

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В.
“ ____ ” _____ 2025 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему **«Визначення складу машинно-тракторного парку для виробництва цукрових буряків з розробкою операційної технології збирання гички»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
Спеціальність _____ 208
«Агроінженерія»
_____ Олександр СКЛЯРУК
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Ольга ДРОЗД
(прізвище та ініціали)

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень бакалавр
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Войтік А.В.
“ ” 2025 р.

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

Скляруку Олександрову Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Визначення складу машинно-тракторного парку для виробництва цукрових буряків з розробкою операційної технології збирання гички»

керівник проекту Войтік А.В., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 01 ” квітня 20 25 р. № 01-06/63

2. Строк подання студентом проекту 01.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – виробництво цукрових буряків; технологічний процес – збирання гички; машина – гичкозбиральна машина БМ-6А

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
коротка характеристика господарства і аналіз господарської діяльності; технологія виробництва цукрових буряків; розрахунок гичкозбиральної машини; розрахунок операційної карти на збирання гички; питання охорони і безпеки праці; економічне обґрунтування проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (4-8 слайдів):

Характеристика господарства; склад МТП; загальний вигляд сівалки; схеми розрахунків на міцність; економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 22 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	08.11.2024 р.	
2.	Підготовка розділу 1	15.12.2024 р.	
3.	Підготовка розділу 2	22.01.2025 р.	
4.	Підготовка розділу 3	29.03.2025 р.	
6.	Підготовка розділу 4	27.04.2025 р.	
7.	Підготовка розділу 5	10.05.2025 р.	
8.	Виконання графічної частини проекту:	20.05.2025 р.	
	– Представлення проекту керівнику на перевірку	01.06.2024 р.	

Студент

(підпис)

Олександр СКЛЯРУК

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Андрій ВОЙТІК

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стор
Вступ	4
1 ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА С.Г. ПІДПРИЄМСТВА	5
1.1 Спеціалізація	5
1.2 Основні показники виробництва цукрових буряків	6
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	7
2.1 Технологія виробництва цукрових буряків	7
2.2 Побудова графіків завантаження тракторів	13
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	15
3.1 Огляд конструкцій очисників головок коренеплодів	15
3.2 Обґрунтування конструктивної схеми очисника	18
3.3 Будова і принцип роботи очисника головок коренеплодів	18
3.4 Енергетичний розрахунок	20
3.5 Розрахунок елементів очисника на міцність	23
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	29
4.1 Охорона праці при вирощування цукрових буряків	37
4.2 Моделювання процесів формування та виникнення аварійних ситуацій	40
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	33
Висновки та пропозиції	35
Список використаних джерел	36

ВСТУП

Вирощування цукрових буряків займає важливе місце в аграрному виробництві, не лише забезпечуючи сировину для цукрової промисловості, але й роблячи вагомий внесок у розвиток економіки сільськогосподарського сектору. Ключовим етапом у процесі вирощування цієї культури є підготовка ґрунту, яка відіграє вирішальну роль у створенні оптимальних умов для росту та розвитку рослин.

Підготовка ґрунту є багатогранним і комплексним процесом, що включає різні види механічного обробітку, внесення органічних і мінеральних добрив, а також управління водним балансом та структурою ґрунту. Ці заходи спрямовані на забезпечення сприятливого середовища для проростання насіння, розвитку сильної кореневої системи і, зрештою, підвищення врожайності культур.

Важливим аспектом підготовки ґрунту є також захист посівів від бур'янів, шкідників та хвороб, які можуть негативно вплинути на ріст і розвиток цукрових буряків. Використання інтегрованих методів боротьби з бур'янами та шкідниками дозволяє зберегти родючість ґрунту і забезпечити стабільність агроєкосистеми.

Під час вибору методів обробітку ґрунту необхідно враховувати кліматичні умови регіону, тип ґрунту та його агроєкологічні характеристики. Це дозволяє адаптувати агротехнічні заходи до місцевих умов, покращуючи структуру ґрунту, підвищуючи його водо- та повітропроникність, а також забезпечуючи рослини всіма необхідними поживними речовинами впродовж всього вегетаційного періоду.

Ця робота покликана дослідити сучасні підходи та новітні технології підготовки ґрунту для вирощування цукрових буряків, а також проаналізувати їхній вплив на продуктивність рослин. Особлива увага буде приділена вивченню взаємозв'язку між якістю підготовки ґрунту та кінцевими показниками врожайності, що є критично важливим для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва

РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Спеціалізація

Господарство спеціалізується на вирощуванні цукрових буряків. Для цих цілей потрібно мати набір техніки. Сюди відносяться трактори, зокрема потужні моделі, такі як ХТЗ-242К (Україна) і John Deere 6130R (США), для виконання різних польових робіт. Необхідні спеціалізовані бурякозбиральні комбайни, наприклад, Grimme або Holmer, для ефективного збирання врожаю. Зважаючи на особливості формування врожаю цукрових буряків повинен бути оптимальний обробіток ґрунту. Для цього використовуються високопродуктивні агрегати для підготовки ґрунту, такі як Лозівські машини "Дукат" і плуги Great Plains. Також, наявні сівалки точного висіву, наприклад, Väderstad Tempo L, для забезпечення рівномірного висіву насіння та сучасні сучасні моделі обприскувачів, такі як Hardi Commander, для внесення засобів захисту рослин. Вантажні автомобілі для перевезення врожаю на зберігання та переробку є необхідною складовою при вирощуванні цукрових буряків..

Культури для сівозміни.

Зернові культури: Пшениця, ячмінь, кукурудза – для підтримання родючості ґрунту та управління поживними речовинами.

Бобові культури: Соеві боби, горох – для збагачення ґрунту азотом та поліпшення структури ґрунту.

Олійні культури: Соняшник, ріпак – для різноманітності сівозміни і управління шкідниками та хворобами.

Технічні культури: Цукрові буряки – як основна культура підприємства.

Оптимальна сівозміна дозволяє підтримувати здоров'я ґрунту, зменшувати ризики поширення хвороб і шкідників, а також забезпечує стабільний врожай. Це підприємство, з його ресурсами та спеціалізацією, може ефективно вирощувати цукрові буряки та інші культури в сівозміні, забезпечуючи економічну стабільність і прибутковість.

1.2 Основні показники виробництва цукрового буряка

Таблиця 1.3 – Показники виробництва цукрового буряка за 2024 рік

Показник	Значення показників	
	Планові	Фактичні
Урожайність, т/га	35	41
Валовий збір, т	6650	5226
Собівартість прод. грн./т	9,5	9,71
Прибуток, грн.	80000	67900
Рентабельність, %	5	7,1
Рівень механізації, %	-	85
Площа, га	190	127

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологія виробництва цукрових буряків

. В виробничих умовах неможливо забезпечити проростання всього, без виключення, висіяного насіння і його польова схожість складає, в середньому 30 – 50 %. Це обумовлено як властивостями насіння буряка так і підвищеним вимогам до водного, температурного та повітряного режимів в період проростання, та недостатньо якісної підготовки ґрунту до сівби.

З даних випливає, що навіть при достатньо високій, в середньому, польовій схожості за рахунок нерівномірного розміщення рослин нераціонально сіяти на кінцеву густину, а також ускладнено застосування механізованих способів формування густоти посівів. Це обумовлено тим, що зниження рівномірності розміщення рослин на кожному одиницю коефіцієнта варіації призводить до зменшення врожайності на 1–2,5 ц/га навіть при оптимальній густоті посіву. Тому ручна праця на формуванні посівів, без зниження урожаю, може бути виключена тільки в тому випадку, коли коефіцієнт варіації інтервалів не буде перевищувати 70 % при рекомендованій для зони оптимальній густоті посівів.

Якщо забезпечити за рахунок високоякісної підготовки ґрунту рівномірну, по всьому полі, польову схожість та не допускати великої змінності кількості незійшовшого підряд насіння, то вже на сучасному етапі при використанні сівалки ССТ-12А можливо обробляти ц/б з застосуванням таких прогресивних способів, як посів на кінцеву густоту та автоматичне проріджування. Діапазон їх використання, виявляється, значно ширше в тому випадку, коли для сівби використовуються дріжджоване насіння.

Таким чином, рішення головної задачі – отримання сходів з заданою густиною та високою рівномірністю розміщення рослин – в значній мірі залежить від якості підготовки ґрунту, особливо передпосівного.

При високоякісному обробітку ґрунту складається позитивні передумови для роботи сівалок, забезпечуються необхідні ґрунтові умови проростання насіння.

Тоді ступінь рівномірності розміщення рослин залежить тільки від якості закладки насіння в ґрунт по глибині, довжині рядка та абсолютної величини польової схожості.

На рівномірність розміщення сходів впливають: різне ущільнення ґрунту на площі; велике відхилення глибини зораного шару; недостатня розсипчастість ґрунту на глибині заробки насіння.

В цілому, забезпечення рівномірної по площі польової схожості насіння ще в значній мірі, залежить від майстерності технологів та ефективного використання відомих технологічних прийомів та існуючої техніки. Якщо абсолютна колова схожість не завжди і не в повній мірі являється регульованою величиною, то її рівномірність практично повністю залежить від уміння та стараності агронома, своєчасності та якості виконання всіх робіт, починаючи від основного обробітку ґрунту і закінчуючи доглядом за посівами в період проростання насіння.

Основною метою передпосівного обробітку ґрунту являється створення оптимальних умов для проростання насіння, подальшого росту та розвитку рослин.

В процесі передпосівного обробітку ґрунту повинні бути вирішені наступні задачі:

- порушена капілярна провідність в верхньому шарі ґрунту, за рахунок чого знижена інтенсивність притоку вологи до її поверхні;
- вирівняна поверхня поля, що створює передумови для якісного виконання передпосівної культивуації та врівноваженню умов по забезпеченню необхідними факторами для проростання насіння та якісної роботи посівних машин;
- на розсипчастих ґрунтах, за рахунок застосування котків, досягнуто ущільнення верхнього шару ґрунту і тим самим створені передумови для отримання при передпосівній культивуації бажаної глибини розміщення ущільненого насінневого ложа, вирівнювання інтенсивності притоку вологи.

В процесі передпосівного обробітку ґрунту повинен бути створений розсипчастий з мілкогрудковою структурою шар ґрунту на глибині заробки насіння, забезпечено ущільнене насінневе ложе; ліквідовані прості та проростаючі бур'яни, зароблені та рівномірно перемішані в поверхневому шарі ґрунту пестициди що вносяться.

До операції з передпосівного обробітку ґрунту вимагаються наступні агротехнічні вимоги:

1. Боронування та шлейфування: відхилення фактичної глибини обробітку від заданої не більше 1 см; діаметр грудок до 4-5 см; висота гребнів не більше 2–3 см; перекриття суміжних проходів на 10–15 см; огріхи та необроблені смуги не допускаються.

2. Передпосівна культивуація: середня фактична глибина обробітку не повинна перевищувати прийнятої в зоні заробки насіння. Поверхня насінневого ложа рівна, а саме ложе достатньо ущільнене; відхилення фактичної середньої глибини рихлення від заданої не більше 1 см; робочі органи культиватора повністю підрізають пророслі бур'яни; склад грудок діаметром більше 1 см в

обробленому шарі до 30 %; гребнистість поверхні ґрунту 2,5 см; огріхи та необроблені слуги не допускаються.

3. Внесення та заробка гербіцидів: компоненти для приготування робочих сумішок дозують ваговим методом: робочі розчини готують в виробничих або спеціально обладнаних змішують перед кожною заправкою агрегату; відхилення фактичної середньої норми внесення суміші не більше 15%.

Внесені на поверхню ґрунту гербіциди потрібно відразу ж заробити в ґрунт; перекриття суміжних проходів складає 10–15 см; огріхи та необроблені смуги не допускаються.

Відповідність якості робіт агротехнічним вимогам постійно контролюють.

При закритті вологи (боронуванні) та шлейфуванні визначають: глибину обробітку; степінь кришення розпушеного шару ґрунту; гребнистість поверхні ґрунту; ширину смуги перекриття суміжних проходів; наявність огріхів та необроблених смуг. Всі перераховані показники визначають на початку робіт та при наладці агрегату.

Глибину обробітку та ширину перекриття контролюють якісними методами. В випадку знайдення відхилень від потрібної якості регулюють та вибирають оптимальний режим роботи.

На передпосівній культивації оцінюють глибину обробітку; степінь кришення розпушеного шару, степінь підрізання бур'янів, вирівняність поверхні для розпушеного шару (насінневого ложа), ширину смуги перекриття суміжних проходів; огріхи та необроблені смуги; гребнистість поверхні ґрунту.

Для визначення ступеню вирівняності поверхні для розпушеного шару ґрунту в чотирьох – п'яти місцях одного проходу агрегату (по всій ширині захвату) знімають оброблений шар. Візуально оцінюють степінь вирівняності поверхні, не обробленої робочими органами культиватора.

В процесі роботи (кожний день) контролюють глибину обробітку, вирівняність поверхні дна під розпушеним шаром ґрунту, наявність огріхів.

Кількість внесення гербіцидів оцінюють по відхиленню середньої норми внесення робочої суміші від заданої; рівномірності внесення робочої суміші по ширині захвата.

Норму робочої рідини та препарата визначають та при необхідності уточнюють по фактичній їх витраті на одиницю площі.

В цілому якість робіт по підготовці поля до посіву оцінюють зіпівсавленням результатів вимірів з нормативними даними.

2.1.2. Показником якісних сходів являється відсутність ділянок рядка довжиною більш як 30 см без сходів. Оптимальним вважається розміщення 4 - 5 рослин на 1 м рядка з однаковими інтервалами 20 – 25 см.

Крім неякісної роботи висіваючого апарата такі пропуски можуть бути наслідком нерівномірної по глибині підготовки ґрунту та невірно вибраній глибині заробки насіння, а також поганої роботи зароблюючих органів сівалки – сошників та загортачів. Тому їх потрібно готувати до сівби так якісно, як і висіваючі апарати.

Якість обробки ґрунту до сівби та заробки насіння впливає на польову схожість, що являє собою відношення кількості зійшовшого насіння до висіяного.

При сівбі сівалками точного висіву насіння попередньо калібрують на фракції.

Для формування густоти посівів без затрат ручної праці потрібно висівати найбільш якісне дріжджоване насіння з лабораторною схожістю не нижче 85 % та вирівненістю фракцій не менше 80–95 %, попередньо перевіривши їх на схожість.

Кількість сходів залежить від норми висіву та глибини заробки насіння з врахуванням його лабораторною схожістю та якістю підготовки ґрунту. Щоб отримати достатню густоту рослин, необхідно в 90 випадках із 100 на 1 м рядка перед формуванням посівів машин не менше трьох рослин.

Разом з тим, якщо враховувати тільки середню польову схожість і провести сівбу згідно отриманих розрахунків, то при сприятливих умовах та нерівномірній схожесті врожай може бути отриманий більш нижчий за рахунок зниження густоти посівів. Тому сіяти потрібно більш високою, ніж розрахункова, нормою, щоб потім вибіркоvim прорідженням сформувати потрібну густоту посівів.

Для господарств з достатньо високою культурою обробітку ґрунту, забезпечуючих сприятливі та рівномірні умови для заробки та проростання насіння, а також розвитку рослин, маючих ефективні системи знаходження місць ураження та боротьби з шкідниками та хворобами, рекомендують більш низькі норми (із врахуванням метеорологічних умов) з умов висіву на кінцеву густоту.

Таким чином, при обробітку цукрового буряка без затрати ручної праці на формування густоти посівів, сіяти рекомендується такими нормами: 8-12 насіння на 1 м рядка при лабораторній схожесті 90-95 % для господарств з високою культурою обробітку ґрунту та прогнозуємою польовою схожістю більш як 60-70 %.

Дражоване насіння для пророщення потребує виконання визначених умов. В першу чергу необхідно забезпечити підвищений доступ повітря, що обумовлено наявністю оболонки, насиченої гідрофільними компонентами.

Слід відмітити, що дражування не підвищує польової схожесті насіння, та застосовується лише для отримання більш рівномірних інтервалів між насінням в ґрунті, а потім і між рослинами. Надбавка до врожаю може бути отримана за рахунок більш рівномірного розміщення рослин при механізованому формуванні

густини посівів, чи при посіві на кінцеву густоту. Якщо формування насаджень здійснюється вручну, то використання дріжджованого насіння неефективне.

2.1.3. 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 внаслідок неможливого її транспортування на завод для переробки, проте зберігання не може бути тривалим із-за непридатності сировини до зберігання або неможливості його якісного проведення.

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

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

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

- відокремлення гички на пні (попередньо зрізається гичка, а потім викопується коренеплід);
- відокремлення гички в комбайні, тобто спочатку викопуються коренеплоди, а вже потім обрізається гичка.

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

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

здобув.

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

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

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

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

3. Копіювання головки коренеплоду на висоті з 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 двовальні 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.

Коли забрудненість вороху коренеплодів землею значна, то віддають перевагу другому способу. В цьому випадку коренеплоди краще перетрушуються, підсихають і очищаються від землі. Хоча конструкція викопуючої машини при цьому значно простіша, ніж у першому випадку, до неї додається підбирач коренеплодів, який має складну будову.

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

Викопування коренеплодів цукрових буряків проводиться самохідними машинами.

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

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

2.2 Побудова графіків завантаження тракторів та с.-г. машин

Після корегування можна зробити висновки, що досягнутий раціональний склад тракторного парку для виконання с.-г. робіт. Для виробництва цукрових буряків на площі 400 га, згідно графіків завантаження необхідно мати такий склад тракторного парку: ЮМЗ-6Л – 2, ХТЗ-17021 – 5, Т-150 – 2, МТЗ-80 – 7, Т-70С – 4 од.

Загальну кількість с.г. машин за марками найбільш доцільно визначати на основі побудови лінійного графіка.

Графік будується в прямокутних декартових координатах, де по вісі абсцис відкладають календарні строки виконання операцій, а по вісі ординат до перетину з вертикальними рисами календарних строків проводимо лінію, на якій відмічаємо кількість машин, задіяних на виконанні даної операції. Назву і марку машини заносимо в таблицю поряд з віссю ординат. Після цього підраховують загальну потребу машин кожної марки і проставляють в графу “розрахункова потреба машин”. Загальну потребу машин визначають за періодом, в який

найбільша кількість машин використовується. Якщо строки використання машин однієї ж і тієї ж марки, які агрегуються з різними тракторами збігаються, то потрібну кількість машин на цей строк підсумовують.

Необхідну кількість сільськогосподарських машин визначають по максимальній їх потребі в період використання.

Таблиця 2.2 – Склад сільськогосподарських машин

№	Сільськогосподарські машини	Марка	Кількість, од.
1.	Плуги	ПНЯ-4-40	2
2.	Луцильники	ЛДГ-15 ППЛ-10-25	1 3
3.	Культиватори	ВРН-5,6 КПС-4, КФ-5,4 УСМК-5,4В УСМП-5,4А	2 6 4 4 3
4.	Сівалки	ССТ-12В	4
5.	Борони	ЗБЗСС-1 ШБ-2,5 ЗОР-0,7	49 16 200
6.	Зчіпки	СП-11У СГ-21	3 10
7.	Машини для внесення добрив: мінеральних органічних рідких	МВУ-8 ПРТ-10 МЖ-10 ПОМ-630	2 3 1 4
8.	Навантажувачі	ПЕ-0,8Б ПФП-1,2	1 2
9.	Котки	ЗКВГ-1,4	6
10.	Причепи	2 ПТС-4 ЗАУ-3 ПСЕ-20-2	3 1 5
11.	Цистерни	ВР-3 АПЖ-12	2 2
12.	Обприскувачі	ОП-2000-2-01	2
13.	Гичкозбиральна машина	БМ-6А	2
14.	Копач коренів	РКС-6	2
15.	Автомобілі	КамАЗ-5320	7

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Огляд конструкцій очисників головок коренеплодів

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 (див. рис. 3.1) 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.

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.

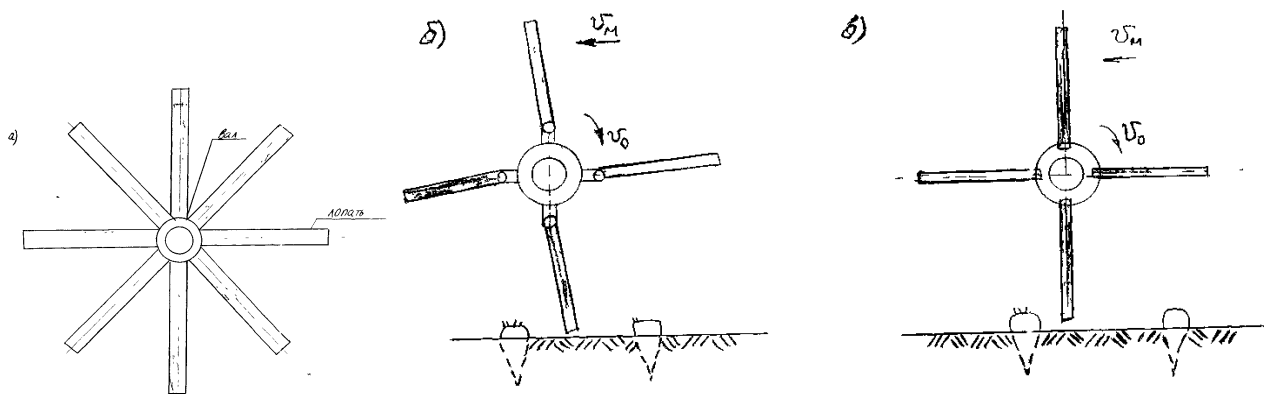


Рисунок 3.1 – Робочий орган лопатевого очисника а, б, в – модифікації

А при встановленні вала під кутом і видаляють рештки.

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. 3.2) не були впроваджені в виробництво.

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

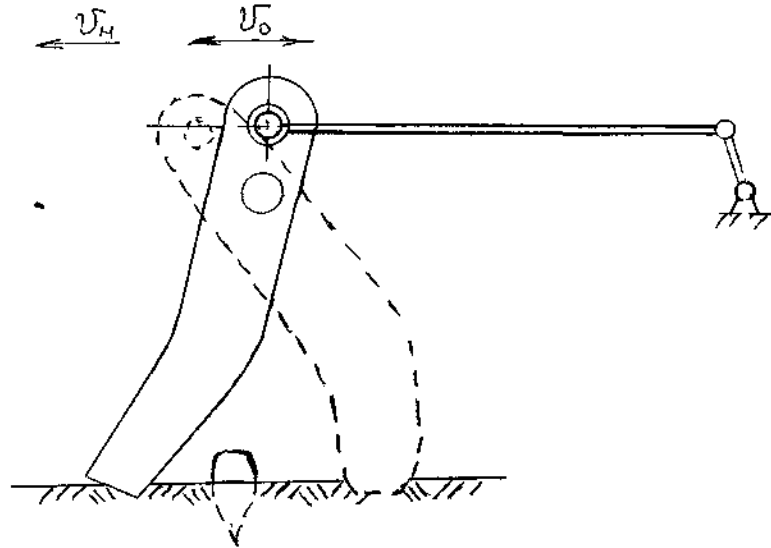


Рисунок 3.2 – Схема робочого органа очисника коливального типу

Достатньо широкого розповсюдження набули очисники роторно-гвинтового типу (рис. 3.3), які також видаляють рештки гички з рядка, проте при підвищених швидкостях даного типу очисників являється пошкодження коренеплодів і навіть їх вибивання з рядка.

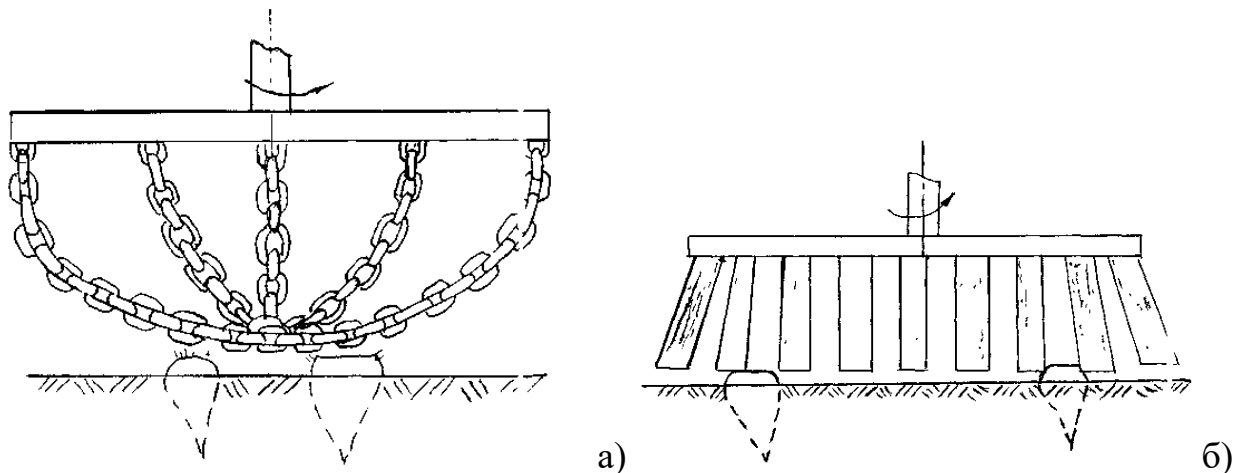


Рисунок 3.3 – Робочі органи очисників з вертикальною віссю обертання
(а – лопатевий, б – ланцюговий)

Очисник з робочими органами, які представляють собою набір дисків з зубчатою робочою поверхнею і пасивним копіром (рис. 3.4) 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.

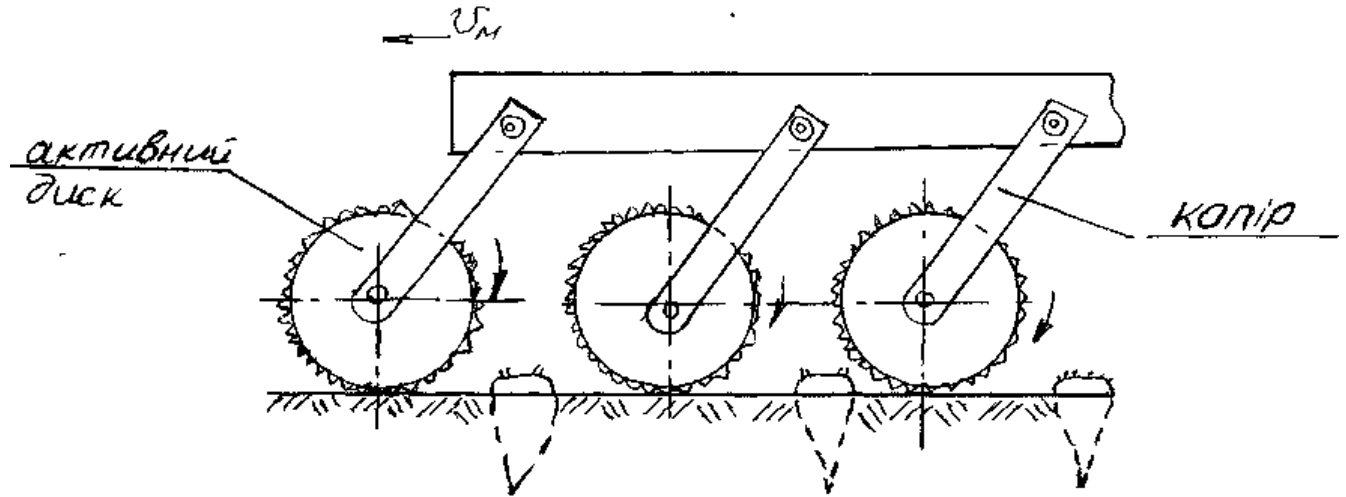


Рисунок 3.4 – Робочі органи доочисника

В самохідних комбайнах для збирання коренеплодів очисник розміщується між гичкозрізуючими 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.

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.

В якості основного критерію оцінки ефективності роботи очисника прийнято залишкову кількість зв'язаної з коренеплодами гички.

3.2 Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів

Як бачимо із приведеного вище в основному широкого розповсюдження набули роторні доочисники головок коренеплодів, робочі органи яких рухаються в напрямку протилежному до напрямку руху машини. Вал доочисника розташовується під кутом до 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 (лопатеїв) внаслідок їх тертя;
- б) на те ж саме тертя витрачається значна ефективна потужність, що збільшує енергоємність машини;
- в) у випадку коли головки коренеплодів високо виступають відносно рівня ґрунту коренеплоди або вибиваються з рядка, або сильно пошкоджуються, що призводить до значних втрат цукроносної маси.

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

Насамперед, внаслідок застосування копіюючого пристрою виключається тертя робочих органів до землі, внаслідок чого зменшуються витрати ефективної потужності на привід. Завдяки заміні лопатеїв 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.

3.3 Будова і принцип роботи очисника головок коренеплодів

Розроблений доочисник головок коренеплодів націпного 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 4 (див. лист) на якій змонтовано механізм приводу, опорно-копіююче колесо 9, робочі органи.

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

передачу 2.

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

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

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

Для запобігання тертя бил по ґрунті існує копіюючий механізм, який при найжджанні 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 розташований під кутом 15° 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 ступінчато, тобто, на сусідній рядок, потім підхопленні другим пакетом бил – на сусідній від нього і т.д. поки крайній лівий не викине їх на вже зібрану частину поля. Внаслідок цих перекидань очищена гичка і її залишки подрібнюються і розкидаються по полі для удобрення. Внаслідок великої частоти обертання вала з пакетами бил із ґрунту піднімаються і частинки ґрунту, але захисний кожух не дає їм розповсюджуватись і вони втративши енергію осідають.

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

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

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

Додамо і те, що у разі виходу із строю одного або кількох бил їх дуже

легко замінити і виготовити навіть в польових умовах.

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

3.4 Енергетичний розрахунок доочисника головок коренеплодів

Розрахунок потужності очисника головок коренеплодів проводимо згідно методики викладений в [20].

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

$$N_o = N_n + N_p, \quad (3.1)$$

В свою чергу:

$$N_p = N_{тп} + N_{оп} + N_{дл} + N_{вр} + N_{рз}, \quad (3.2)$$

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

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

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

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

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

Розрахунок проводимо паралельно для серійної і проектованої машини.

Потужність на пересування машини по полі:

$$N_n = V_m \cdot (f + i_m) \cdot G_m, \quad (3.3)$$

де V_m – робоча швидкість машини, м/с, $V_m = 1,8$ м/с;

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

G_m – вага машини, кН відповідно $G_m^{np} = 8$ кН, $G_m^c = 7,024$ кН;

i_m – синус кута нахилу поля, $i_m = \sin 3^\circ = 0,052$.

Тоді,

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

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

Потужність на подолання сил тертя між лопатями і землею:

$$N_{\text{тп}} = P_{\text{н}} \cdot f_{\text{п}} \cdot \sqrt{\frac{\varphi}{9} \cdot V_{\text{р}}^2 \cdot \cos^2 \beta + \frac{\varphi}{3} \cdot V_{\text{р}} \cdot V_{\text{м}} \cdot \cos \beta + \sin \gamma_{\text{р}} + V_{\text{м}}^2}, \quad (3.4)$$

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 елемента 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 головкою 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:

$$N_{\text{оп}} = \frac{K_{\text{заг}} \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot i_{\text{заг}} \cdot v_{\text{к}} \cdot n_{\text{р}}^3 \cdot (R_{\text{р}}^4 - R_{\text{т}}^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot g}, \quad (3.5)$$

де $K_{\text{заг}}$ – загальний аеродинамічний коефіцієнт обертання ротора, $K_{\text{заг}} = 6 \cdot 10^{-3}$;

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

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

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

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

$R_{\text{р}}$ – радіус ротора, $R_{\text{р}}^{\text{пр}} = 0,36$ 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.

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

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

Потужність на руйнування зв'язків черенків з головкою коренеплоду:

$$N_{\text{рз}} = \frac{P_{\text{р}} \cdot \pi \cdot n_{\text{р}} \cdot \left(R_{\text{р}} - \frac{a_{\text{с}}}{2} \right)}{30}, \quad (3.6)$$

де $P_{\text{р}}$ – сила опору руйнування зв'язків черенків з головкою коренеплоду, $P_{\text{р}} = 12,3 \cdot 10^{-3}$ кН;

a_c – середня висота черенків після зрізання гички, $a_c = 0,02$ м.

$$N_{p3}^{np} = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,36 - \frac{0,02}{2}\right)}{30} = 0,24 \text{ кВт.}$$

$$N_{p3}^c = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,34 - \frac{0,02}{2}\right)}{30} = 0,23 \text{ кВт.}$$

Потужність на видалення рештків гички з рядка:

$$N_{vp} = V_m \cdot \frac{60}{n_p} \cdot K_b \cdot \frac{1}{g} \cdot B_p \cdot a_c \cdot \sqrt{V_m^2 + V_p^2 + 2V_m \cdot V_p \cdot \sin \gamma_p}, \quad (3.7)$$

де K_b – 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.

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

$$N_{vp}^c = 0,15 \text{ кВт.}$$

Потужність на деформацію лопатей:

$$N_{dl} = \frac{i_{zag} \cdot E \cdot I \cdot \varphi \cdot K_e}{450 \cdot H_o}, \quad (3.8)$$

де E – модуль пружності матеріалу, $E^c = 1,4 \cdot 10^2$ – для лопатей, $E^{np} = 1,1 \cdot 10^2$ – для матеріалу бил;

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

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

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

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

$$N_{dl}^c = \frac{96 \cdot 1,4 \cdot 10^2 \cdot 2,3 \cdot 1,2 \cdot 0,25}{450 \cdot 27} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Таким чином, загальна потужність:

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

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

3.5 Розрахунок елементів очисника на міцність

Для визначення упорних реакцій складемо розрахункову схему (рис. 3.5).

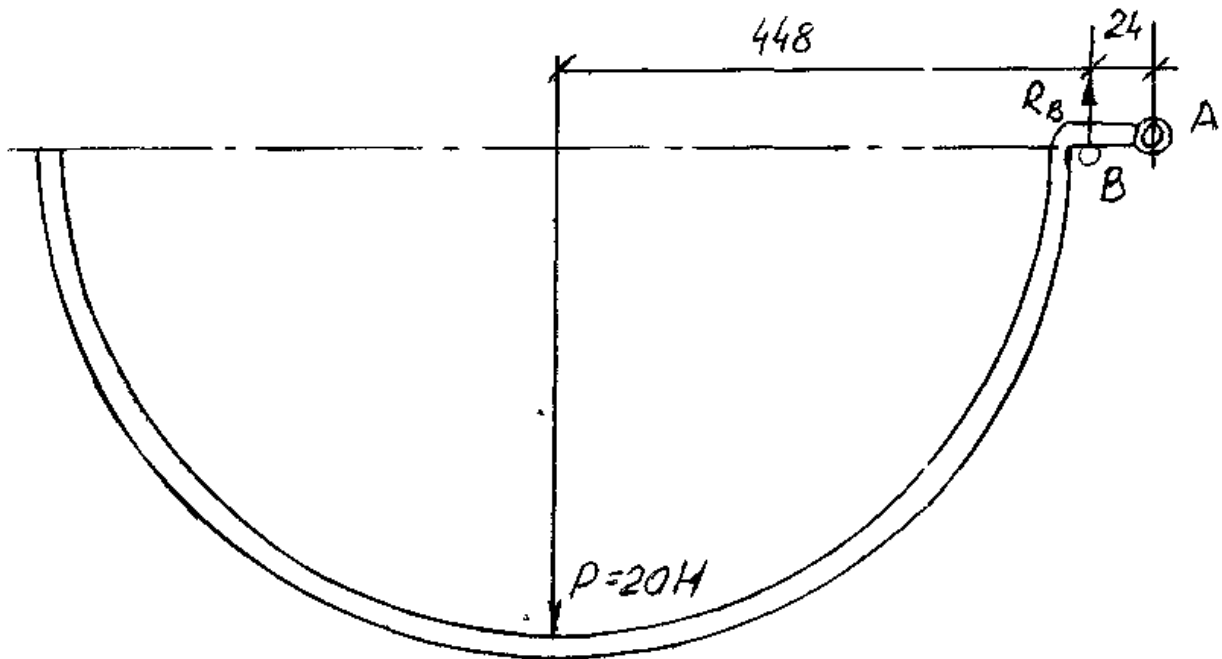


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема копіюючого пристрою

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.3.6)

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:

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

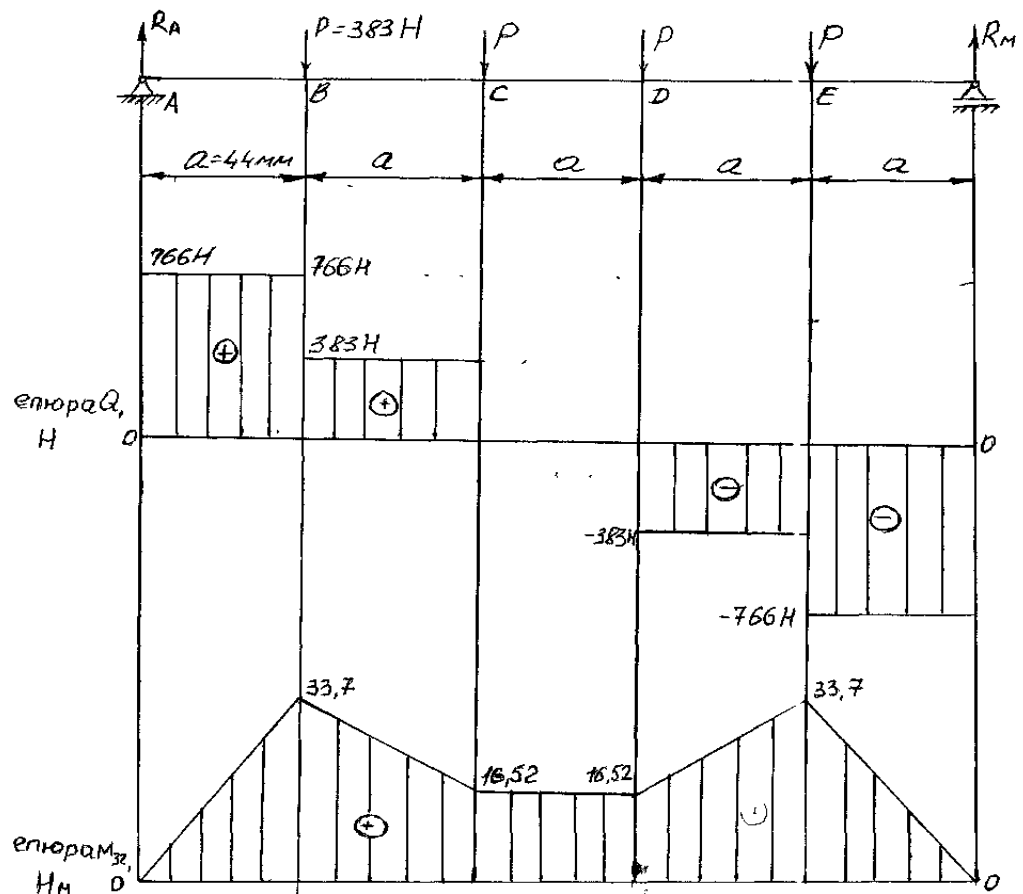


Рисунок 3.6 – Схема балки та епюри сил згинаючих моментів

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.

Точки А, М:

$$Q_a = Q_M = R_a = R_M = 766 \text{ Н};$$

$$M_a = M_M = 0$$

Точка В:

$$Q_{взл} = R_a = 766 \text{ Н};$$

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

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

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

Точка С:

$$Q_{сзл} = Q_{вп} = 383 \text{ Н};$$

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

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

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 Е:

$$Q_{Е3л} = Q_{Dп} = -383 \text{ Н};$$

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

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

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

Визначимо мінімальний діаметр осі з умови міцності:

$$\frac{M_{max}}{W} \leq [\sigma], \quad (3.9)$$

де $[\sigma] = 600 \text{ Н/мм}^2 [1]$ для даного матеріалу.

Звідки:

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

Тоді, визначимо мінімальний діаметр пальця:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W}{\pi}}, \quad (3.10)$$

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

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

Визначення міцності пера копіра.

Для розрахунку складемо розрахункову схему (рис. 3.7).

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 $P = 80 \text{ Н}$;

h – плече сили (довжина копіра) $h = 395 \text{ мм}$;

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

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

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

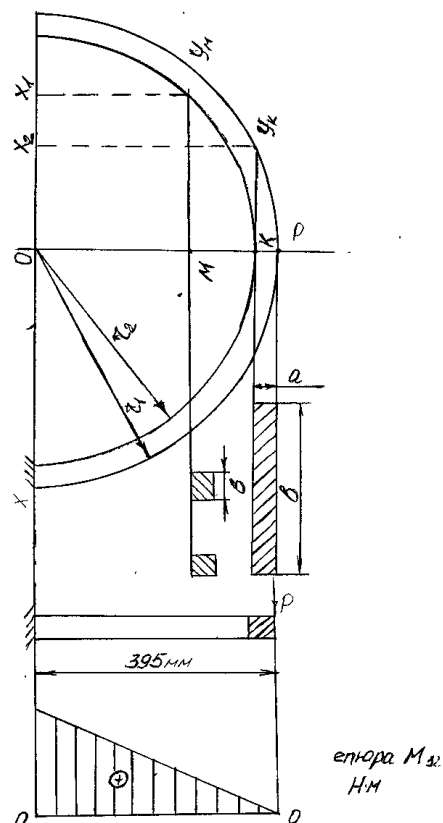


Рисунок 3.7 – Схема розрахунку копіра та епюра згинаючих моментів

Як видно з рисунка:

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

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

$x_1 = \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2}$, 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 [6]:

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

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

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

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

$$\sigma_{заг.\max} \geq [\sigma]$$

$$505,0 > 500.$$

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

$$\sigma'_{з\ max} \leq \frac{[\sigma_{зг}]}{K},$$

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

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

Як бачимо із графіка:

$$\sigma_{зг} < \sigma'_{заг.\max}.$$

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

$$W_{доп} = \frac{K \cdot M_{\max}}{[\sigma]}, \quad (3.11)$$

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

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

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

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

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

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вимоги до організації безпеки сільськогосподарських робіт, технологічного процесу, виробничих приміщень, майданчиків повинна відповідати вимогам.

Для сільськогосподарського виробництва характерна дія наступних небезпечних факторів при вирощуванні цукрових буряків :

- травмування від наїзду рухомих машин;
- захват незакритими частинами рухомих машин і механізмів;
- придушення при перекиданні агрегатів, машин навісними машинами.
- шкідливі фактори виробничого середовища,
- підвищена запиленість і загазованість, забруднення робочої зони;
- підвищений рівень шуму і вібрацій на робочому місці;
- підвищений вміст пестицидів і мінеральних добрив на робочому місці;
- підвищена температура і вологість робочої зони;
- підвищена швидкість руху повітря.

В випадку, коли досягнутий рівень технології не дозволяє повністю забезпечити обслуговуючому персоналу умов праці, зменшення дії шкідливих факторів, потрібно проводити за рахунок застосування індивідуальних засобів захисту.

Вимоги до технологічного процесу передпосівного обробітку і посіву ц/б в господарстві повинні відповідати типовим технологічним нормам. Режим виконання технологічних процесів сівби, догляду за посівами і збирання ц/б повинно забезпечити: погодженість роботи машинно-тракторних агрегатів виключаючи виникнення небезпечних і шкідливих факторів;

- завантаження МТА відповідно їх продуктивності;
- сторонність знаходитись на ралі або інших частинах бурякозбиральних машин під час руху і роботи забороняється.

Машини повинні бути укомплектовані набором справного інструменту і пристроїв в відповідності заводській інструкції. Експлуатувати машину без захисних огорожень рухомих частин пофарбованих в червоний або жовтий колір забороняється.

Агрегати, в склад яких входять причіпні машини, обладнані постійними робочими місцями, повинні мати справну двохсторонню сигналізацію.

Агрегати машин потрібно проводити з трактором класу, рекомендованим заводом – виготовлювачем.

Виробничий персонал повинен пройти інструктаж з охорони праці відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з охорони праці».

Вирощування ц/б пов'язано з дією на робітника цілого ряду шкідливостей, які можуть досягти рівня перевищуючого допустимі норми. Так при оранці, культивуванні, боронуванні, повітря робочої зони забруднюється ґрунтовим пилом. Пил шкідливо впливає на шляхи дихання, легені, очі, шкіру.

В процесі дихання біля половини пилу, що знаходиться в повітрі затримується слизистою оболонкою і альвеолами легень, що викликає їх подразнення і може призвести до захворювання дихальних шляхів.

При використанні пестицидів, аміаку та інших мінеральних добрив, а також нафтопродуктів в органи дихання потрапляють їх пари та газу.

Парогазові речовини, а також аерозолі потрапляють в організм через органи дихання, що може викликати різні захворювання.

Деякі газу і пари отруйних речовин вибухонебезпечні. Наприклад, пари аміаку вибухають при концентрації 16-28%, бензин – 0,76...5,03%.

Під час обприскування посівів ц/б рідкими речовинами аерозолі завдають шкоди працюючому персоналу захворювання шкіри, можливе отруєння.

Підприємство агропромислового комплексу оснащено складними машинами, знаряддями, агрегатами, безпечна робота яких потребує відповідних знань. Хімізація деяких процесів при вирощуванні ц/б викликає необхідність навчання правил техніки безпеки роботи з ядохімікатами і добривами, так як невміле використання їх може призвести не тільки до отруєння, а до вибуху і пожежі. розподіляє небезпечні і шкідливі фактори по природі дії на наступні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізичні.

При вирощуванні ц/б в групу фізичних факторів входять рухомі машини і механізми та їх незахищені рухомі частини, підвищена запиленість і засміченість повітря робочої зони, обладнання і матеріалів, підвищений рівень шуму.

Група хімічних і шкідливих факторів виробництва поділяється на наступні підгрупи по характеру дії на організм людини:

- загальнотоксичні;
- мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних небезпечних факторів виробництва відносяться мікро і макроорганізми, вплив яких на персонал може викликати травми або захворювання. Це бактерії, віруси, грибки, рослини і тварини.

Механізаторам, допоміжному персоналу та спеціалістам, що зайняті на вирощуванні ц/б, у відповідності до закону України 2Про охорону праці2

передбачається безкоштовна видача, по встановленим нормативам, спец. – одягу, спец взуття та засобів індивідуального захисту.

Необхідна кількість спец. одягу та засобів індивідуального захисту для ланки встановлюється шляхом виявлення кількості працівників, що зайняті одночасно на виконанні одної операції, та норми видачі спец. одягу на цій операції.

Дані розрахунку занесені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Норма видачі спец. одягу та засобів індивідуального захисту

Спец одяг, спец взуття та інші засоби інд. захисту	Строки носки (місяці)	Необхідна кількість
Костюм х/б з пило непроникаючої тканини	12	36
Комбінезон х/б з кислотнозахисної тканини	черговий	4
Комбіновані рукавиці	6	72
рукавиці гумові	4	8
взуття гумове	24	8
нарукавники	чергові	8
окуляри захисні	до зношення	14
Шолом бавовняний	12	4
Респіратор	до зношення	14

Таким чином вибрані засоби індивідуального захисту дозволяють персоналу працювати зі шкідливими речовинами з мінімальним ризиком для їх здоров'я.

Специфіка людського суспільства полягає в тому, що в результаті праці, в процесі розвитку воно все більше вивільнюється з-під прямої залежності від середовища і все більше і більше збільшує свій вплив на природу.

Використання хімічних речовин, що невинно зростає, збільшує масштаби їх впливу та потрапляння їх у водоймища.

Росте також і кількість інших хімічних засобів, що використовується в сільському господарстві.

Поряд з позитивними результатами використання хімічних речовин та пестицидів спостерігаються негативні явища, які в кінцевому розрахунку згубно діють на оточуюче середовище. Але повністю відмовитись від використання цих речовин людство вже не в змозі.

З позиції охорони праці вихід повинен полягати в тому, щоб звести до мінімуму негативний вплив с/г хімії на працівників і оточуюче середовище.

Для цього необхідно дотримуватись правил використання та норм засобів захисту рослин.

Чітка робота механізму охорони праці в процесі с/г виробництва залежить не тільки від професійної підготовки спеціалістів, а й від рівня їх загально економічної культури, підходу до рішень.

Для підвищення рівня роботи з охорони праці під час вирощування цукрових буряків, необхідно:

- контролювати правильність зберігання, транспортування та використання пестицидів та добрив;
- тримати в справному стані машини та обладнання, використовувати їх за призначенням;
- контролювати використання нафтопродуктів, не допускати забруднення ними ґрунту, води, рослинності;
- правильно організовувати зливання, зберігання та здачу відпрацьованих нафтопродуктів;
- не допускати розливу нафтопродуктів, гербіцидів та інших шкідливих речовин на ґрунт при заправці агрегатів;
- слідкувати за справністю двигунів з метою зменшення токсичності викидів в атмосферу;
- обладнувати відповідні місця для зберігання та наступної утилізації побутового та виробничого сміття;

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Внаслідок застосування проектної машини, а також змін в технології збирання (введення пошарового рихлення міжрядь) отримуємо зниження пошкоджень коренеплодів на 5,9%, що дозволяє отримати економічний ефект від зменшення пошкоджень коренеплодів [13]:

$$E = 0,95 \cdot 10^{-5} \cdot (x_1 - x_2) \cdot Q \cdot m \cdot t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot C_1 - 10^{-5} \cdot (x_1 - x_2) \cdot [P_2 - t \cdot (0,0104 + 0,00095 \cdot x_2)] \cdot Q \cdot m \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot C_{2i}, \quad (5.1)$$

де x_1 – процент (по масі) сильно пошкоджених коренеплодів робочими органами збиральних машин, $x_1 = 15,7\%$;

x_2 – процент (по масі) сильно пошкоджених коренеплодів при введенні проектної машини, $x_2 = 9,8\%$

Q – зібрана маса коренеплодів за сезон, т $Q = q \cdot T$;

де q – урожайність коренеплодів, $q = 35$ т/га;

T – сезонний виробіток машини, $T = 190,4$ га.

Тоді,

$$Q = 35 \cdot 190,4 = 6664 \text{ т.}$$

m – доля маси коренеплодів, що підлягають тривалому зберіганню на заводі, $m = 0,6$;

t – середньо галузевий зональний час (діб) зберігання сировини цукрових буряків на заводі, $t = 50$;

K_1 – середньогалузевий коефіцієнт заготовки сировини цукрових буряків, $K_1 = 0,9$;

K_2 – середньогалузевий коефіцієнт втрат сировини цукрових буряків від часу приймання до часу переробки, $K_2 = 0,96$;

K_3 – середньогалузевий коефіцієнт виходу цукру, $K_3 = 0,75$;

C_1 – середньогалузева оптова (зональна) ціна цукру, $C_1 = 1900$ грн/т;

P_2 – вихідна цукристість коренеплодів, $P_2 = 17,9\%$

C_2 – прямі затрати на виробництво 1т цукру, $C_2 = 1190$ грн/т.

Отже, загальний економічний ефект від зниження пошкоджень коренеплодів становитиме:

$$E = 0,95 \cdot 10^{-5} \cdot (15,7 - 9,8) \cdot 6664 \cdot 0,6 \cdot 50 \cdot 0,9 \cdot 0,96 \cdot 0,75 \cdot 1900 - 10^{-5} \cdot (15,7 - 9,8) \cdot [17,9 - 50 \cdot (0,0104 + 0,00095 \cdot 9,8)] \cdot 6664 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,96 \cdot 0,75 \cdot 1190 = 107100,92 \text{ грн.}$$

Всі розрахункові дані зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічний ефект від вдосконалення технології вирощування і збирання цукрових буряків

№	Показники	Існуюча технологія	Рекомендована технологія	Відхилення +, -
1	Годинна продуктивність агрегату, га год.	0,8	1,4	0,6
2	Урожайність, т/га	24,2	35	10,8
3	Затрати при застосуванні технології, люд-год.	96,1	94,6	1,5
4	Прямі експлуатаційні затрати, грн.	4900,05	3100,84	1700,21
5	Економічний ефект від зменшення втрат при збиранні, грн/га.	-	6300,75	6300,75
6	Економічний ефект від зниження пошкоджень головок коренеплодів, грн.	-	107100,92	107100,92
7	Загальний економічний ефект, грн.	-	151860,87	151860,87
	Строк окупності		2,8	

ВИСНОВКИ

На основі проведення розрахунків та наукових досліджень можна зробити наступні висновки:

- цукрові буряки є стратегічною культурою і їх вирощування дозволяє не лише повертати затрати на виробництво, а й отримувати певний прибуток.
- існує широкий фронт діяльності в області вдосконалення технологій збирання та робочих органів машин для збирання цукрових буряків та гички.
- внаслідок введення нової технології збирання цукрових буряків та її розрахунку можна сказати, що дана технологія ефективна. В порівнянні з загальноприйнятою дозволяє збільшити врожайність продукції, зменшити пошкодження коренеплодів на 10 ... 15%, збільшити валовий збір коренеплодів.
- затрати праці при застосуванні нової технології збирання зменшуються також і прямі експлуатаційні затрати на використання техніки, а саме зменшились на 0,3%, що дозволяє зекономити повну частину коштів при тій же самій продуктивності агрегату.
- за рахунок конструктивної розробки значно зменшилась кількість пошкоджених коренеплодів (5 ... 10%) та степінь їх пошкодження. Введення в роботу розробленої машини дозволить щорічно отримувати більший валовий збір коренеплодів, в порівнянні з серійною машиною (при тій урожайності) і отримати економічний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Експлуатація машинно-тракторного парку в агрорному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І.Карасьов, А.С.Ломонт та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка. – К.: Урожай, 1993. –228 с.
2. Довідник сільського інженера / В.Д.Гречкосій, О.М.Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; За ред. В.Д.Гечкосія. – 2-е вид., перероб. і доп. –К.: Урожай,1991. – 400 с.
3. Комплексна механізація виробництва зерна / В. Д.Гречкосій, Д.М.Алімов, В.І.Кифоренко, П.М.Чайка; За ред. В.Д.Гречкосія. – К.: Урожай, 1991. –216 с.
4. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи.- 3-е вид., доп. І перероб. /Упоряд. Л.С.Пристапчук, О.Ф.Лук'янчук, В.М.Карпенко. – К.: Урожай, 1982. – 504 с.
5. Технічне обслуговування і діагностування сільськогосподарської техніки./Л.Ф.Вознюк, В.В.Іщенко, Я.М.Михайлович. – К.: Урожай, 1994. –216 с.
6. Ільченко В.Ю. та ін. Довідник з експлуатації мانیотракторного парку. – К.: Урожай, 1987. – 363 с.
7. Анур'єв В.І. Довідник конструктора-машинобудівника, М.: Машинобудування, 1979, I – III т
8. Банніков А.Г., Русматов А.К Охорона природи. М.: Колос, 1987 – 208 с.
9. Бурякозбиральні машини (конструювання і розрахунок) / П.В. Погорілий, Н.В. Татьянко, В.В. Брей та ін. під ред. Л.В. Погорілого – К.: Техніка, 1983 – 168 с.
- 10.Вдосконалення технології виробництва і насіння і коренеплодів цукрових буряків (збірник наукових праць) / Зубенко В.Ф., Погребняк С.П. та ін. за ред. Зубенко В.Ф., К.: ВНИС – 1987 – 175 с.
- 11.Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; К.: Урожай, 1987 – 368 с.
- 12.Довідникз опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
- 13.Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / В.І.Паламарчук, А.М. Козачук та ін.; за ред. О.О. Проценка – К.: Урожай, 1981 – 232 с.
- 14.ЕМТП. Методичні вказівки по вивченню дисципліни і завдання для контрольних робіт і курсового проекту / Тошкінов А.Н., Буднов К.С. М.: Політвидав, 1982 – 62 с.
- 15.Конарєв Ф.М., Пережогін М.А., Грянїк Т.Н. Охорона праці, М.: Колос, 1982 – 355 с.
- 16.Індустріальна технологія виробництва цукрових буряків / О.А. Маковецький, В.В. Брей, Л.В. Погорілий і ін. під ред. Л.В. Погорілого – К.: Урожай,1983 – 136 с.

- 17.Маковецький О.А. Механізація виробництва цукрових буряків / Погорілий Л.В., 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай,1991р. – 184 с.
- 18.Методика економічної оцінки машини БМ – 6А, Харків, Укрниисхом, 1983.
- 19.Механізація технологічних процесів в буряківництві (збірник наукових праць) / Роїк Н.В., Балан В.Н., Барштейн П.А. та ін.; за ред. Роїк Н.В., К.: УААН – 1994р – 188 с.
- 20.Опір матеріалів під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
- 21.Парубок О.Н. Нова технологія, К.: Урожай, 1976р. – 214 с.
- 22.Проблеми і перспективи створення бурякозбиральної техніки (матеріали міжнародної науково-практичної конференції) / Погорілий П.В., Войтюк Л.П., Серeda Л.П. за ред. П.В. Погорілого, Вінниця,1996р. – 182 с.
- 23.Ферс Н.Е. Посібник по експлуатації машинно-тракторного парку М.: Колос, 1978.
- 24.Яценко В.Г. Технологія індустріального виробництва цукрових буряків, К.: Урожай, 1987.
- 25.Мишин Н.С., Грозубинський П.В. Визначення потужності очисників головок коренеплодів роторно-гвинтового типу (збірник наукових праць), М: ВИСКОМ, 198р. – 60 с.