, що ще не визначилась конструкція, яка б в повній мірі задовольнила тим вимогам, що пред'являються до очисників.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів і його будова

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 вісі рядка для видалення рештків гички із зони рядків на вже зібрану частину поля. Даний принцип роботи закладено в технологічну схему доочисника головок коренеплодів ОГК-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 ОГК-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 [3].

Насамперед, внаслідок застосування копіюючого пристрою 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 самотійно або в агрегаті з гичкозрізувальною машиною БМ-6 (БМ-6А).

Доочисник складається із рами (див. констр. частину проекту) на якій змонтовано механізм приводу, опорно-копіюючі колеса і робочі органи. Механізм приводу включає: карданний вал, редуктор і клинопасову передачу. Робочі органи представлені у вигляді пакетів бил, що кріпляться шарнірно на валу.

Працює доочисник наступним чином. При пересуванні доочисника по полі потужність від ВВП трактора через карданний вал, редуктор і клинопасову передачу передається на вал з пакетами бил, що обертаються. Очищення головок коренеплодів здійснюється завданням ударів билами по залишках гички на головках коренеплодів [3].

Для запобігання тертя бил по ґрунті існує копіювальний механізм, який при наїжджанні на головку коренеплоду піднімається вгору 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 [12].

Була 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.

2.2 Енергетичний розрахунок доочисника головок коренеплодів

Розрахунок потужності очисника головок коренеплодів проводимо згідно методики викладений в [11].

Загальна потужність N_o очисника головок коренеплодів є сума потужностей на пересування очисника N_n і на обертання вала з робочими органами N_p .

$$N_o = N_n + N_p, \quad (2.1)$$

В свою чергу:

$$N_p = N_{тп} + N_{оп} + N_{дл} + N_{вр} + N_{рз}, \quad (2.2)$$

де $N_{тп}$ – потужність на подолання сил тертя робочих органів по ґрунту, кВт;

$N_{оп}$ – потужність на подолання опору повітря обертання ротора, кВт;

$N_{\text{дл}}$ – потужність, що затрачається на деформацію лопатей, кВт;

$N_{\text{вр}}$ – потужність, що витрачається на видалення решток гички з рядка, кВт;

$N_{\text{рз}}$ – потужність, що витрачається на руйнування зв'язків черенків з головою коренеплоду, кВт.

Розрахунок проводимо паралельно для серійної і проектованої машини [10].

Потужність на пересування машини по полі:

$$N_{\text{п}} = V_{\text{м}} \cdot (f + i_{\text{м}}) \cdot G_{\text{м}}, \quad (2.3)$$

де $V_{\text{м}}$ – робоча швидкість машини, м/с, $V_{\text{м}} = 1,8$ м/с;

f – коефіцієнт опору кочення коліс машини, $f = 0,12$;

$G_{\text{м}}$ – вага машини, кН відповідно $G_{\text{м}}^{\text{пр}} = 8$ кН, $G_{\text{м}}^{\text{с}} = 7,024$ кН;

$i_{\text{м}}$ – синус кута нахилу поля, $i_{\text{м}} = \sin 3^{\circ} = 0,052$.

Тоді,

$$N_{\text{п}}^{\text{пр}} = 1,8 \cdot (0,12 + 0,052) \cdot 8 = 2,16 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{п}}^{\text{с}} = 1,8 \cdot (0,12 + 0,052) \cdot 7,024 = 1,89 \text{ кВт.}$$

Потужність на подолання сил тертя між лопатями і землею:

$$N_{\text{тп}} = P_{\text{н}} \cdot f_{\text{п}} \cdot \sqrt{\frac{\varphi}{9} \cdot V_{\text{р}}^2 \cdot \cos^2 \beta + \frac{\varphi}{3} \cdot V_{\text{р}} \cdot V_{\text{м}} \cdot \cos \beta + \sin \gamma_{\text{р}} + V_{\text{м}}^2}, \quad (2.4)$$

де $P_{\text{н}}$ – нормальна реакція поверхні ґрунту, $P_{\text{н}} = 0,724$ кН;

$f_{\text{п}}$ – коефіцієнт тертя ковзання лопатей по ґрунту, $f_{\text{п}} = 0,42$;

φ – максимальний кут повороту граничних перерізів елементу ротора при заданій деформації, $\varphi = 1,5$ рад;

$V_{\text{р}}$ – швидкість ротора, $V_{\text{р}} = 20,4$ м/с;

β – кут повороту елемента ротора з моменту контакту лопаті з головою коренеплоду до її вертикального положення, $\beta = 35^{\circ}$;

$\gamma_{\text{р}}$ – кут встановлення осі машини до осі ротора, $\gamma_{\text{р}} = 75^{\circ}$.

Зауважимо, що для проектованої машини $N_{\text{та}}^{\text{пр}} = 0$.

$$N_{\text{тп}}^{\text{с}} = 0,724 \cdot 0,42 \cdot \sqrt{\frac{1,5}{9} \cdot 20,4^2 \cdot \cos^2 35^{\circ} + \frac{1,5}{3} \cdot 20,4 \cdot 1,8 \cdot \cos 35^{\circ} + \sin 75^{\circ} + 1,8^2} = 2,46 \text{ кВт.}$$

Потужність на подолання опору повітря:

$$N_{\text{оп}} = \frac{K_{\text{заг}} \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot i_{\text{заг}} \cdot v_{\text{к}} \cdot n_{\text{р}}^3 \cdot (R_{\text{р}}^4 - R_{\text{т}}^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot g}, \quad (2.5)$$

де $K_{\text{заг}}$ – загальний аеродинамічний коефіцієнт обертання ротора,
 10^{-3} ;

$$K_{\text{заг}} = 6 \cdot$$

$\gamma_{\text{п}}$ – густина повітря, $\gamma_{\text{п}} = 12,9 \cdot 10^{-3}$ кН/м³;

$i_{\text{заг}}$ – загальна кількість очисних елементів $i_{\text{заг}}^{\text{пп}} = 672$ шт., $i_{\text{заг}}^{\text{с}} = 96$ шт.;

$v_{\text{к}}$ – ширина очисного елемента, $v_{\text{к}}^{\text{с}} = 0,042$ м, $v_{\text{к}}^{\text{пп}} = d_{\text{с}} = 0,004$ м;

$n_{\text{р}}$ – частота обертання ротора очисника, $n_{\text{р}} = 540$ об/хв;

$R_{\text{р}}$ – радіус ротора, $R_{\text{р}}^{\text{пп}} = 0,36$ м, $R_{\text{р}}^{\text{с}} = 0,34$ м;

$R_{\text{т}}$ – радіус труби (вала), $R_{\text{т}} = 0,041$ м;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

$$N_{\text{оп}}^{\text{пп}} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 672 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,004 \cdot 540^3 \cdot (0,36^4 - 0,041^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot 9,81} = 10,85 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{оп}}^{\text{с}} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 96 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,042 \cdot 540^3 \cdot (0,34^4 - 0,041^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot 9,81} = 16,07 \text{ кВт.}$$

Потужність на руйнування зв'язків черенків з головкою коренеплоду:

$$N_{\text{рз}} = \frac{P_{\text{р}} \cdot \pi \cdot n_{\text{р}} \cdot \left(R_{\text{р}} - \frac{a_{\text{с}}}{2} \right)}{30}, \quad (2.6)$$

де $P_{\text{р}}$ – сила опору руйнування зв'язків черенків з головкою коренеплоду,

$$P_{\text{р}} = 12,3 \cdot 10^{-3} \text{ кН};$$

$a_{\text{с}}$ – середня висота черенків після зрізання гички, $a_{\text{с}} = 0,02$ м.

$$N_{\text{рз}}^{\text{пп}} = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,36 - \frac{0,02}{2} \right)}{30} = 0,24 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рз}}^{\text{с}} = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,34 - \frac{0,02}{2} \right)}{30} = 0,23 \text{ кВт.}$$

Потужність на видалення рештків гички з рядка:

$$N_{\text{вр}} = V_{\text{м}} \cdot \frac{60}{n_{\text{р}}} \cdot K_{\text{в}} \cdot \frac{1}{g} \cdot v_{\text{р}} \cdot a_{\text{с}} \cdot \sqrt{V_{\text{м}}^2 + V_{\text{р}}^2 + 2V_{\text{м}} \cdot V_{\text{р}} \cdot \sin \gamma_{\text{р}}}, \quad (2.7)$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує багатократність дії елементів ротора на частинки

рештків рослин, $K_b = 3$;

B_p – робоча ширина захвату машини, $B_p = 2,7$ м.

$$N_{вр}^{пр} = 1,8 \cdot \frac{60}{540} \cdot 8 \cdot \frac{1}{9,81} \cdot 2,7 \cdot 0,02 \cdot \sqrt{1,8^2 + 20,4^2 + 2 \cdot 1,8 \cdot 20,4 \cdot \sin 75^\circ} = 0,15 \text{ кВт.}$$

$$N_{вр}^c = 0,15 \text{ кВт.}$$

Потужність на деформацію лопатей:

$$N_{дл} = \frac{i_{заг} \cdot E \cdot I \cdot \varphi \cdot K_e}{450 \cdot H_o}, \quad (2.8)$$

де E – модуль пружності матеріалу, $E^c = 1,4 \cdot 10^2$ – для лопатей,

$E^{пр} = 1,1 \cdot 10^2$ – для матеріалу бил;

I – найменший момент інерції поперечного перерізу елемента очисника, $I^{пр} = 1,256 \cdot 10^{-3}$, см⁴; $I^c = 2,3 \cdot 10^{-3}$ см⁴;

K_e – коефіцієнт, що враховує кількість елементів, котрі знаходяться в контакті з головою коренеплоду, $K_e^{пр} = 0,25$, $K_e^c = 0,31$;

H_o – вільна довжина очисних елементів, $H_o^{пр} = 28$ см, $H_o^c = 27$ см.

$$N_{дл}^{пр} = \frac{672 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,256 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 0,25}{450 \cdot 28} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ кВт.}$$

$$N_{дл}^c = \frac{96 \cdot 1,4 \cdot 10^2 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 0,31}{450 \cdot 27} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Таким чином, загальна потужність:

$$N_o^{пр} = 2,16 + 0 + 10,85 + 0,24 + 0,15 + 2,2 \cdot 10^{-3} = 13,4 \text{ кВт.}$$

$$N_o^c = 1,89 + 2,46 + 16,07 + 0,23 + 0,15 + 0,77 = 21,57 \text{ кВт.}$$

2.3 Розрахунок пальця кріплення копіювального пристрою

Для визначення упорних реакцій складемо розрахункову схему (рис. 2.1).

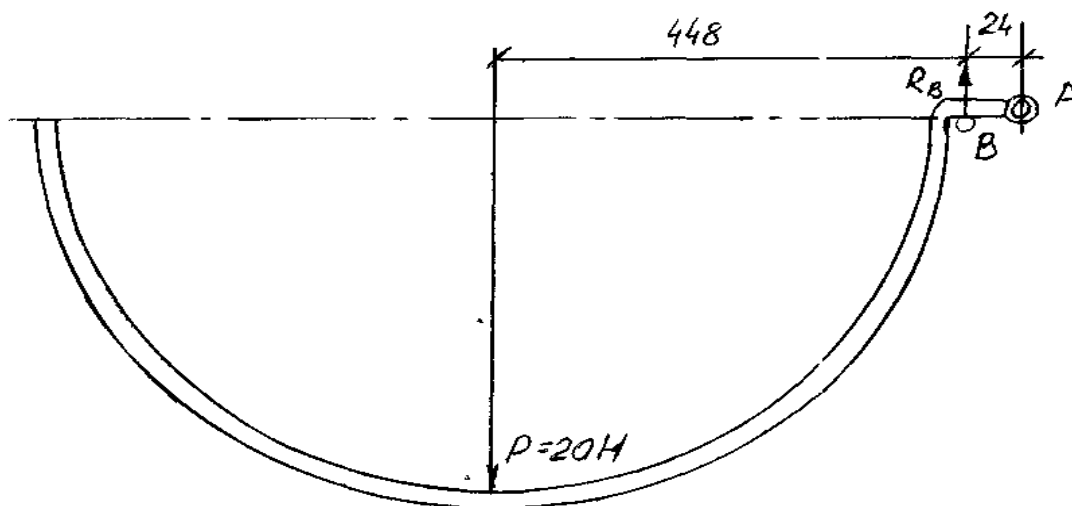


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема копіювального пристрою

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

$$\Sigma M_a = P \cdot 448 - R_b \cdot 24 = 0.$$

Звідки:

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

Далі представимо палець у вигляді балки на опорах і вкажемо сили, що діють (рис. 2.2)

Згідно вказаної схеми визначимо реакції опор R_a та R_m .

Складемо рівняння моментів відносно т. А.

$$\Sigma M_a = P \cdot 44 + P \cdot 88 + P \cdot 132 + P \cdot 176 - R_m \cdot 220 = 0.$$

Звідки:

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

За аналогією $R_a = 766 \text{ Н.}$

Для побудови епюр поперечних сил та згинаючих моментів візьмемо найбільш характерні точки: А, В, С, D, Е, М [10].

Точки А, М:

$$Q_a = Q_m = R_a = R_m = 766 \text{ Н;}$$

$$M_a = M_m = 0$$

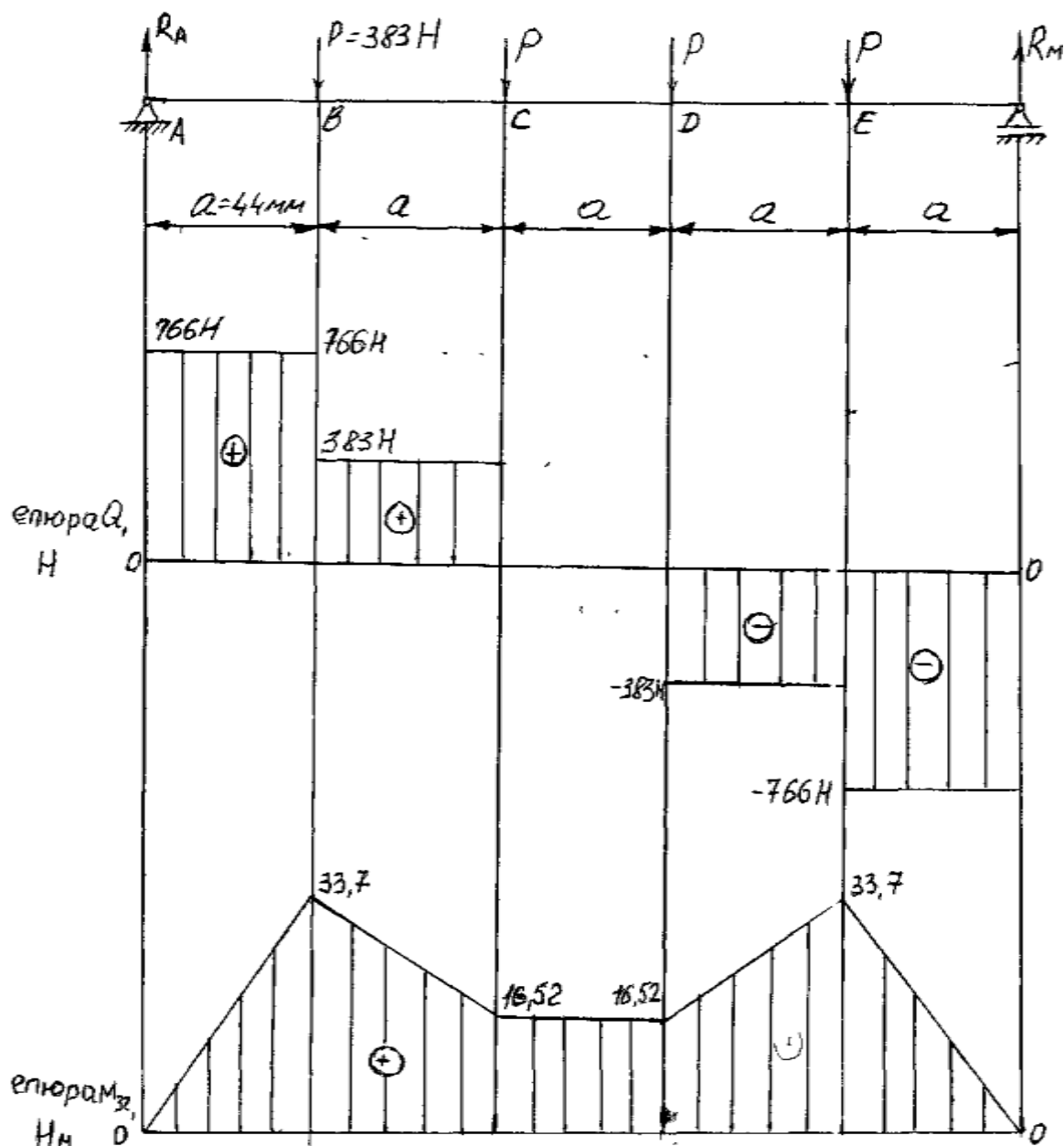


Рисунок 2.2 – Схема балки та епюри сил згинаючих моментів

Точка В:

$$Q_{\text{взл}} = R_a = 766 \text{ Н};$$

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

$$M_B = R_a \cdot a = 766 \cdot 0,044 = 33,7 \text{ Нм}.$$

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

Точка С:

$$Q_{\text{сзл}} = Q_{\text{вп}} = 383 \text{ Н};$$

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

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

Точка D:

$$Q_{D3л} = Q_{сп} = 0;$$

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

$$M_D = M_c = 16,52 \text{ Нм.}$$

Точка E:

$$Q_{E3л} = Q_{Dп} = -383 \text{ Н;}$$

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

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

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

Визначимо мінімальний діаметр осі з умови міцності:

$$\frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad (2.9)$$

де $[\sigma] = 600 \text{ Н/мм}^2$ [10] для даного матеріалу.

Звідки:

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

Тоді, визначимо мінімальний діаметр пальця:

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W}{\pi}}, \quad (2.10)$$

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

Приймаємо діаметр пальця $d = 12 \text{ мм}$, що виконує умову міцності.

2.4 Розрахунок на міцність пера копіра

Для розрахунку складемо розрахункову схему (рис. 2.3).

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 (рис. 2.3) бачимо, що при перетині площинами перпендикулярними осі O_y і площині пера копіра у нас будуть різні перерізи форми поверхні. Характерними точками будуть точки K і M . В точці K перетинається лише зовнішнє коло пера копіра і в перерізі маємо прямокутник з параметрами $a \cdot b$, які є відповідно шириною і довжиною даного прямокутника. В точці M перетинаються обидві гілки пера і в перерізі буде два прямокутника [10].

Виведемо залежності для визначення параметра b_1 так як a є постійною величиною.

Як видно з рисунка:

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

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

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

Звідки:

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

Розрахунок міцності пера копіра проведено на згин за формулою:

$$\sigma_{zg \max} = \frac{M}{W(y)} \leq [\sigma]$$

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

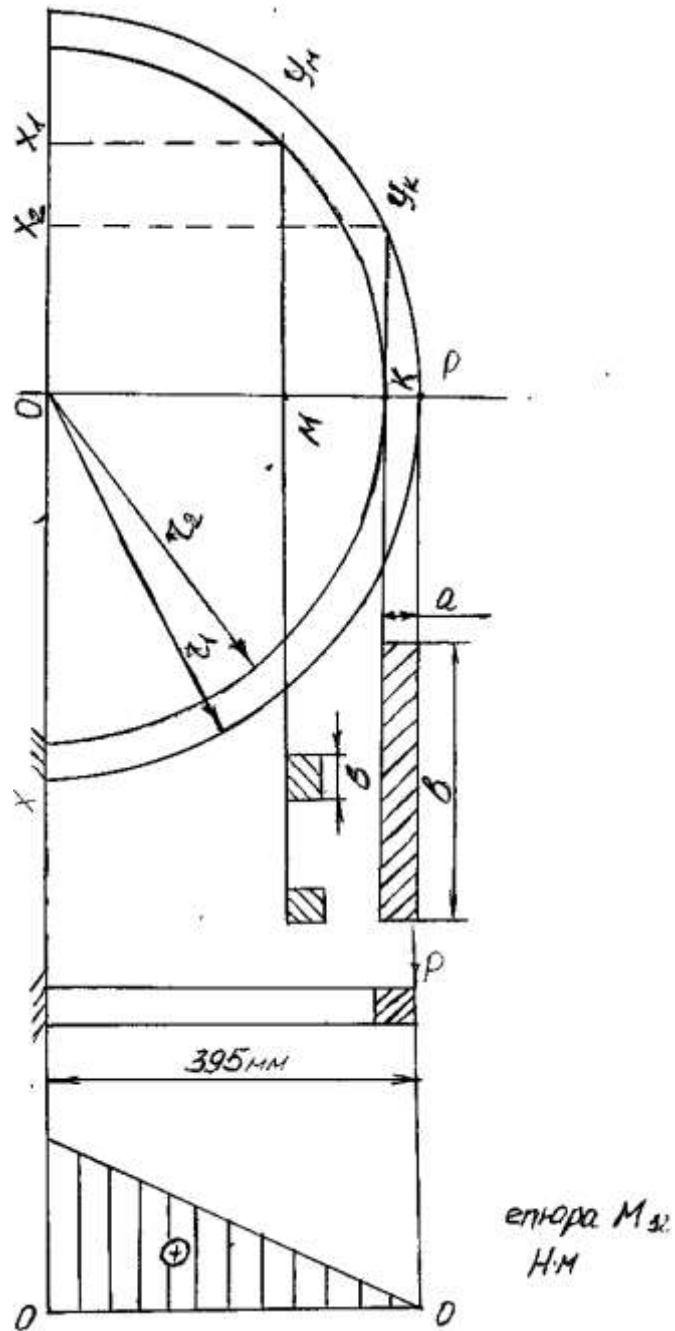


Рисунок 2.3 – Схема розрахунку копіра та епюра згинаючих моментів

Враховуючи, що

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

а

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

Вираховуємо послідовно дійсні значення параметрів b, W, M, σ , як функцію

від координати y .

Як бачимо із графіка $\sigma_{32}(y)$ найбільш небезпечним буде переріз в точці $y = 0$. Порівняємо значення максимальних згинаючих напружень в даній точці з допустимими:

$$\sigma_{\text{заг.мах}} \geq [\sigma]$$

$$505,0 > 500.$$

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 головою коренеплоду. Тому введемо коефіцієнт запасу міцності:

$$\sigma'_{3 \text{ мах}} \leq \frac{[\sigma_{\text{зг}}]}{K},$$

$$\sigma'_{3 \text{ мах}} \leq \frac{500}{2} = 250 \text{ Н/мм}^2$$

де K – коефіцієнт запасу міцності, який враховує динамічні навантаження,

$$K = 2 [10].$$

Як бачимо із графіка:

$$\sigma_{\text{зг}} < \sigma'_{\text{заг.мах}}.$$

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

$$W_{\text{доп}} = \frac{K \cdot M_{\text{мах}}}{[\sigma]}, \quad (2.11)$$

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

Будуємо графік даної залежності. Обчисливши уточнене значення W для даної ділянки будуємо графік його залежності від координати y .

$$W = \frac{4 \cdot W_{\text{доп}}}{a^2},$$

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

Враховуючи вище приведену залежність будуємо пера раціонального

перерізу в якого момент опору не перевищує уточненого значення $W_{\text{доп}}$.

Висновки по розділу

Таким чином, із проведених розрахунків можна зробити висновки, що застосування нових робочих органів сприяє підвищенню продуктивності праці і зменшенню кількості коренеплодів, які потребують доочистки.

Використання удосконаленої машини забезпечує: зниження затрат праці – до 10%; зменшення витрат пального – до 5%.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Організація умов та заходів з охорони праці в господарстві

В господарстві охороні праці приділяють відповідну увагу. Людям, що працюють в господарстві, надають належну увагу. Їм надають засоби індивідуального захисту, а при потребі спеціальне харчування. В центрі села розміщена амбулаторія в якій при необхідності надають першу медичну допомогу, там же вони проходять медогляд. В гаражі та майстерні функціонують санітарно-гігієнічні приміщення. До виробничих ділянок підведено воду.

Кабінет по охороні праці знаходиться в спеціально відведеному приміщенні у ЦРМ. Він обладнаний стендами, плакатами, зразками індивідуальних засобів захисту і технічних засобів пожежегасіння. В ньому проводиться ввідний інструктаж по ТБ, курсові навчання. Відповідальність за стан охорони праці в господарстві несе керівник. Разом з профспілковим комітетом він розроблює план заходів по охороні праці і забезпечує його виконання. Він систематично перевіряє стан робочих місць і щорічно показує звіт по травматизму в комісію по сільському господарству при держадміністрації району [4].

В господарстві за штатним розписом є посада інженера по охороні праці. Затверджений на неї спеціаліст із вищою освітою. Стаж роботи на посаді 10 років. Він підлеглий безпосередньо керівникові господарства.

Інженер по охороні праці веде облік травматизму, вивчає причини нещасних випадків, проводить ввідний інструктаж. Також приймає активну участь в розробці плану заходів по охороні праці і контролює його виконання.

Головні спеціалісти господарства контролюють стан охорони праці на всіх об'єктах і приймають міри по ліквідації існуючих недоліків. Керівники підрозділів проводять інструктаж на робочих місцях, слідкують за станом механізмів і машин, контролюють наявність і справність пожежегасіння, не допускають до роботи осіб, що не пройшли інструктаж по охороні праці. В

господарстві діє колективний договір, який включає в себе угоду по охороні праці.

Для покращення умов праці в господарстві щорічно проводиться паспортизація. Результати заносяться в санітарно-технічний паспорт підприємства і використовується при розробці комплексних планів і виділення потрібних коштів на охорону праці.

3.2 Аналіз умов та заходів з охорони праці під час вирощування цукрових буряків

При виконанні робіт по вирощуванню цукрових буряків на людину діють шкідливі фактори. Це пил, шум, вібрація, шкідливі речовини.

Більшість робіт по вирощуванні цукрових буряків проводиться за допомогою машин. Їх кабіни мають визначений захист від більшості шкідливих факторів, однак потрібно слідкувати за справністю амортизаційних підвісок кабін і сидінь, глушників, фільтрів. Потрібно, при русі агрегату поперек борозни уникати швидкості 12,5 км/год., тому що при ній коливання рами трактора співпадає з коливаннями (власними) внутрішніх органів людини і при цьому проходить резонанс або подвоєння коливання.

При високій температурі навколишнього середовища обробіток посівів гербіцидами (пестицидами) переносимо на вечірній час [4].

При роботі з шкідливими речовинами, до них відносяться всі пестициди, деякі види мінеральних добрив, ПММ необхідно періодично визначати концентрацію шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Ця концентрація не повинна перевищувати гранично допустиму, визначену ГОСТ 12.1.005-76. Поля, на яких розміщуються посіви буряків мають сумарну площу 300 га. Поля без значних схилів та ярів. Розташовані вони на відстані до 5 км від тракторного стану.

На підживленні рослин цукрових буряків працює 2 агрегати, які обслуговують 4 чол. з них 2 трактористи-машиністи і 2 допоміжних робітника.

Всі робітники забезпеченні засобами індивідуального захисту, спецодягом. Робітники працюють не більше 6 год. на добу.

Під час польових робіт необхідно забезпечити робітників не менш двох разів в день гарячою їжею. Для прийому їжі обладнанні спеціальні місця, що захищенні від непогоди. На краю поля стоїть вагончик для укриття від непогоди, біля якого є засоби пожежегасіння: вогнегасники, лопати, відра.

За агрегатом закріплюється вогнегасник типу ОП-5, штикова лопата, брезент, іскрогасник. Відповідальна особа по безпеці праці у полі-бригадир, на агрегаті – механізатор.

Всі робітники, що працюють в полі мають не менше як 18 років і пройшли медогляд, прослухали ввідний інструктаж по техніці безпеки перед початком польових робіт.

Робітники, які мають справу з ґрунтообробними машинами, забезпеченні також чистиками та лопатами для очищення робочих органів. Очищати робочі органи дозволяється тільки при зупиненому тракторі (агрегаті).

При підготовці агрегату до роботи, його наладці і регулюванні, потрібно користуватися справним інструментом на машинах потрібно, щоб були вказані зони небезпеки і в безпечних місцях захисні огороження.

При регулюванні і наладці сільськогосподарських машин, які знаходяться в піднятому стані гідросистемою трактора, підставляють опори чи підставки.

3.3 Розробка організаційно-технічних заходів при роботі на машині БМ-6А

1. Категорично забороняється допускати до роботи осіб без прав тракториста-машиніста і котрі не пройшли інструктаж з техніки безпеки при роботі на очиснику головок коренеплодів.

2. Забороняється при навантаженні очисника використовувати стропи, кут між гілками котрих перевищує 90° [4].

3. Перед обкаткою очисника тиск у шинах довести до $0,25 \pm 0,01$ МПа.

4. Для підвищення надійності і довговічності роботи очисника слід виконувати наступні вимоги:

- перед експлуатацією очисника слід уважно вивчити інструкцію з експлуатації;
- перевірити величину перекриття телескопічної частини карданної передачі, вона не повинна бути меншою 90...100 мм;
- не включати ВВП при піднятому у транспортному положенні очиснику;
- під час роботи з очисником зміну подачу палива двигуна трактора необхідно виконувати плавно. Різка зміна подачі палива приводить до поломок деталей приводу ВВП трактора і трансмісії очисника;
- максимальне зношування бичів першого і другого валів не повинно перевищувати 40...50 мм;
- допустиме різновисоке розташування лопатей і бичів у зоні рядка не більше 15 мм;
- для уникнення дисбалансу (як наслідок поломки валу) слідкують за наявністю бичів на другому валі, у випадку відсутності бичів для заміни розміщують їх рівномірно по діаметру над кожним рядком;
- під час роботи при різкому зменшенні навантаження на трактор, зупиняють агрегат і оглядають очисник, можлива відмова приводу валів або поломка валів очистки чи доочистки;
- для найбільш зручного під'єднання з трактором опускають раму очисника на висоту 650 мм від землі.

Висновки по розділу

Технологічні процеси вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва повинні відповідати типовим технологіям, затвердженим власником.

При розробці нових технологій вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва безпека працівників повинна забезпечуватися вимогами, викладеними в ДНАОП 2.0.00-1.01-00,

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Для визначення економічної ефективності запровадження у виробництво нової конструкції очисника головок коренеплодів цукрових буряків від гички необхідно вибрати базу для порівняння. Промисловість випускає серійний очисник ОГД-2, який агрегується з тракторами тягового класу 1,4. А тому за базу для порівняння вибрано агрегат, який включає трактор ЮМЗ-6 і очисник ОГД-2. Новий агрегат включає той же трактор і новий очисник нової конструкції (з новими робочими органами).

Основними економічними показниками очищення головок коренів цукрових буряків від гички базовим і новим очисником є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на доочищенні базовим та модернізованим очисником їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних [7].

Норма виробітку базового агрегату становить 14,0 га. Оскільки тривалість зміни рівна 7 год., то продуктивність агрегату буде становити 2,0 га/год. Питомі витрати палива на очищенні коренів базовим агрегатом складають $Q = 8,0$ л/га.

Новий агрегат буде мати таку ж продуктивність як і базовий. При цьому у нового агрегату витрати палива будуть становити 10,0 л/га, оскільки новий очисник має енергоємність на 20 % більшу, ніж серійний.

Вартість серійного очисника ОГД-2 становить 14500 грн. В конструктивному плані новий очисник складніший, ніж серійний за рахунок встановлення захисних щитків для зменшення пошкоджень коренеплодів. Крім того, його робочі органи виконані з більш дорогого матеріалу (поліхлорвінілових шнурів). Зазначене призведе до збільшення вартості нового очисника в 1,5 рази порівняно з ОГД-2. Таким чином, вартість нового очисника буде становити 21750 грн.

Вихідні дані для розрахунків по економічній ефективності впровадження нового очисника представлені в таблиці 4.1.

Затрати праці на очищені головок коренів буряків від гички визначимо за формулою [7]:

$$Z_{\text{п}} = \frac{M}{W}, \quad (4.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чел.;

W – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Оскільки базовий і новий агрегат обслуговує один механізатор, то за формулою (4.1) будемо мати:

$$Z_{\text{п.б}} = \frac{1}{2,0} = 0,5 \text{ люд.-год/га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати на очищені головок коренів буряків від гички визначимо за формулою:

$$C = C_o + C_{\text{кто}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{пмм}}, \quad (4.2)$$

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

$C_{\text{кто}}$ – відрахування на ремонти і ТО, грн/га;

$C_{\text{ра}}$ – відрахування на реновацію машин в агрегаті, грн/га;

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

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_o = \frac{T \cdot \beta}{H} \quad (4.3)$$

де T – оплата праці за норму виробітку, грн.;

β – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату $\beta = 1,375$.

H – норма виробітку, га.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунків

Показники	Агрегат	
	Базовий	Новий
1. Найменування агрегату	ЮМЗ-6 +ОГД-2	ЮМЗ-6 + новий очисник
2. Продуктивність за годину змінного часу, га	2,0	2,0
3. Відрахування на капітальний ремонт трактора, %	6,0	6,0
4. Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
5. Тарифна ставка механізатора, грн.	30,4	30,4
6. Ціна, грн. трактора машини	53500 14500	53500 21750
7. Відрахування на ремонти і технічне обслуговування, % трактора машини	12,7 10,0	12,7 10,0
8. Річне завантаження, год трактора машини	1350 180	1350 180
9. Реноваційні відрахування, % трактора машини	10,0 12,5	10,0 12,5
10.Вартість пального, грн./л.	4.0	1,6

Оплата праці механізаторів, які працюють на очищенні головок коренів буряків від гички здійснюють як для трактористів-машиністів третьої групи по 5 розряду тарифної сітки.

Тоді витрати на оплату праці становлять:

$$C_{oo} = \frac{30,4 \cdot 1,375}{14,0} \approx 3,0 \text{ грн/га},$$

Відрахування на реновацію машини в агрегаті C_{pa} грн./га визначається так:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_{pt} \cdot B_T}{100 \cdot W \cdot t_T} + \frac{\alpha_{pm} \cdot B_M}{100 \cdot W \cdot t_M}, \quad (4.4)$$

де $\alpha_{\text{рт}}$ і $\alpha_{\text{рм}}$ – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини %;

$B_{\text{т}}$ і $B_{\text{м}}$ – балансова вартість відповідно трактора і машини, грн.;

W – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

$t_{\text{т}}$ і $t_{\text{м}}$ – нормативне річне завантаження відповідно трактора і машини, год.

Тоді, відрахування на реновацію складають:

для базового агрегату

$$(C_{\text{ра}})^{\text{б}} = \frac{10 \cdot 53500}{100 \cdot 2,0 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 14500}{100 \cdot 2,0 \cdot 180} = 6,7 \text{ грн./га},$$

для нового агрегату

$$(C_{\text{ра}})^{\text{н}} = \frac{10 \cdot 53500}{100 \cdot 2,0 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 21750}{100 \cdot 2,0 \cdot 180} = 9,2 \text{ грн./га}.$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонт, а також технічне обслуговування, $C_{\text{кто}}$ грн./га обчислюється за формулою:

$$C_{\text{кто}} = \frac{\alpha_{\text{кт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{т}}} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{т}} \cdot B_{\text{т}}}{t_{\text{нт}}} + \frac{\alpha_{\text{м}} \cdot B_{\text{м}}}{t_{\text{м}}} \right) \quad (4.5)$$

де $\alpha_{\text{кт}}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

$\alpha_{\text{т}}$ і $\alpha_{\text{м}}$ – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

Відрахування на капітальний і поточний ремонти і технічне обслуговування становлять:

для базового агрегату

$$(C_{\text{кто}})^{\text{б}} = \frac{6 \cdot 53500}{100 \cdot 2,0 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,0} \cdot \left(\frac{12,7 \cdot 53500}{1600} + \frac{10 \cdot 14500}{180} \right) = 7,2 \text{ грн./га},$$

для нового агрегату

$$(C_{\text{кто}})^{\text{н}} = \frac{6 \cdot 53500}{100 \cdot 2,0 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,0} \cdot \left(\frac{12,7 \cdot 53500}{1600} + \frac{10 \cdot 21750}{180} \right) = 9,2 \text{ грн./га}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{пмм}} = Q \text{ Ц}_{\text{к}}, \quad (4.6)$$

де Q – витрати палива, л/га;

Π_k – комплексна ціна палива, грн/л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для тракторів становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 % [7].

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 4,0 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

для базового агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 8,0 \cdot 4,0 = 32,0 \text{ грн./га,}$$

для нового агрегату

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 10,0 \cdot 4,0 = 40,0 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базового агрегату становлять

$$(C_{\text{пит}})^{\text{б}} = 3,0 + 7,2 + 6,7 + 32,0 = 48,9 \text{ грн./га.}$$

Для нового агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять

$$(C_{\text{пит}})^{\text{н}} = 3,0 + 9,2 + 9,2 + 40,0 = 61,4 \text{ грн./га.}$$

Як видно з результатів розрахунків використання очисника з новими робочими органами призводить до зростання питомих експлуатаційних витрат на 12,5 грн/га.

Однак, його використання дозволить на 5 % зменшити втрати цукровмістної сировини за рахунок збільшення висоти зрізу гички і травмування коренів.

При середній урожайності цукрових буряків 300 ц/га запровадження у виробництво очисника з новими робочими органами дасть змогу за рахунок зменшення втрат додатково одержати 15 ц/га коренів.

При закупівельній ціні на корені цукрових буряків рівній 18 грн./ц запровадження нового очисника дасть змогу одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті буде мати наступну величину [7]:

$$D_{\text{п}} = E_{\text{н}} \cdot \Pi_{\text{н}},$$

де $E_{\text{н}}$ – зменшення втрат коренів цукрових буряків, ц/га;

$\Pi_{\text{н}}$ - ціна коренів цукрових буряків, грн./ц.

$$D_{\text{п}} = 15,0 \cdot 18,0 = 270,0 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від експлуатації очисника з новими робочими органами визначимо за формулою:

$$E_{\text{р.еф}} = [(C_{\text{штг}})^{\text{б}} - (C_{\text{штг}})^{\text{н}} + D_{\text{п}}] \cdot F, \quad (4.7)$$

де F – площа поля, на якій буде використана машина, га. $F = 100$ га.

$$E_{\text{р.еф}} = (48,9 - 61,4 + 270,0) \cdot 100 = 25700 \text{ грн.}$$

Термін окупності затрат на удосконалення очисника визначимо за формулою:

$$O = \frac{B_{\text{м}}^{\text{н}} - B_{\text{м}}^{\text{б}}}{E_{\text{р.еф}}} = \frac{21750 - 14500}{25700} \approx 1,0 \text{ рік.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності зведемо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку економічної ефективності проекту

Найменування показника	Агрегат		Відхилення +, –
	Базовий ЮМЗ-6 + ОГД-2	Новий ЮМЗ-6 + новий очисник	
Продуктивність, га/год	2,0	1,90	0
Затрати праці, люд-год/га	0,5	0,5	0
Прямі питомі експлуатаційні витрати, грн./га	48,9	61,4	+ 12,5
в тому числі:			
витрати на ПММ, грн./га	32,0	40,0	+ 8,0
відрахування на реновацію грн./га	6,7	9,2	+ 2,5
витрати на ремонт, грн./га	7,2	9,2	+ 2,0
Витрати на удосконалення очисника, грн		7250	
Річний економічний ефект, грн		25700	
Термін окупності витрат, років		1,0	

Висновки по розділу

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що запровадження у виробництво очисника з новими робочими органами дозволить за рахунок зменшення втрат маси коренів з гичкою і від їх пошкодження одержати річний економічний ефект в сумі 25700 грн, витрати на обладнання очисника новими робочими органами окупляться під час першого року експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проекті виконано удосконалення очисника головок кормових коренеплодів ОКД-6 шляхом розробки робочих органів, тобто ротора із закріпленими на ньому гумовими бичами, розмір поперечного перерізу яких відрізняється від прямокутного. Тобто у даній конструкції використовуються очисники з ударними бичами. За рахунок такої модернізації досягнуто спрощення конструкції машини, що дало змогу зменшити металомісткість, трудомісткість виготовлення, що у свою чергу привело до зменшення ціни машини. Маса модернізованої машини зменшилась у 1,5 рази, що дозволяє збільшити її продуктивність до 10%. Збільшення продуктивності машини підвищить продуктивність машин для збирання в цілому.

Застосування нових робочих органів сприяє підвищенню продуктивності праці і зменшенню кількості коренеплодів, які потребують доочистки.

Використання удосконаленої машини забезпечує: зниження затрат праці – до 10%; зменшення витрат пального – до 5%.

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що запровадження у виробництво очисника з новими робочими органами дозволить за рахунок зменшення втрат маси коренів з гичкою і від їх пошкодження одержати річний економічний ефект в сумі 25700 грн, витрати на обладнання очисника новими робочими органами окупляться під час першого року експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анур'єв В.І. Довідник конструктора-машинобудівника. Машинобудування, 1979.
2. Зубенко В.Ф., Погребняк С.П. та ін. Вдосконалення технології виробництва насіння і коренеплодів цукрових буряків. *Збірник наукових праць*. Київ : ВНИС. 1987. 175 с.
3. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку. Київ : Урожай, 1987. 368 с.
4. Конарєв Ф.М., Пережогін М.А., Грянік Т.Н. Охорона праці. Колос, 1982. 355 с.
5. Маковецький О.А., Брей В.В., Погорілий Л.В. та ін. Індустріальна технологія виробництва цукрових буряків. Київ : Урожай, 1983. 136 с.
6. Маковецький О.А., Погорілий Л.В. Механізація виробництва цукрових буряків. 2-е вид. перероб. і доп. Київ : Урожай, 1991. 184 с.
7. Методика економічної оцінки машини БМ-6А. Харків. Укрниисхом, 1983.
8. Мишин Н.С., Грозубинський П.В. Визначення потужності очисників головок коренеплодів роторно-гвинтового типу. *Збірник наукових праць*. ВИСХОМ, 1989. 60 с.
9. Паламарчук В.І., Козачук А.М. та ін. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків. Київ : Урожай, 1981. 232 с.
10. Писаренко Г.С., Яковлєв А.П., Матвєєв В.В. Довідник з опору матеріалів. 2-е вид. перероб. і доп. Київ : Наукова думка, 1988. 736 с.
11. Погорілий П.В., Войтюк Л.П., Серєда Л.П. Проблеми і перспективи створення бурякозбиральної техніки. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. Вінниця, 1996. 182 с.
12. Погорілий П.В., Тат'янка Н.В., Брей В.В. та ін. Бурякозбиральні машини (конструювання і розрахунок). Київ : Техніка, 1983. 168 с.
13. Роїк Н.В., Балан В.Н., Барштейн П.А. та ін. Механізація технологічних процесів в буряківництві. *Збірник наукових праць*. Київ : УААН, 1994. 188 с.

14. Пушка О.С., Войтік А.В., Ковальчук Ю.О. Інструктивно-методичні матеріали до виконання дипломних проектів студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» першого освітнього рівня (бакалаврського). Умань: УНУС, 2020. 27 с.