

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування буряків
цукрових і конструкції машини
для збирання гички**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Паримонов Сергій Леонідович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Паримонов С.Л. Удосконалення технології вирощування буряків цукрових і конструкції машини для збирання гички/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 89 с.

В роботі проведено аналіз особливостей вирощування буряків і розроблено технологію вирощування і збирання цукрових буряків. Розроблена технологічна карта і визначено комплекс машин для її реалізації. Обґрунтовано організаційні питання збирання цукрових буряків в господарстві.

Представлено аналіз способів та засобів механізації збирання цукрових буряків вітчизняного та закордонного виробництва. Розроблена конструкція різального апарату гичкозбиральної машини, проведені розрахунки і визначені основні параметри і режим роботи удосконаленої машини. Визначені технологічні показники процесу збирання буряків.

Розроблено заходи по охороні праці і підвищенню рівня безпеки при виконанні збиральних робіт.

Економічна ефективність від впровадження удосконаленої технології і удосконаленого очисника гички в умовах господарства становить 14472 грн. за рік.

Ключові слова: буряк цукровий, технологія, гичка, різальний апарат, параметри, продуктивність, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА.	9
1.1 Біологічні особливості вирощування цукрових буряків.	9
1.2 Складання технологічної карти вирощування цукрових буряків.	14
1.3 Визначення потреби в техніці.	17
2 СУЧАСНИЙ СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	19
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В ГОСПОДАРСТВІ.	33
4 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГИЧКОЗРІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ ЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.	41
5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ УДОСКОНАЛЕНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ.	44
5.1 Кінематичний розрахунок машини.	44
5.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу редуктора різального апарату.	46
5.3 Розрахунок редуктора приводу різального апарату.	50
6 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ.	63
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.	69
7.1 Загальні положення по охороні праці.	69
7.2 Правила техніки безпеки при роботі на гичкозбиральній машині.	69
7.3 Заходи безпеки при експлуатації машинно-транспортного агрегату. ...	73
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	75
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	82
Д О Д А Т К И.	

ВСТУП

Цукровий буряк — високоінтенсивна та високорентабельна культура, дає чи не найвищий прибуток з гектара серед усіх традиційних для України культур. Інтерес до вирощування цукрових буряків в умовах воєнного часу обумовлено обмеженням експорту зернових та олійних культур. Дана культура приваблива для наступного сезону, тому що є можливість переробки сировини в Україні та у світі значно зростає ціна на цукор [1, 2].

Але війна, яку розпочала росія, також внесла певні корективи в розвиток галузі. За даними Держстату України площа посівів цукрового буряку в країні в довоєнному 2021 році становила 226 тис. га, а в 2022 році – 173 тис. га, урожай довоєнного 2021 року становив 10,8 млн. т, а 2022 року – 8,6 млн. т, при середній врожайності відповідно 47,9 і 49,8 т/га [3]. В Дніпропетровській області середня врожайність становила 43 т/га.

Цукровий буряк - унікальна високопродуктивна і високоприбуткова сільськогосподарська культура. Основними перевагами його вирощування є:

- чудовий попередник для більшості культур - сприяє підвищенню урожайності наступної культури;
- порівняно з зерновими і овочевими культурами у 2-4 рази ефективніше використовує вологу;
- дуже ефективно використовує азотні добрива;
- цукровий буряк засвоює вуглекислий газ та виділяє кисень у 4-5 разів більше, ніж 1 га змішаного лісу [1].

Цукрові буряки вирощують як технічну і кормову культуру. Коренеплоди сучасних сортів містять 17-19% цукру. 100 кг коренеплодів відповідають 26 кормовим одиницям і містять 1,2 кг перетравного протеїну, 0,5 кг кальцію, 0,5 кг фосфору. Кормова патока містить близько 60% цукру, 100 кг її відповідають 77 кормовим одиницям і містять 4,5 кг перетравного протеїну [1]. Цукрові буряки в Україні є єдиним джерелом для виробництва цукру – життєво необхідного джерела харчування. Цукор володіє високими

смаковими якостями, сприяє підвищенню розумової і фізичної діяльності людини. Більша частина цього продукту використовується в харчовій промисловості: в хлібобулочному, кондитерському виробництві, виготовленні різних напоїв і т. ін.

При виробництві цукру з'являється багато побічних продуктів – меляса, жом, які використовують при виробництві кормів, паперу, дріжджів, амінокислот, спирту. Відходи цукрового виробництва можуть використовуватися навіть як покращувачі ґрунтів. Особливий інтерес має використання цукру в якості біопалива як замітника традиційних вуглеводневих видів пального. Цукор можна ферментувати в спирт, який у поєднанні з бензином можна використовувати як пальне.

Підвищення ефективності використання наявних технічних засобів і розробка нових в Україні стало найактуальнішим питанням сьогодення. Розробка і використання нових машин мають спиратися на попередній еволюційний досвід, наявність нових наукових ідей і технічних засобів для реалізації цих розробок, професійну підготовку обслуговуючого персоналу.

Багаторічні дослідження процесів механізованого збирання цукрових буряків, результати Державних випробувань бурякозбиральної техніки та досвід її використання в умовах реальної експлуатації у господарствах різних зон бурякосіяння свідчать, що кількість пошкоджених коренеплодів і рівень втрат врожаю залежить від технічних, технологічних, організаційно-господарських чинників і погодних умов, а також від стану розвитку рослин, вологості й твердості ґрунту.

Головне ж для запобігання втратам врожаю цукрових буряків на збиранні — це правильне технологічне налагодження всього комплексу збиральної техніки та кожної машини відповідно до її конструктивних умов збирання. Спеціалістам і механізаторам слід чітко знати всі можливі причини та розміри технологічних втрат врожаю цукрових буряків на збиранні та способи їх усунення. За правильного технологічного налагодження

бурякозбиральних машин і відрегульованості їх робочих органів показники якості збирання цукрових буряків мають відповідати нормативним вимогам.

Дослідження процесів збирання цукрових буряків показали, що втрати коренеплодів складають 10 - 15% від біологічної урожайності. Крім того 40 - 60% коренеплодів пошкоджуються робочими органами машин [4, 6].

В зв'язку з цим удосконалення технології збирання цукрових буряків і робочих органів машин, радикально понижуючих втрати гички та втрати і пошкодження коренеплодів при збиранні цукрових буряків являється актуальною науковою та виробничою задачею.

Метою даної дипломної роботи є удосконалення технології вирощування та збирання буряків цукрових з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи гичкозрізального апарату збиральної машини.

1 ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Біологічні особливості вирощування цукрових буряків

Біологічні особливості. Цукрові буряки – одна з основних технічних культур. При врожайності 400 ц/га дає 50—55 ц цукру, а також 150-200 ц гички, 200-280 ц сирого жому, 15-18 ц меляси, які використовуються на корм сільськогосподарським тваринам [6].

За поживністю цукрові буряки значно перевищують кормові. 100 кг коренеплодів відповідають 26 кормовим одиницям і містять 1,2 кг перетравного протеїну, а 100 кг гички – відповідно 20 корм. од. і 2,2 кг протеїну. Це одна з найбільш продуктивних сільськогосподарських культур. Цукрові буряки є цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур і підвищують загальну продуктивність польових сівозмін.

Цукрові буряки – дворічна рослина. У перший рік з насіння виростає потовщений коренеплід із запасами поживних речовин та розеткою прикореневих листків. На другий рік у висаджених у ґрунт коренеплодів із сплячих бруньок відростає листя і з'являються гіллясті, високі (до 1,5 м і вище) стебла з квітками, з яких формується насіння.

У перший рік виділяють три періоди вегетації буряків: формування асиміляційного апарату й кореневої системи – приблизно перші півтора місяці життя рослин; посилений ріст листя та коренеплоду, який триває більше двох місяців (добові прирости коренеплоду сягають 10 г і більше); інтенсивне накопичення цукру – останній місяць вегетації, коли при порівняно високому прирості коренеплодів (5 г і більше) інтенсивно підвищується їх цукристість – до 0,07 – 0,1 % за добу.

Ріст коренеплоду і кореневої системи тісно пов'язаний з формуванням листя: чим раніше й більше утворюється листя, тим інтенсивніше росте головний корінь.

Насіння цукрових буряків активно проростає при середньодобовій температурі ґрунту 6-8 °С на глибині 6-7 см. Сходи витримують заморозки до 4-5 °С, якщо вони настають не після тривалого періоду теплої погоди. Холодна погода на початку вегетації обумовлює цвітущість рослин, яка спричиняє зниження цукристості, одерев'яніння тканин і зменшення маси коренеплодів, ускладнює переробку і зберігання буряків. Фотосинтез та ріст буряків найкраще відбуваються при температурі 20-22 °С, але активний ріст і накопичення цукру триває до настання зниження температури восени нижче 6°С [6].

Цукрові буряки як рослина довгого дня вимогливі до світла. Необхідна для них сумарна сонячна радіація становить до 3 тис., а фотосинтетична активна радіація (ФАР) – до 1,1-1,3 тис. МДж/м². Порівняно з іншими культурами вони краще використовують ФАР. Цукристість значною мірою залежить від кількості сонячних днів у серпні – вересні.

Цукрові буряки вимогливі до вологи і водночас є посухостійкими. Для бубнявіння і проростання насіння потрібно 150 – 170 % води від маси клубочків. Транспіраційний коефіцієнт у середньому становить 397. На формування 1 ц коренеплодів і відповідної кількості листя при урожайності 400 – 500 ц/га буряки використовують з ґрунту близько 80 ц води, або 3200 – 4000 м³/га. Тому при їх вирощуванні велике значення мають заходи, спрямовані на накопичення і зберігання вологи в ґрунті. Найбільше води буряки потребують в період посиленого росту (в липні – серпні). Оптимальна вологість ґрунту для них 65 – 70 % граничної польової вологості. Відносно менше зниження врожаю цукрових буряків в роки з недостатньою кількістю опадів порівняно з іншими рослинами пояснюється тим, що коренева система їх глибоко проникає в ґрунт (до 2 м і більше), а також тривалим періодом вегетації і здатністю використовувати пізні літні опади. У дощові прохолодні роки врожаї буряків бувають високими, але з низьким вмістом цукру.

Цукрові буряки потребують великої кількості поживних речовин. В середньому при утворенні 1 т коренеплодів і відповідної кількості гички вони виносять з ґрунту 5-6 кг азоту, 1,5-2 кг фосфору і 6-7,5 кг калію, а також значну кількість інших мікро- та макроелементів.

Найкращими для цукрових буряків є структурні чорноземні суглинкові ґрунти з нейтральною або слабо кислою реакцією (рН 6,5-7,5). Буряки потерпають від підвищеної кислотності (рН < 6), стійкі до засолення ґрунтів. Оптимальна щільність орного шару для них становить 1,0 – 1,2 г/см³.

Підвищенню інтенсивності й продуктивності фотосинтезу сприяють агротехнічні заходи щодо збільшення вмісту вуглекислоти в повітрі, оптимізації температури, мінерального живлення й вологості. Основним є створення оптимальної асиміляційної листкової поверхні посіву (50 – 60 тис. м²/га) за рахунок збільшення кількості листя, поліпшення його оптичних властивостей й безперервного функціонування. Цьому сприяють ранні строки сівби буряків, оптимальна густина посівів, рівномірність розміщення рослин на площі, обґрунтовані пізні строки збирання врожаю.

Ґрунтово-кліматичні умови. В Україні більше 70% площі посівів цукрового буряку розміщується на ґрунтах чорноземного типу, 27% - на сірих лісових і біля 3% - на дерново-підзолистих ґрунтах. В північному Степу, зокрема в Дніпропетровській області, переважають чорноземи звичайні, важко суглинкові з гумусовим профілем до 60-100 см і вмістом гумусу 4,2-6,3%. Буряки вирощують у трьох агрокліматичних зонах (таблиця 1.1): достатнього зволоження (західні області, частина районів Вінницької, Житомирської, Сумської і Чернігівської областей), нестійкого (більша частина Лісостепу) та недостатнього – південний та південно-східний Лісостеп, північний Степ (Дніпропетровська, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська області).

Вегетаційний період буряків триває 160 – 175, у південно-західній частині України – до 185 днів. Кількість ФАР, яка надходить за травень – вересень, становить 1250 – 1550 МДж/м². У північному Степу фактором, який

знаходиться у мінімумі і в першу чергу визначає рівень урожайності буряків, є волога.

Таблиця 1.1 - Агрокліматичні зони вирощування цукрових буряків

Зона зволоження	Кількість опадів, мм		Сума температур повітря, °С	Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початку весни, мм	Гідротермічний коефіцієнт
	за рік	за вегетаційний період			
Достатнього	> 550	450-340	2300-2600	170 – 200	1,2 – 1,5
Нестійкого	550-480	340-300	2600-2850	150 – 180	0,8 – 1,2
Недостатнього	480-430	300-250	2850-3100	100 – 150	0,75 – 0,90

Сорти і гібриди. Сучасна технологія вирощування фабричних цукрових буряків передбачає застосування генетично однонасінних сортів і гібридів з потенціальною врожайністю 500-550 ц/га і цукристістю 17-18%, з підвищеними однонасінністю та схожістю. По Україні в Державний реєстр занесені більше 60 сортів і гібридів цукрових буряків. З них для використання в Дніпропетровській області на 2002 р рекомендовані такі: Веселоподолянський однонасінний 29, гібриди Білоцерківський ЧС 90, КВ Ялтушків, Ялтушківський ЧС-72, Шевченківський. Для підвищення стійкості урожайності буряків за роками у господарстві доцільно використовувати одночасно 2-3 сорти чи гібриди. Високим біологічним потенціалом володіють сорти і гібриди закордонної селекції. Але практика показує, що наші не поступаються своїми потенційними можливостями.

В загальній масі коренеплоду рекомендованих сортів і гібридів цукрових буряків близько 75 – 80 % становить вода, вміст сухих речовин – 20-25 %. Сахароза становить 70-75% сухої речовини. Вміст цукру в коренеплодах

залежно від сортових особливостей і умов вирощування коливається від 15 до 22 %.

Реалізація біологічного потенціалу нових сортів і гібридів цукрових буряків цілком залежить від технології їх вирощування.

Місце в сівозміні і попередники. Правильне розміщення цукрових буряків у сівозміні – один із основних чинників поліпшення забезпеченості рослин вологою і елементами живлення, зменшення засміченості посівів, кількості шкідників і хвороб, усунення токсичності ґрунтів, підвищення врожайності та якості коренеплодів. На Уладово-Люлінецькій дослідній станції при вирощуванні буряків у трьохпільній сівозміні урожайність цукрових буряків в середньому за шість років становила 428, а на беззмінних посівах – 261 ц/га [6].

У зоні достатнього зволоження найсприятливіші умови для цукрових буряків створюються при розміщенні їх після озимих зернових, які висівали після багаторічних трав на один укіс, по зайнятих парах, після гороху. У зоні нестійкого зволоження буряки розміщують після озимих по зайнятих, а в південно-східних районах – і по чистих парах, після гороху, багаторічних трав на один укіс.

У зоні недостатнього зволоження найкращим попередником для буряків у сівозміні є озимина після чорних удобрюваних парів. Допустиме розміщення їх після озимини, висіяної після багаторічних трав одного року користування на один укіс або однорічних трав, а також кукурудзи на зелений корм.

В дослідженнях Дніпропетровського державного аграрного університету урожайність коренеплодів після озимої пшениці по чорному пару становила 349 ц/га, або на 27-31 ц/га більше за врожайність після озимої пшениці, висіяної після еспарцету на один укіс і гороху на зелений корм, і на 40-52 ц/га більше за врожайність при сівбі після озимої пшениці, висіяної після кукурудзи на силос і ярого ячменю.

За даними Інституту цукрових буряків УААН, частка цукрових буряків у сівозміні на не еродованих ґрунтах в зоні достатнього зволоження може

становити 30%, нестійкого і недостатнього – 25-30%. При цьому повертати буряки на попереднє місце вирощування слід не раніше, ніж через 2-3 роки.

Отже, в зоні недостатнього зволоження, зокрема в Дніпропетровській області, у 10-пільних сівозмінах доцільно мати таке чергування:

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1 – чорний і зайнятий пар; | 6 – озима пшениця; |
| 2 – озима пшениця; | 7 – кукурудза на зерно; |
| 3 – цукрові буряки; | 8 – зернобобові, кукурудза на силос; |
| 4 – ярі зернові; | 9 – озима пшениця; |
| 5 – кукурудза на силос; | 10 – соняшник |

Для фермерських господарств рекомендуються сівозміни з короткою ротацією (насиченість буряками 25%):

- 1 – чорний і зайнятий пари, горох;
- 2 – озима пшениця;
- 3 – цукрові буряки;
- 4 – ярі зернові.

1.2 Складання технологічної карти вирощування цукрових буряків

Технологічна карта включає такі основні блоки інформації: агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт; технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки; потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів; показники ефективності: затрати праці, прями і приведені витрати [7].

Приклад заповнення технологічної карти покажемо на першій операції – лущення стерні.

Дата початку роботи та її тривалість обумовлюються агротехнікою вирощування цукрових буряків.

Коефіцієнт змінності $K_{зм}$ підраховуємо за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (1.1)$$

де $T_{\text{д}}$ – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.;

Тривалість зміни становить 7 годин, а при роботі з отрутохімікатами – не більше 6 годин.

Тривалість робочого часу за добу встановлюють на основі прийнятого у господарстві робочого дня на даний період та з урахуванням операції, що виконується, тоді

$$K_{\text{зм}} = \frac{7}{7} = 1.$$

Для луцення стерні вибираємо такий склад машинно-тракторного агрегату – трактор Т-150К і луцильник дисковий ЛДГ-15.

Змінну норму виробітку і норму витрати палива на одиницю роботи визначаємо за [8]. Вони відповідно становлять $W_{\text{зм}} = 66,2$ га /зм. та $g_{\text{п}} = 2,4$ кг /га.

Норма витрати технологічних матеріалів визначається агротехнікою вирощування цукрових буряків. При луценні стерні технологічні матеріали не використовують.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат, визначають в залежності від його складу і рекомендацій заводів-виробників машин. Для даної операції потрібно 1 механізатор.

Значення годинної еталонної продуктивності λ згідно [9] для трактора типу Т-150К становить 1,65 у.е.га /год.

Необхідну кількість агрегатів $n_{\text{а}}$ визначаємо за формулою:

$$n_{\text{а}} = \frac{\Omega}{W_{\text{зм}} K_{\text{зм}} D_{\text{р}}}, \quad (1.2)$$

де Ω – обсяг робіт, га;

$W_{\text{зм}}$ – змінна норма виробітку, га /зм;

$K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – тривалість роботи, днів;

$$n_a = \frac{200}{66,2 \cdot 1 \cdot 5} = 0,6.$$

Приймаємо 1 агрегат.

Кількість днів, протягом яких фактично буде виконана робота, підраховуємо за формулою:

$$D_\phi = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}}, \quad (1.3)$$

$$D_\phi = \frac{200}{1 \cdot 66,2 \cdot 1} = 3 \text{ дні.}$$

Число нормозмін, необхідних для виконання роботи, знаходимо за формулою:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (1.4)$$

де $N_{зм}$ – число нормозмін,

$$N_{зм} = \frac{200}{66,2} = 3.$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$n_m = m_m \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (1.5)$$

де m_m – кількість механізаторів, обслуговуючих агрегат.

$$n_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ механізатор.}$$

Аналогічно визначають кількість допоміжних робітників.

Кількість палива, необхідного для виконання роботи визначаємо за формулою:

$$G_n = \Omega \cdot g_n, \quad (1.6)$$

$$G_n = 200 \cdot 2,4 = 480 \text{ кг.}$$

Затрати праці на виконання роботи підраховуємо за формулою:

$$Z_n = (n_m + n_\phi) \cdot N_{zm} \cdot T_{zm}, \quad (1.7)$$

$$Z_n = (1 + 0) \cdot 3 \cdot 7 = 21 \text{ год. / га.}$$

Виробіток машинно-тракторного агрегату в умовних одиницях визначаємо за формулою:

$$\Omega_Y = \lambda \cdot N_{zm} \cdot T_{zm}, \quad (1.8)$$

де Ω_Y – виробіток агрегату в умовних одиницях, у.е.га.

$$\Omega_Y = 1,65 \cdot 3 \cdot 7 = 34,7 \text{ у.е.га.}$$

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти. Аналогічні розрахунки виконуємо для всіх технологічних операцій, необхідних для вирощування і збирання цукрових буряків. Отримані дані зводимо у технологічну карту.

1.3 Визначення потреби в техніці

Для виконання сільськогосподарських робіт, пов'язаних з вирощуванням і збиранням цукрових буряків необхідно мати певну кількість тракторів та сільськогосподарської техніки. Структурний та кількісний набір машин можна визначити методом побудови графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин. Графіки будується на основі даних технологічної карти. При побудові графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин записують загальні назви групи машин. В графу “Марка” у відповідності із загальною назвою групи машин. Графу “Строки використання машин” розбиваємо на шість граф, що відповідає кількості місяців, під час яких проводять операції, пов'язані з вирощуванням і

збиранням цукрових буряків. Під графу місяця ділять на три частини, кожна з яких відповідає певній декаді місяця.

У відповідності з технологічною картою прямокутниками позначають роботу кожної із машин. Довжина основи прямокутника дорівнює кількості днів роботи, початок основи співпадає з початком роботи, а кінець – з кінцем. Для різновидності площа кожного прямокутника містить номер операції з технологічної карти, під час якої використовується та чи інша машина або агрегат. В результаті побудови графіку визначають набір машин для вирощування і збирання цукрових буряків у господарстві.

2 СУЧАСНИЙ СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Найбільш поширеними способами збирання цукристих є потоковий, перевалочний і потоково-перевалочний (комбінований) способи.

При поточковому способі коренеплоди і гичку, зібрані бурякозбиральними машинами, подають у транспортні засоби. Коренеплоди доставляють на приймальні пункти, а гичку — до місць силосування чи згодовування тваринам. Це найбільш раціональний спосіб організації збиральних робіт, але він потребує достатньої кількості транспортних засобів і чіткої системи приймання коренеплодів на приймальних пунктах.

При перевалочному збиранні коренеплоди подають від комбайнів на тракторні самоскидні причепа і укладають на край поля в кагати. Потім при наявності транспорту їх вивантажують із кагатів на навантажувачі і відвозять на приймальні пункти.

При потоково-перевалочному способі частину коренеплодів вивозять безпосередньо від збиральних машин на приймальні пункти, а решту — укладають у тимчасові кагати.

Той чи інший спосіб збирання цукрових буряків залежить від кліматичних умов зони, стану і властивостей ґрунту.

Залежно від обраного способу збирання цукрових буряків і конструкції бурякозбиральних машин можна здійснювати одно-, дво- і трифазне їх збирання. Однофазне збирання цукрових буряків здійснюють прямим комбайнуванням однією машиною — бурякозбиральним комбайном.

Бурякозбиральні комбайни за кількістю одночасно зібраних рядків поділяють на 1-, 2-, 3- та 6-рядні. За наявністю бункера їх поділяють на бункерні й безбункерні. За способом агрегування з енергетичним засобом бурякозбиральні комбайни поділяють на самохідні, монтовані, навісні та причіпні.

Самохідні бурякозбиральні комбайни.

Самохідний бурякозбиральний комбайн — це спеціальний або універсальний енергетичний засіб, на якому встановлено, змонтовано, напівнавішено, навішено, причеплено виконавчі механізми, які за один прохід машини по полю здійснюють усі технологічні операції зі збирання гички та коренеплодів цукрових буряків.

Гичкорізи бурякозбиральних комбайнів можуть обладнуватися різальними апаратами копінного, роторного, турбобітного, шабельного, шнекового та стрічкового типів. У конструкціях бурякозбиральних комбайнів найбільшого поширення набули різальні апарати роторного типу. Такий апарат — це вал (порожниста труба), на якому шарнірно прикріплено Г-подібні ножі. На цьому ж валу можуть бути закріплені щітки та біла для доочищення головок коренеплодів.

Гичку цукрових буряків використовують як корм для тварин або органічне добриво. Залежно від використання гички, гичкозбиральні модулі комбайнів мають різні конструктивні особливості. У разі використання гички на корм бурякозбиральні комбайни обладнують стрічковими або прутковими навантажувальними транспортерами. Нині здебільшого використовують стрічкові транспортери. Вони менш металомісткі та енергоємні, ніж пруткові. У разі використання гички як органічного добрива її розкидають по полю. Для цього використовують різні конструкції розкидачів. У разі розкидання гички по полю у вологих умовах роботи або під час атмосферних опадів зафіксовано ускладнення руху автотранспорту, який відвозить коренеплоди. У вітряну погоду під час розкидання гички її соки забруднюють лобове скло автотранспорту. За таких умов роботи практикують відмикання розкидача і гичку укладають у валок. Без дальшого перерозподілу гички з валків по всій зібраній площі поживні речовини в ґрунті розподіляються неоднаково. Це впливає на рівномірність розвитку та продуктивність нової культури в сівозміні. Крім того, під час розкидання гички по полю на забур'яненних

ділянках бур'ян штучно розсівається. Для найефективнішого використання гички цукрових буряків її слід збирати на корм або переробляти на органічні добрива в спеціальних місцях (гноєсховищах).

Для поліпшення очищення головок коренеплодів від решток гички в конструкціях гичкозбиральних агрегатів використовують пасивні та активні дообрізувачі. Найчастіше використовують пасивні дообрізувачі з фіксованою або автоматичною системою регулювання висоти дообрізування.

Бурякозбиральні комбайни оснащують пасивними або активними викопувальними робочими органами. Пасивні викопувальні органи - це такі знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і не потребують приводу. До пасивних робочих органів належать: безприводні дискові, полозково-дискові, лемішні та полозково-ножеві копачі.

Активні викопувальні органи — це такі знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і мають примусовий привод. До активних робочих органів належать: бральні, приводні дискові, ротаційно-вилчасті, лемішно-коливальні копачі.

Очисні робочі органи, які в бурякозбиральних комбайнах встановлюють безпосередньо за копачами, за конструкцією поділяються на турбінні, кулачково-бітерні, вальце-шнекові та прутково-транспортні. Кулачково-бітерні, вальцево-шнекові та прутково-транспортні типи очисників можуть між собою поєднуватися в різні конструкційні комбінації. Для додаткового очищення коренеплодів від землі та рослинних решток під час їх транспортування у бункер або технологічний транспорт у конструкціях бурякозбиральних комбайнів здебільшого використовують пруткові транспортери. Як тягові ланки використовують ребристі гумові стрічки або ролико-втулкові ланцюги.

Загальні компоновальні схеми самохідних бурякозбиральних комбайнів відпрацьовані у двох типових варіантах: із заднім і переднім розміщенням двигуна і відповідним зміщенням бункера. Заднє розміщення двигуна характерне для неуніверсальних, суто збиральних машин, а переднє — для

універсальних шарнірно-блочних, що будуються за модульним принципом і мають можливість ширше використовувати енергомодуль. Усі комбайни оснащені бункерами для нагромадження зібраних коренеплодів. Місткість бункерів — від 4 до 40 м³.

Бункери невеликої місткості (4–4,5 м³) розміщено ззаду комбайнів, середньої (12,5–25 м³) та великої (40 м³) — між переднім і заднім мостами. Комбайни з великою місткістю бункерів оснащені трьома мостами. Завдяки оснащенню бункерів високопродуктивними вивантажувальними транспортерами, досягається швидке вивантаження коренеплодів навіть із бункерів великої місткості. Тривалість вивантаження — не більше 1 хв. Більшість самохідних комбайнів — 6-рядні, але є й 3-рядні. Маса 6-рядних самохідних комбайнів — 15100–25200 кг, 3-рядних — 9500–12900 кг. Потужність двигунів, установлених на 6-рядних самохідних комбайнах, — 200–480 к.с., на трирядних — 180–260 к.с.

Для полегшення обслуговування самохідні комбайни оснащені автоматизованими системами водіння по рядках і регулювання глибини ходу викопувальних органів, системами автоматичного контролю технологічних і технічних параметрів, системами централізованого автоматичного змащування всіх вузлів, бортовими комп'ютерами, зручними постами керування, комфортабельними кабінами з кондиціонерами та опаленням, потужним електроосвітленням. Деякі моделі комбайнів передбачають можливість бічного зміщення мостів для запобігання проходженню коліс по одному сліду та зменшення ущільнення ґрунту.

Передбачено також можливість поворотів передніх і задніх коліс у різні боки (для зменшення радіуса повороту) та в один бік (для забезпечення бічного зміщення всієї машини — система “крабового” ходу). Застосовуються також повороти задніх коліс під певним кутом до напрямку руху та їх автоматична фіксація в повернутому положенні — для запобігання знесенню машини під час роботи на поперечних схилах. Завдяки фронтальному розміщенню гичкозбирального й викопувального модулів, що автоматично

спрямовуються по рядках, і спеціальних технологічних люфтів активних лемішно-коливальних копачів ($\pm 20\text{--}30$ мм), створюються умови для спрощення й поліпшення виконання технологічного процесу в цілому. Велика протяжність очисного тракту (10–12 м) із зміною напрямків руху та створенням турбінними очисниками значних інерційних зусиль забезпечують належне очищення коренеплодів від землі, рослинних решток і навіть часткове обминання необрізаної гички у технологічному потоці. Наявність бункерів місткістю 12,5–25 м³ дає змогу формувати великі польові кагати на одному кінці поля. Із збільшенням місткості бункера до 40 м³ коефіцієнт робочих ходів і продуктивність комбайна зростають на 15–20%.

Завдяки оснащенню комбайнів із великою місткістю бункерів тримостовими ходовими системами з гідростатичним приводом та широкопрофільними шинами (завширшки близько 1,1 м), машини восени мають високу прохідність, а активні лемішно-коливальні копачі, потужні шнекові та турбінні очисники працюють і у вологих умовах, і на важких суглинках.

Поширенню самохідних потужних 6-рядних бункерних комбайнів сприяє їх висока технологічна й технічна готовність працювати навіть за несприятливих пізньоосінніх перезволожених умов, а також бажання вилучити з роботи дорогий технологічний транспорт і мати на збиранні цукрових буряків лиш одного машиніста.

Самохідні бурякозбиральні комбайни виробляють фірми: Franz Kleine, Holmer, Stoll, ROPA (Німеччина), Matrot, Moreau (Франція), TIM (Данія), AGRIFAC, RIECAM, VREDO (Нідерланди), P.Barigelli&C, Italo svizzera (Італія) та інші. В Україні найвідоміші такі самохідні бурякозбиральні комбайни: SF-10 фірми Franz Kleine (Німеччина), M-41MH фірми Matrot (Франція), GR-4000, LECTRA-4005 фірми Moreau (Франція), R26.45K та R26.50K фірми ROPA (Німеччина), KRBS фірми Holmer (Німеччина), SR-1800 і SR-2500 фірми TIM (Данія). Зарубіжні бурякозбиральні комбайни дорогі, їх використання ефективно в господарствах з високою урожайністю (понад 50

т/га) та великою площею посіву (сезонний наробіток на комбайн має бути 600–800 га). Україні, яка вирощує цукрові буряки на площі 800 тисяч гектарів, доцільно виробляти власний самохідний бурякозбиральний комбайн, який би відповідав таким вимогам.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики 6-рядних комбайнів французьких фірм

Показники	АТ-64	Non stop	МТО5F225
1. Ширина захвату, м	2,7; 3,0	2,7; 3,0	2,7; 3,0
2. Ширина міжрядь, см	45 50	45 50	45 50
3. Потужність двигуна, кВт	147 або 184	117,6	166
4. Робоча швидкість, км/год	До 10	До 10	До 12
5. Транспортна швидкість, км/год	До 20	До 26	До 22
6. Кількість ведучих коліс, шт	4	4	4
7. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1	1
8. Габарити в робочому положенні, мм:			
довжина	10600	10950	10500
ширина	3350	3400	3500
висота	3920	3900	4000
9. Дорожній просвіт, мм	--	320	350
10. Відстань між осями коліс (база), мм	--	5000	5050
11. Загальна маса, кг	13000	12040	12250
12. Ємність бункера-накопичувача, м ³	3,0	2,8	--

Бурякозбиральні комбайни призначено для збирання гички чи розкидання її по полю та збирання коренеплодів із одночасним навантаженням у транспортний засіб або для нагромадження їх у бункері з дальшим перевантаженням у транспортний засіб. Бурякозбиральні комбайни обов'язково оснащують автоматичною системою керування напрямком руху машини



Рисунок 2.1 - Самохідний бурякозбиральний комбайн
Grimme Rexor 620



Рисунок 2.2 - Самохідний бурякозбиральний комбайн MAXTRON 620

міжряддями, системою автоматичного контролю за технологічним процесом робочих органів, обліком часу роботи, зібраної площі та за іншою інформацією із її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість бурякозбиральних комбайнів має бути не меншою 6,0 км/год., транспортна - близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу - не менше 0,54 га для 2-рядних, не менше 0,81 - для 3-рядних і не менше 1,62 - для 6-рядних комбайнів. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу - не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу - не менше 0,75. Бурякозбиральні комбайни повинні забезпечувати 98,5% збору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 8,0%, у тому числі рослинних решток - не більше 0,20%. Пошкоджених коренеплодів може бути не більше 10,0%, у тому числі сильно пошкоджених - не більше 5,0. Питомі витрати палива мають становити для 2-рядних - не більше 24,0 кг/га, для 3- та 6-рядних - не більше 30,0 кг/га. Напрацювання на відмову має бути не менше 50 годин основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом - не менше 0,95. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов - не більше 0,08 люд·год./год. Середньозмінний оперативний час технічного обслуговування (ТО) - не більше 0,40 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО - не більше 0,09 люд·год./год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції для 2-рядних комбайнів - не більше 4400 кг/м, для 3-рядних - не більше 5100 і для 6-рядних - не більше 6500 кг/м. Питома матеріаломісткість для 2-рядних - не більше 9700 кг/га/год., для 3-рядних - не більше 11000 і для 6-рядних - не більше 14400 кг/га/год. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки - не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт - не менше 300 мм. Бурякозбиральні комбайни повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189-93: "Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки". Комбайни має обслуговувати один тракторист, витрати праці при цьому мають бути для 2-рядних - не більше 2,44

люд·год./га, для 3-рядних - не більше 1,64 і для 6-рядних - не більше 0,82 люд·год./га. Річне завантаження повинне бути не менше 160 годин. Термін експлуатації комбайнів - 8 років.

Монтовані бурякозбиральні комбайни.

Монтований бурякозбиральний комбайн - це універсальний енергетичний засіб (самохідне шасі), на якому модульно монтують гичкозбиральний та коренезбиральний агрегати, бункер (за його наявності), навантажувальний транспортер та інші пристосування й вузли. Монтовані бурякозбиральні комбайни оснащують такими самими типами робочих органів, як і самохідні.

Причіпні бурякозбиральні комбайни.

Усі причіпні бурякозбиральні комбайни мають міцну основну раму, на якій монтують гичкозбиральний і коренезбиральний модулі з механічними або гідравлічними системами приводів, бункер, встановлюють автономну гідросистему, систему автоматичного керування руху рядками. Причіпні бурякозбиральні комбайни оснащують бункерами-нагромаджувачами різної місткості.

Однорядні комбайни агрегатують із енергозасобами, які мають двигуни потужністю 30–55 к.с., а 2- і 3-рядні - із енергозасобами на 75–120 к.с. Ширина міжрядь цукрових буряків, на яку розраховано комбайни, - 45 і 50 см. В окремих комбайнах передбачено можливість зміни ширини міжрядь у межах від 40 до 70 см. Маса комбайнів залежить від конструкції та ширини захвату. Для 1-рядних комбайнів вона становить 2400–2800 кг, 2-рядних - 3600–6300, 3-рядних - 5400–7020 кг.

Усі комбайни розраховано на автоматичне розкидання гички по полю, але окремі їх моделі передбачають оснащення транспортерами або пристроями для навантаження гички в транспортні засоби. Зрізання гички

причіпними комбайнами здійснюється в дві фази. Перша фаза - зрізання гички на рівні найвище розміщених головок коренеплодів з одночасним її подрібненням і розкиданням по полю (або навантаженням у кузов транспортного засобу, що рухається поряд). Друга фаза - дообрізування головок коренеплодів.

Першу фазу зрізання гички здійснюють роторні гичкорізи з горизонтальним валом і шарнірно підвішеними до нього ножами, другу фазу – дообрізувачі з пасивними гребінчастими копірами та пасивними ножами.

Для викопування коренеплодів використовують лемішно-коливальні копачі, пасивні копачі - “полоз-сферичний диск”, пасивні дискові копачі. На комбайнах, які оснащено дисковими копачами, застосовують диски системи “Опель”, що обертаються завдяки зчіплюванню з ґрунтом. Для цього на дисках є спеціальні ґрунтозачіпи.

Для очищення викопаних коренеплодів від землі та рослинних решток застосовують пруткові турбіни з бічними решітками. Транспортери - пруткові, виготовлені на основі прогумованих пасів.

Усі комбайни обладнано автоматичними системами проходження по рядках та регулювання глибини ходу копачів. Для полегшення обслуговування комбайнів застосовують електрогідравлічні системи керування. У ходових системах причіпних бурякозбиральних комбайнів застосовують колеса із широкопрофільними шинами для зменшення ущільнення ґрунту.

Більшість комбайнів оснащено автономними гідросистемами для приводу робочих органів та для керування технологічним процесом. Найбільшого сучасного поширення набули 2- та 3-рядні причіпні бурякозбиральні комбайни фірм Franz Kleine, Stoll (Німеччина) та TIM (Данія). Це 2-рядні KR2 (Franz Kleine), V202 (Stoll), RATIONAL (Becker), MIIISA/TE120 (AIM) та 3-рядкові V300 (Stoll), ROTIONAL (Becker), MIIISA/TE120 (TIM). Україна на КВП “ДКЗ” (Дніпропетровськ) серійно виробляє бурякозбиральний комбайн КСП-2. Причіпні бурякозбиральні

комбайни в 60-ті роки виробляли у колишньому СРСР. Це СКД-2 та КСТ-3. У колишній Чехословаччині - ЗВСХ (“АГРОСТРОЙ”, ЙПЧИН), у ФРН - Automatic 3001/5002/5003/5500 (Franz Kleine), в Данії - KRB/S2RE, KRB/S301RE (TIM).

Вимоги до якості виконання технологічного процесу монтованими та причіпними бурякозбиральними комбайнами аналогічні до самохідних.

Двофазне збирання цукрових буряків здійснюють дві окремі машини: гичкозбиральна та коренезбиральна.

В Україні серійно виробляють дві марки причіпних гичкозбиральних машин. Це МБП-6 виробництва КВП “ДКЗ”, БМ-6Б виробництва ВАТ “ТеКЗ” та машина МБК-2,7 виробництва КВП “ДКЗ” для збирання гички з кормових коренеплодів. Ці машини призначено для збирання гички на кормові цілі. Тепер вони недостатньо продуктивні, матеріаломісткі, енергоємні, складні та мають недостатній рівень надійності. Показники якості виконання технологічного процесу не повною мірою відповідають чинним вимогам НТД.



Рисунок 2.3 - Гичкозбиральна машина БМ-6Б

Нині настала потреба мати в парку гичкозбиральних машин високопродуктивні, прості, маломатеріаломісткі та малоенергоємні гичкозбиральні й гичкозрізувальні машини, які б відповідали таким вимогам. Гичкозбиральні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних решток із одночасним навантаженням їх у транспортні засоби.



Рисунок 2.4 - Гичкозбиральна машина МБП-6



Рисунок 2.5 - Гичкозбиральна машина МГ-6



Рисунок 2.6 - Гичкозбиральна машина Amity WIC

Гичкозрізувальні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних залишків, видалення гички та рослинних решток із зони рядків із дальшим розкиданням її на вільне від буряків поле. Гичкозбиральні машини обладнують автоматичним регулюванням керування напрямком руху вздовж рядків.

Гичкозбиральні та гичкозрізувальні машини можуть бути обладнані системою автоматичного контролю за виконанням технологічного процесу робочими органами, для обліку часу роботи та зібраної площі, іншої інформації з її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість машин має бути не менше 6,0 км/год, а транспортна — близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу — не менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу — не менше 0,98, а коефіцієнт використання змінного часу — не менше 0,80. Коренеплодів із нормальним зрізом має бути не менше 85%, а коренеплодів із низьким зрізом — не більше 5%. Коренеплодів із гладкою поверхнею зрізу — 90%. Загальні втрати гички — не більше 10%, у тому числі вільною — не більше 5. У купі має бути не менше 95% гички, ґрунту допускається — не більше 0,2%. Кількість необрізаної гички на коренеплодах — не більше 1,5%. Вибитих із рядків коренеплодів — не більше 0,1%. Питома витрата палива — не більше 9,0 кг/га для гичкозбиральних і, відповідно, 7,0 — для гичкозрізувальних

машин. Наробіток на відмову має становити не менше 50 год для гичкозбиральних і не менше 60 год — для гичкозрізувальних машин. Коефіцієнт готовності за оперативним часом повинен бути не менше 0,96. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов — не більше 0,05 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО — не більше 0,30 год і не більше 0,25 год, відповідно. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО — не більше 0,05 та 0,04 люд·год/год, відповідно. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції — не більше 1020 кг/м і не більше 400 кг/м, відповідно. Питома матеріаломісткість — не більше 2100 і 830 кг/га/год, відповідно. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки — не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт — не менше 300 мм. Гичкозбиральні та гичкозрізувальні машини повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93, мати автоматичну систему навішування на енергетичний засіб, простоту заміни робочих органів, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці повинні бути не більшими, ніж 0,77 люд·год/га за нормативного річного завантаження 160 годин. Термін експлуатації машин — 8 років.

Під час збирання цукрових буряків застосовують групове використання машин на одному полі в складі спеціалізованих збирально-транспортних комплексів, до складу яких входять ланки: збиральні, навантажувально-транспортні, із заготівлі і переробки гички, технічного і побутового обслуговування.

Важливою складовою системи заходів щодо раціональної організації збиральних робіт є планування. Складання робочого плану забезпечує потокове виконання всього комплексу робіт. Розробка його дає змогу чітко розподілити обсяг робіт між ланками, продуктивно використати збиральні машини і транспорт, забезпечити злагоджену роботу всіх ланок комплексу.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В ГОСПОДАРСТВІ

Дослідження і виробнича практика свідчать, що зниження втрат урожаю і збереження якості бурякової сировини можливі лише за умов чіткої організації збиральних робіт, яка містить: навчання персоналу, що обслуговує техніку; правильне технологічне налагодження робочих органів, їх комплектування і групове використання у складі збирально-транспортних загонів; строки збирання; підготовку площ; застосування прогресивних способів збирання; технічне обслуговування і ремонт техніки; оцінку якості збирання тощо [5].

За даними Інституту цукрових буряків УААН та його дослідної мережі, восени цукрові буряки продовжують інтенсивно рости і нагромаджувати цукор. Приріст маси одного коренеплоду з 20 серпня по 20 вересня становить в середньому 96 г, а вміст цукру за цей період збільшується на 2,2%. З огляду на це, пропонуємо в господарстві масове збирання цукрових буряків починати не раніше 20 вересня з розрахунку закінчення збиральних робіт до 25 жовтня. За багаторічними метеорологічними даними, за цей період кількість робочих днів в господарстві для збирання становить 22-23. Тому, за умови забезпечення господарства належною кількістю придатних для збирання технічних засобів за середнього сезонного навантаження на бурякозбиральний агрегат 80-100 га і щоденної їх продуктивності 4-5 га, буряки в господарстві можна зібрати у зазначений термін.

Основні способи збирання для умов господарства – потоковий і потоково-перевалочний. Поточковий спосіб забезпечує мінімальні затрати праці та коштів, менші втрати й пошкодження коренеплодів, високу якість бурякової сировини та підвищення валового збору коренеплодів на 2-3 т/га завдяки безпосередній доставці на цукрові заводи та уникненню тимчасового зберігання їх в польових кагатах. Проте застосування поточкового способу

потребує більшої кількості транспортних засобів, значніших витрат палива і спрацювання автомобілів. До того ж, за потокового способу збирання знижується ефективність застосування великовантажних автомобілів та автопоїздів.

Тому на збиранні цукрових буряків в господарстві навіть незважаючи на досить близьку відстань полів господарства від приймального пункту цукрозаводу, приймаємо потоково-перевалочний спосіб збирання. За такого способу частину зібраних коренеплодів відвозять безпосередньо на завод, а решту укладають у тимчасові польові кагати на спеціально підготовлені перевалочні майданчики. Створений при цьому запас коренеплодів дає змогу продуктивніше використовувати автотранспорт. Групове використання техніки дає можливість оперативно маневрувати технічними засобами під час вимушених зупинок збиральних агрегатів і буряконавантажувачів, а також організувати технічне обслуговування і ремонт техніки.

На збиранні цукрових буряків використовуємо комплекс шестирядних машин вітчизняного виробництва Тернопільського і Дніпропетровського комбайнових заводів, а саме: гичкозбиральну машину БМ-6Б, удосконалені очищувачі головок ОГД-6М, а також коренезбиральні машини різних модифікацій: КС-6Б, РКС-6 (МКК-6-02), РКМ-6 (табл.3.1). Вантажимо коренеплоди з польових кагатів навантажувачами СПС-4,2А. На майбутнє для підвищення ефективності слід підібрати комплекс бурякозбиральних машин закордонного виробництва, наприклад фірми Кляйне або Моро, які забезпечать високу якість і продуктивність збирання цукрових буряків.

Для раціонального використання бурякозбиральних машин слід створити сприятливі агротехнічні умови для якісної та високопродуктивної їх роботи. Напередодні збирання – провести агротехнічну оцінку плантацій, за якою визначають ширину основних і стикових міжрядь, параметри розміщення рослин в рядках (відстань між коренеплодами в рядках, граничні їх відхилення від осьових ліній рядків), густоту рослин,

урожайність коренеплодів і гички, їхні розміри і масу, ступінь забур'яненості ділянок, стан ґрунту за вологістю і твердістю.

Таблиця 3.1- Коротка технічна характеристика бурякозбиральних машин

Показник	БМ-6А	ОГД-6	КС-6Б	МБП-6	РКМ-6-01	РКМ-6-05
Тип	Причіпна	Навісна	Самохідна	Причіпна	Самохідна	Самохідна
Агрегативання з тракторами,кН	14-20	14-20	-----	20 – 30	-----	-----
Потужність двигуна, к.с. (кВт)	--	--	160(118)	--	160(118)	160(118)
Рядність машини	6	6	6	6	6	6
Ширина захвату,м	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Робоча швидкість км/год, до	6,0	7,0	7,5	7,0	7,5	7,5
Маса, кг	2950	780	9100	3400	8740	8690

Агротехнічна оцінка полів дає змогу розрахувати реальну потребу в технічних засобах для збирання та вивезення буряків, намітити особливості організації робіт на кожному полі, встановити черговість і спосіб збирання, обрати тип і режим роботи машин, провести технологічне налагодження робочих органів на регульовальному майданчику.

Спочатку доцільно копати буряки на полях, що віддалені від доріг із твердим покриттям, буряки більш раннього строку сівби, уражені хворобами та пошкоджені шкідниками, а також на ділянках з нерівномірним розміщенням рослин і наявністю великих дуплистих коренеплодів, при збиранні яких найбільш імовірні їх пошкодження. Коренеплоди з таких полів слід негайно відвозити на цукровий завод й одразу переробляти.

За умов твердого і сухого ґрунту для запобігання втратам урожаю слід проводити пошарове розпушування ґрунту в міжряддях безпосередньо після проходження гичкозбиральних машин. Для цього робочі органи культиватора (стрілчасті лапи) встановлюють з різницею глибини їх ходу 3-4 см (перший ряд – на 3-4 см, другий – на 6-8 і третій – на 10-12 см). Це значно полегшить роботу коренезбиральних машин і вдвічі-втричі зменшить втрати і

пошкодження коренеплодів, при цьому економиться паливо, продовжується експлуатаційний строк викопувального механізму. Якщо під час викопування коренеплодів після розпушування копачі коренезбиральних машин занадто заглиблюються з утворенням великих грудок, то слід зменшити глибину їх ходу.

Розпочинати збирання буряків слід з поворотних смуг. Ширина поворотної смуги повинна бути 21,6 м (4 проходи 12-рядної сівалки, або 48 рядків). Перший прохід збирального агрегату розпочинають з середини поворотної смуги, від стикового міжряддя, з правої частини за ходом руху (рис. 3.1).

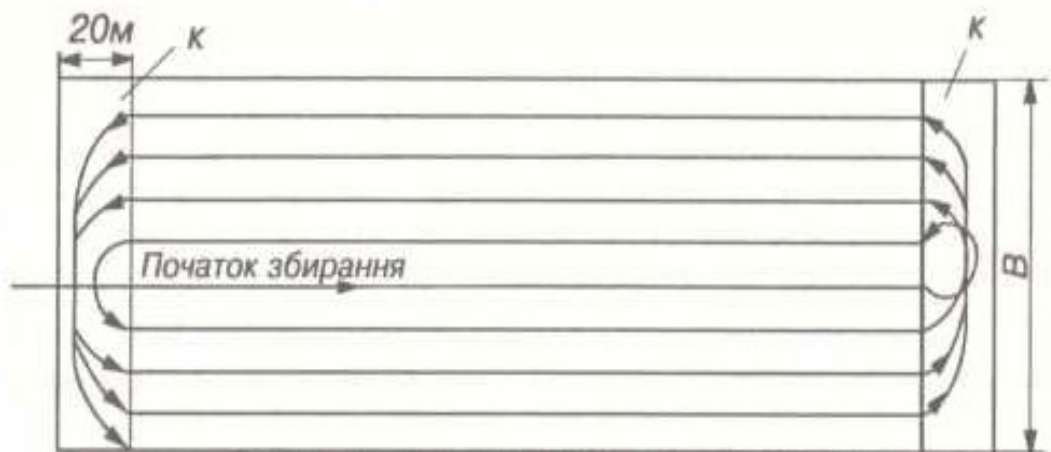


Рисунок 3.1 - Схема руху збиральних агрегатів на поворотних смугах:
(В - ширина поворотної смуги, К - кінцеві ділянки поворотної смуги)

Гичкозбиральну машину БМ-6Б агрегатуємо з тракторами типу ЮМЗ-6Л, МТЗ-80/82, у яких широкі шини ведучих коліс змінюємо на вузькі колеса і розставляємо на ширину колії 1800 мм. При підвищеній вологості ґрунту БМ-6Б агрегатуємо з гусеничним трактором Т-70С.

Спочатку збираємо гичку, після проходу гичкозбирального агрегату проводимо доочистку головок коренеплодів удосконаленим очисником, а потім викопуємо коренеплоди коренезбиральними машинами. Гичку і коренеплоди від бурякозбиральних агрегатів відвозимо тракторами типу ЮМЗ-6Л з причепами ПСЕ-12,5 або 2ПТС-4-887А.

Після збирання буряків на поворотних смугах поле розбивають на загінки з оптимальною кількістю рядків 240, тобто кратне ширині робочого захвату машини. Ширина міжзагінкових проходів має дорівнювати 12 рядкам; межі загінки мають проходити по стикових міжряддях. Для проходу транспортних агрегатів з кожного боку загінки збирають по 6 рядків (рис. 3.2). Спосіб руху збиральних агрегатів – комбінований. Спочатку збирають 2/3 рядків на кожній загінці, а незібрані рядки, що залишилися посередині, збирають з двох суміжних загінки одночасно. Це заощадить час на повороти і холості заїзди і значно скоротить витрати пального на виконанні непродуктивної роботи.

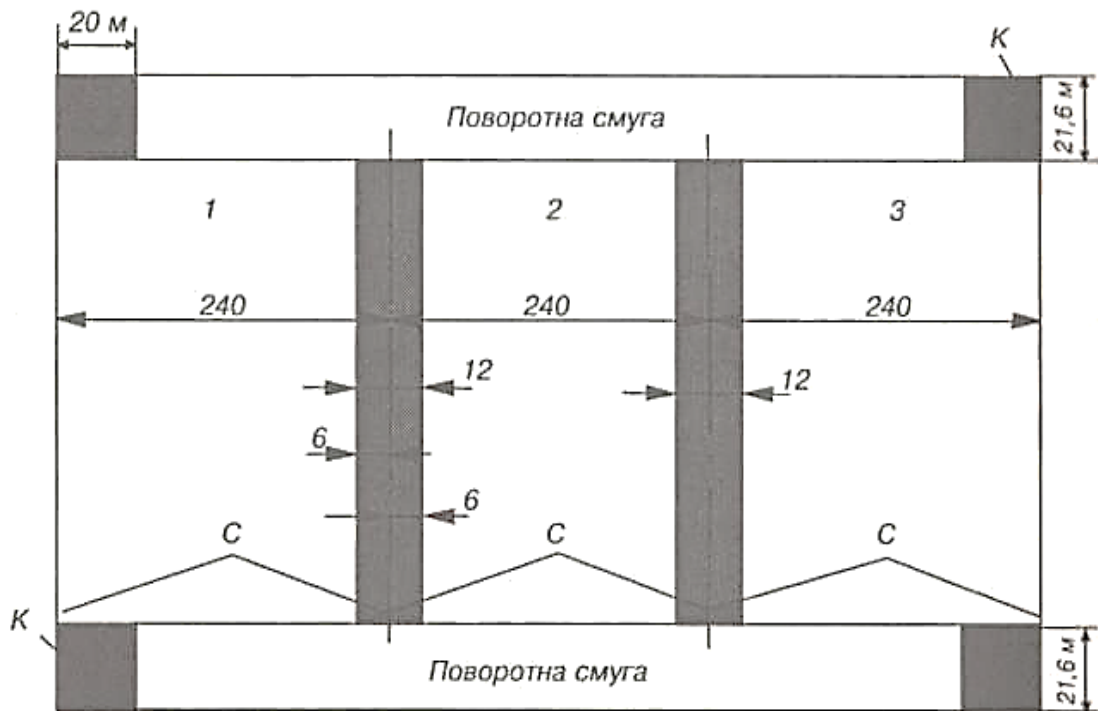


Рисунок 3.2 - Схема розбивки поля на загінки:

1, 2, 3 - номери загінки по 240 рядків при збиранні цукрових буряків машинами БМ-6, БМ-6А, КС-6 та РКС-6; 6 - число рядків з кожного боку загінки, на якій збирають цукрові буряки; К - кінцеві ділянки поворотних смуг, на яких для розворотів агрегату буряки збирають вручну; С - стикові міжряддя

Збирання буряків на поворотних смугах і міжзагінкових проходах, а також регулювання робочих органів збиральних агрегатів та їх технологічне

налагодження з урахуванням стану ґрунту й розвитку рослин на кожному полі має бути завершено до початку масового збирання врожаю.

При масовому збиранні цукрових буряків у господарстві слід застосовувати групове використання комплексу машин у складі збирально-транспортного загону. Всі бурякозбиральні агрегати загону працюють на одному полі, але кожен у своїй загінці.

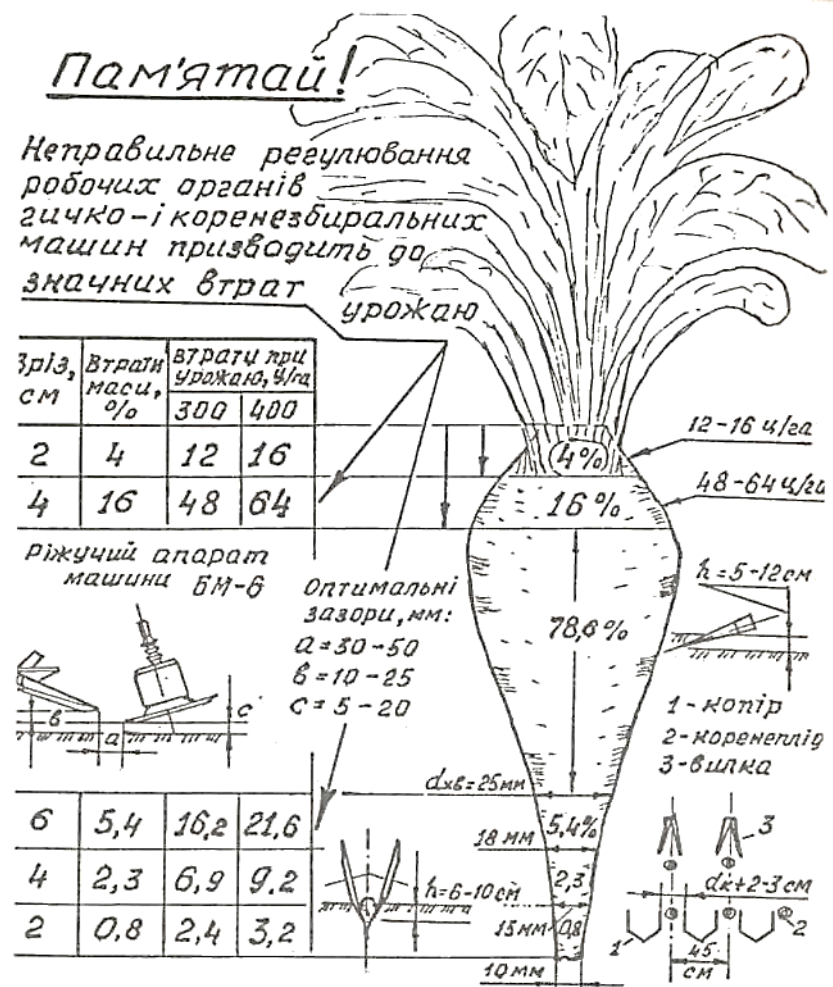


Рисунок 3.3 - Схема основних регулювань робочих органів бурякозбиральних машин

Основною умовою зниження втрат урожаю цукрових буряків при збиранні та підвищення якості сировини є правильне налагодження робочих органів збиральних машин відповідно до агротехнічної оцінки стану бурякової

плантації. Приступаючи до збирання врожаю, необхідно ретельно перевірити встановлення ножів гичкозрізуючих апаратів машини БМ-6А(Б) (рис. 3.3). Так при низькому зрізі гички втрачається значна частина головок коренеплодів, що призводить до недобору врожаю в середньому до 20%.

Основна форма організації роботи при масовому збиранні цукрових буряків – це збирання потоково-перевалочним способом із груповим використанням машин на одному полі у складі збирально-транспортних загонів, в обов'язки яких входять збирання гички та коренеплодів у загінках, вивезення коренеплодів на приймальний пункт або на майданчики для тимчасового польового кагатування, підбір непідкопаних і втрачених коренеплодів, навантаження з кагатів у транспортні засоби та вивезення їх на брякоприймальний пункт.

Усі бурякозбиральні агрегати працюють на бурякозбиральному полі, але кожний у своїй загінці. Ланка із 3-5 робітників підбирає коренеплоди після кожного проходу збирального агрегату. Зібрані коренеплоди зазвичай протягом доби мають бути вивезені на брякоприймальний пункт. Недотримання цієї умови призводить до значних втрат урожаю, зниження технологічних якостей сировини (коренеплоди, що укладені в кагати й залишені в них на одну добу, втрачають 0,8-1,4% маси, а ті що лишилися непідібраними за агрегатом, втрачають щодня 8% маси) і є грубим порушенням технології збирання.

При збиранні буряків потоково-перевалочним способом частину коренеплодів укладають на спеціально підготовлені майданчики, які розміщують на поворотних смугах або біля доріг із твердим покриттям.

Майданчики завдовжки не менше 40 м і завширшки 6-8 м очищують від рослинних решток, вирівнюють і розпушують дисковими або важкими зубовими боронами верхній шар ґрунту на глибину, що не перевищує глибини ходу робочих органів живильника-навантажувача (4-5 см).

Для орієнтування транспорту під час укладання коренеплодів і забезпечення прямолінійності кагату провішують і позначають посередині

майданчика маркерну лінію.

З укладанням коренеплодів на підготовлені майданчики, а потім їх навантаженням втрати, як показує практика, після навантажувача типу СПС-4,2А становлять 1,5%, у тому числі неповернені – 1%.

Під час укладання коренеплодів на непідготовлену поверхню майданчика (звичайне після збирання поле) загальні втрати коренеплодів та їх часток після СПС-4,2А сягають 4,3%, у тому числі неповернені – 2,2%, або, відповідно, у 2,9 і 2,2 рази більше порівняно з навантаженням коренеплодів із підготовлених майданчиків.

У кагати коренеплоди укладають за малої швидкості трактора, спрямовуючи агрегат по маркерній лінії за бічного розвантаження кузова причепа типу 2-ПТС-4-887Б без розриву між вивантажуваннями або із статичного положення.

Розміри кагату за шириною основи не повинні бути більше ширини робочого захвату живильника-навантажувача типу СПС-4,2А – 3-3,5 м і за висотою – 1-1,2 м. Це дає змогу продуктивніше використовувати навантажувач і зменшити втрати коренеплодів у 2-2,5 рази порівняно з навантажуванням коренеплодів, укладених на непідготовлене поле у безладні непрямолінійні кагати без дотримання їх розмірів.

На кожний навантажувач слід виділити двох робітників, які мають стежити за якістю роботи й не допускати втрат коренеплодів.

Вчасне і якісне проведення всього комплексу агротехнічних, технологічних, організаційно-господарських заходів, правильне технологічне налагодження робочих органів і високоефективне використання збиральних агрегатів в умовах господарства, вчасне вивезення буряків на бурякоприймальний пункт цукрового заводу дасть змогу значно зменшити втрати врожаю, підвищити валовий збір коренеплодів і зберегти їх технологічні якості, що підвищить вихід цукру під час переробки.

4. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГИЧКОЗРІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ ЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Сучасні виробничо-технологічні вимоги ставлять певні задачі до бурякозбиральних машин, що визначаються загальними тенденціями переведення процесів виробництва цукросировини на промислову основу, специфічними агробіологічними властивостями вирощування цукрових буряків, що обумовлено зміною сортів, широким застосуванням точного висіву, застосуванням хімічного захисту боротьби з бур'янами, а також заміною ручної праці при формуванні густоти посівів машинною.

В зв'язку з об'єктивним погіршенням рівномірності розподілу коренеплодів у ґрунті, що викликане зменшенням норм висіву, механізованим формуванням насаджень через слабку боротьбу з бур'янами (забур'яненість) доцільно пристосувати машин, особливо їх гичкорізальні і викопуючі органи до збирання буряків з підвищеним варіюванням їх агрофізичних характеристик.

У той же час індустріальні методи збирання пред'являють до машин вимоги, що ще не зовсім виконані щодо підвищення продуктивності, якості і технологічної надійності робочих процесів, машин і комплексів, а також забезпечення можливості варіювати процесами збирання залежно від ґрунтових та погодних умов, що складаються під час збирання урожаю.

Враховуючи довготривалі строки зберігання і переробки буряків, цукровою промисловістю доволі цілком закономірно висуваються вимоги до підвищення кондиційних якостей коренеплодів, головним чином до їх обрізки, зниження забрудненості гичкою, виконання яких дозволило б знизити втрати цукру в 2 рази.

У машині використана технологічна схема з фронтально-розташованим ГРА з активними ножами і доочисником головок коренів (аналог БМ-6А) та відсутній механізм керування по рядках за допомогою пасивних копіїв.

Налаштування на зріз по висоті здійснюється за допомогою механізму в опорних колесах. При роботі ГРА використані шабельні ножі великого діаметру (діаметр 530 мм), які здійснюють суцільний зріз гички по ширині захвату.

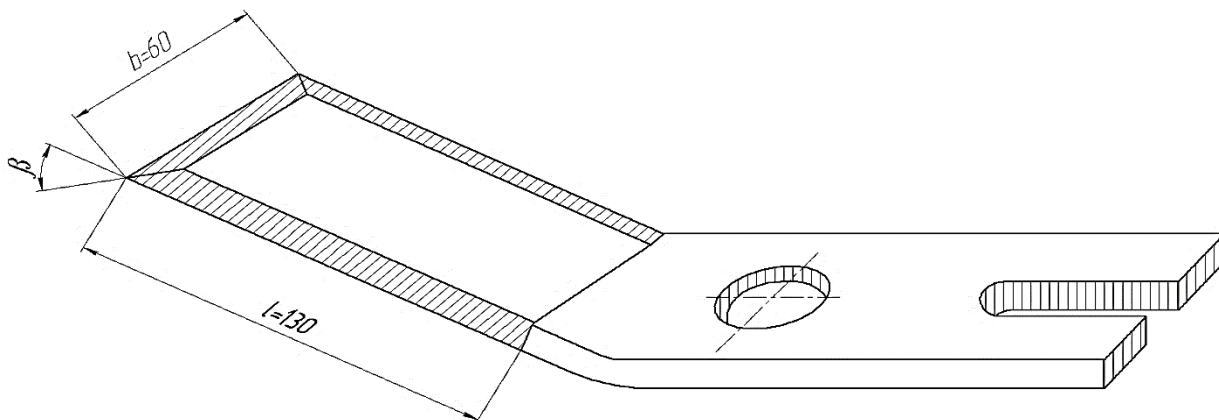


Рисунок 4.1 - Конструктивне виконання шабельного ножа

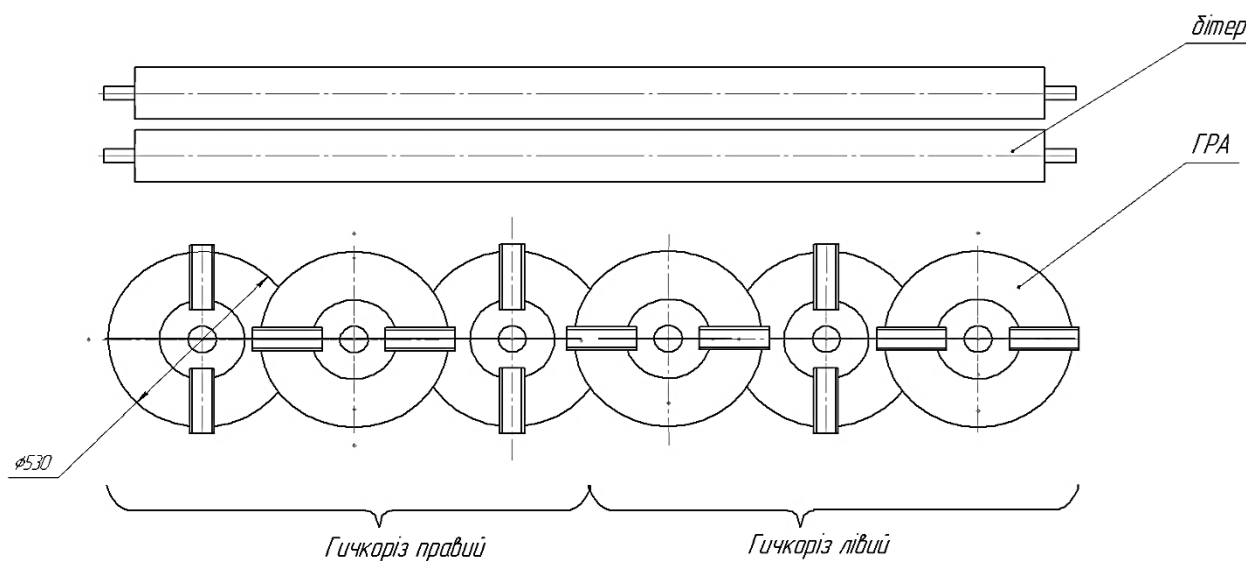


Рисунок 4.2 - Схема установки шабельних ножів на гичкозрізальному апараті удосконаленої гичкозбиральної машини

Конструктивне виконання шабельного ножа показано на рис. 4.1. Розташовані вони з перекриттям зон різання (рис. 4.2).

Технологічний процес роботи удосконаленої гичкозбиральної машини показаний на рис. 4.3.

При русі полем тракторист орієнтує поперечне положення машини у рядках. Опорні колеса (6) гичкорізальних секцій закріплені до рами гичкоріза і копіюють рельєф ґрунту у міжряддях, забезпечуючи однакову висоту гичкорізальних секцій над рівнем ґрунту.

Ножі (1) гичкорізальних апаратів, насуваючись на головки коренів, обрізають гичку і закидають її лопастями на трьохвалковий бітер (2). Бітер перетрушує гичку і скидає її на поперечний горизонтальний транспортер (3).

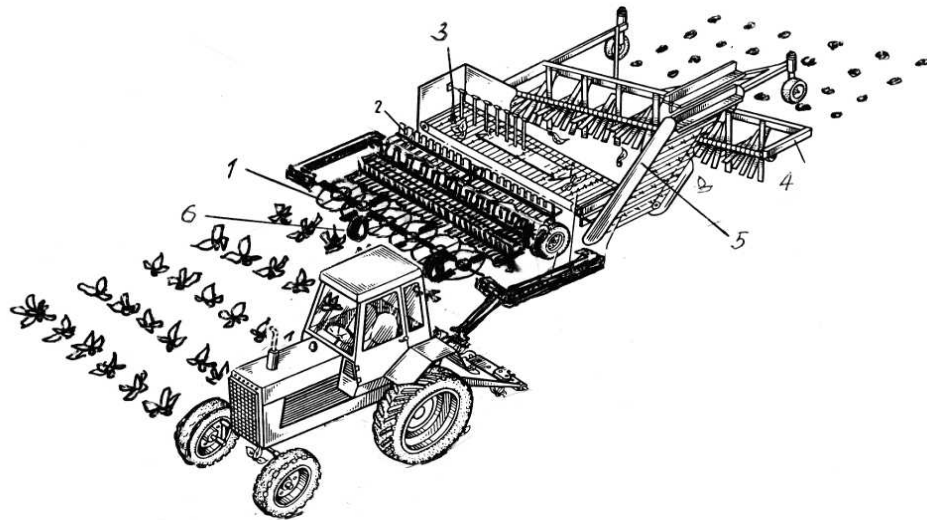


Рисунок 4.3 - Технологічна схема удосконаленої гичкозбиральної машини: 1 – ножі; 2 – приймальний бітер; 3 – горизонтальний транспортер; 4 – доочисник головок коренів; 5 – транспортер вивантажувальний; 6 – опорні колеса ГРА

Поперечним транспортером гичка ще раз перетрушується, очищується від землі і бітером подається на вивантажувальний нахилений транспортер (5) для навантаження у транспорт, що йде поряд. Обрізані головки коренів остаточно очищуються від залишків листя гички бичами очисника гвинтового типу (4), які зсувають рослині рештки та гичку на зібрану частину поля, відриваючи корені під збирання коренезбиральним комбайном [16].

5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ УДОСКОНАЛЕНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ

5.1 Кінематичний розрахунок машини

У сільськогосподарських машинах зв'язок елементів передач і механізмів, що рухаються, є доволі складним. Оскільки такі елементи входять до складу привода для здійснення робочих рухів, то кінематичний зв'язок машини означає структуру цього привода.

Кожний зв'язок складається з однієї або декількох механічних, електричних, гідравлічних та інших кінематичних ланцюгів, через які здійснюються необхідні виконавчі рухи. Для забезпечення у машині, наприклад, різального інструменту відносно об'єкта обробки, необхідний зв'язок між виконавчими ланками машини і зв'язок цих ланок з джерелом руху.

Кінематична структура машини залежить від геометричної форми, розмірів оброблюваної культури і методу обробки. Чим менше необхідне число виконавчих формоутворюючих рухів, тим менше кінематичних ланцюгів у структурі машини, тим простіша його кінематика і конструкція. Суттєве значення мають інші фактори, наприклад, точність збирання, динаміка різання, умови обслуговування машини, а також економічні фактори.

Розробка кінематичної схеми сільськогосподарської машини починається зі складання ескізних варіантів структурних схем, на яких виконується попереднє взаємне пов'язання рухів робочих органів проектованої машини.

За обраним варіантом структурної схеми, а також, виходячи із загальної компоновки робочих органів машини, складається кінематична схема (див. графічну частину проекту). На ній конкретно вказуються та чи інша кінематична ланка. При цьому можливі різні спільності і угруповання проміжних механізмів залежно від конструкції машини.

За рекомендаціями академіка Василенка П.М. [29, ст.72] при конструюванні БМ-6, яка застосовується при збиранні цукросировини з доглянутих ланів, задавалися швидкістю зрізання $V_{зр} = 14$ м/с. Число обертів ножа n_H машини БМ-6 визначимо із формули

$$n_H = \frac{V_{зр} \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D}. \quad (5.1)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$n_H = \frac{14 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 420} = 636 \text{ об / хв}.$$

За кінематикою від ВВП трактора ($n_T = 540$ об/хв) кінематичне рівняння приводу ріжучого ножа машини - аналога дорівнює

$$540 \cdot \frac{23}{22} \cdot \frac{16}{19} \cdot \frac{28}{20} = 675 \text{ об / хв} = n_{\text{ножа}}.$$

Із збільшенням швидкості різання значно зменшуються зусилля, необхідні для зрізання с/г культур. Тому при проектуванні кінематичного ланцюга приводу ГРА машини БМ-6, яка працює на підвищених поступальних швидкостях та на ланах із забур'яненними рядками, підвищуємо і швидкість ножа [29, ст.72].

При застосуванні у ГРА ножів шабельного типу діаметром 530мм з шахматним розташуванням задаємося швидкістю різання $V_{зр} = 24$ м/с. Знаходимо число обертів ножа

$$n_H = \frac{24 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 530} = 800 \text{ об / хв}.$$

Рівняння кінематичного балансу від ВВП трактора ($n_T = 540$ об/хв) буде таким

$$540 \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{17}{17} \cdot \frac{17}{15} \cdot \frac{28}{20} = 875 \text{ об / хв} = n_{\text{ножа}}.$$

5.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу редуктора різального апарату

Згідно кінематичної схеми (див. графічну частину проекту) на гичкорізі встановлено 2 секції по 3 різальних апарати, які приводяться у рух ланцюгового втулково-роликовою передачею. Потужність, що передається ланцюгом визначається формулою

$$N = 3 \cdot N_{p.a} = 3 \cdot 1,12 = 3,36 \text{ кВт.} \quad (5.2)$$

Кутова швидкість вала редуктора з веденою зірочкою $n_1=612$ об/хв. Ланцюг роликовий, робота в 1 зміну, змащення періодичне, регулювання натягування ланцюга зміною осі однієї із зірочок. Лінія центрів зірочок утворює з горизонтом кут $V \approx 30^\circ$.

З рівняння кінематичного балансу приводу маємо, що

$$540 \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{17}{17} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{28}{20} = n_{ножа} = 857 \text{ об / хв,}$$

визначаємо, що $n_{дв} = 540$ об/хв; $n_1 = 612$ об/хв.

Передаточне число ланцюгової передачі буде

$$u = \frac{n_1}{n_{дв}} = \frac{612}{540} = 1,13.$$

Попередньо орієнтуючись на роликовий ланцюг за [32, табл. П18], вибираємо кількість зубів меншої зірочки. При $u = 1 \dots 2$ рекомендується $Z_1=31 \dots 27$, але з конструктивних міркувань за габаритами приводу приймаємо $Z_1=15 > Z_{\min}=13(9)$ – (непарне число).

Визначаємо кількість зубів більшої (ведучої) зірочки

$$Z_2 = u \cdot Z_1 = 1,133 \cdot 15 = 17.$$

За [32] знаходимо орієнтоване значення кроку ланцюга.

Визначаємо значення коефіцієнта навантаження

$$K = K_d K_A K_n K_{пер} K_z K_p, \quad (5.3)$$

де K_d – коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження, $K_d=1,2$ (змінні навантаження при поштовхах);

K_A – коефіцієнт міжосьової віддалі A , $K_A=1,0$ (при $A=(30\dots50)$ t);

K_H – коефіцієнт, що враховує нахил передачі, $K_H=1,0$ ($\nu=30^\circ<60^\circ$);

$K_{\text{рег}}$ – коефіцієнт регулювання натягу, $K_{\text{рег}}=1,0$ (регулювання осі зірочки);

K_z – коефіцієнт змащення, $K_z=1,5$ (періодичне змащення ланцюга);

K_p – коефіцієнт тривалості роботи, $K_p=1,0$ (1 зміна).

Всі коефіцієнти взяті з [32, П20].

Тоді,

$$K=1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1=1,8.$$

Приймаючи однорядний ланцюг, визначимо його крок за формулою [32]:

$$t = 600 \cdot \sqrt[3]{\frac{K \cdot N}{Z_1 \cdot n_1 \cdot [p] \cdot m}}, \quad (5.4)$$

де N – потужність, що передається ланцюгом, $N=3,36$ кВт;

Z_1 – число зубів меншої зірочки, $Z_1=15$;

n_1 – число обертів меншої зірочки, $n_1=612$ об/хв;

$[p]$ – допустимий середній тиск у шарнірах ланцюга з передбачуваним кроком $t=19,05\dots25,40$ мм при $n_1=600$ об/хв, $[p]=22,9$ Н/мм² [32, П19];

m – число рядів ланцюга, $m=1,0$ (приймаємо).

Отже,

$$t = 600 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,8 \cdot 3,36}{15 \cdot 612 \cdot 22,9 \cdot 1}} = 18,385 \text{ мм.}$$

Найближчі стандартні значення кроку t з [32, табл. П16] $t=19,05$ та $25,4$ мм. З огляду на уніфікацію приводу приймаємо однорядний ланцюг з $t=25,4$ мм.

Характеристика ланцюга [32, П16]: руйнівне навантаження $Q=56700\text{Н}$; маса 1м ланцюга $q=2,60\text{кг/мп}$; діаметр рамки $d=7,95\text{мм}$; ширина ланцюга $B=22,6\text{мм}$; площа опорної поверхні шарніра $F=180\text{мм}^2$.

Перевіряємо швидкість ланцюга за формулою

$$V_{\text{л}} = \frac{Z_1 \cdot n_1 \cdot t}{60 \cdot 10^3}. \quad (5.5)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$V_{\text{л}} = \frac{15 \cdot 612 \cdot 25,4}{60 \cdot 10^3} = 3,88\text{м/с}.$$

Умова з дотримання допустимої швидкості [32, ст.66] виконується, оскільки $V_{\text{л}}=3,9\text{м/с} \ll [V_{\text{л}}]=15\text{м/с}$.

Приймаємо конструктивно міжосьову віддаль:

$$A = 12,5 \cdot t = 12,5 \cdot 25,4 = 320 \text{ мм}.$$

$$\text{Відношення } \frac{A}{t} = A_t = 12,5 < A_{\text{опт}} = 30..50.$$

Число ланок визначимо за формулою [32]

$$L_t = 2A_t + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{\left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi}\right)^2}{A_t}. \quad (5.6)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$L_t = 2 \cdot 12,5 + \frac{15 + 17}{2} + \frac{\left(\frac{17 - 15}{6,28}\right)^2}{12,5} = 42.$$

Розрахункові значення $n_{\text{дв}} = 540 \text{ об/хв}$; $n_1 = 612 \text{ об/хв}$. Для обраного ланцюга умова $n < [n]_{\text{max}}$ виконується, бо $n_1 = 612 \text{ об/хв} < [n]_{\text{min}} = 1150 \text{ об/хв}$ [12, табл.7.6].

Число ударів ланцюга

$$u_{Л} = \frac{Z_1 \cdot n_1}{15 \cdot L_t}. \quad (5.7)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$u_{Л} = \frac{15 \cdot 612}{15 \cdot 42} = 14,57 \approx 15 \text{ 1/сек};$$

$$u_{Л}=15 \text{ 1/сек} \ll [u_{Л}]=30 \text{ 1/сек} \text{ [12, табл.7.7].}$$

Колове зусилля визначимо, користуючись формулою [12].

$$P = \frac{N \cdot 10^3}{V_{Л}}. \quad (5.8)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$P = \frac{3,36 \cdot 10^3}{3,88} = 866 \text{ Н}.$$

Середній тиск у шарнірах ланцюга

$$p = \frac{P \cdot K}{F} \ll [p]=22,9 \text{ Н/мм}^2. \quad (5.9)$$

Отже,

$$p = \frac{866 \cdot 1,8}{180} = 8,7 \text{ Н/мм}^2 \ll [p] = 22,9 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності ланцюга виконується.

Зусилля від відцентрових сил знайдемо за формулою [12].

$$P_{ц} = q \cdot V_{Л}^2; \quad (5.10)$$

$$P_{ц} = 2,57 \cdot 3,88^2 = 38,7 \text{ Н}.$$

Зусилля від провисання ланцюга буде

$$P_f = K_f \cdot q \cdot g \cdot A; \quad (5.11)$$

де K_f - коефіцієнт впливу нахилу передачі, при $\nu = 30^\circ$ $K_f = 3,0$ [12, с.142.],

враховуючи дані, отримаємо

$$P_f = 3 \cdot 2,57 \cdot 9,81 \cdot 0,32 = 24,2 \text{ Н.}$$

Перевіримо ланцюг на розрив і визначимо розрахунковий коефіцієнт запасу міцності $n_{\text{зап}}$ ланцюга [12]

$$n = \frac{Q}{K_d \cdot P + P_y + P_f}, \quad (5.12)$$

З врахуванням отриманих значень буде

$$n_{\text{зап}} = \frac{56700}{1,2 \cdot 866 + 38,7 + 24,2} = 51,5.$$

Умова міцності на розрив виконується, так як $n_{\text{зап}} = 51,5 \gg [n] = 30$ [12, табл.7.8.]

Зусилля від ланцюгової передачі, що діє на ведучий вал редуктора різального апарату знайдемо за формулою

$$R = P + 2P_f. \quad (5.13)$$

$$R = 866 + 2 \cdot 24,2 = 914 \text{ Н.}$$

За результатами розрахунків у приводі застосовуємо роликовий однорядний ланцюг ПР-25,4-5670 ГОСТ13568-75.

5.3 Розрахунок редуктора приводу різального апарату

Гичкорізальний апарат призначений для зрізу гички з коренеплодів і відкидання її на приймальний бітер. Кожний ГРА (див. графічну частину проекту) складається з конічного редуктора, стояка, вертикального валу, бітера зі ступицею, на якій закріплені 2 ножі шабельного типу.

Вихідні дані для проектування конічного редуктора: частота обертання швидкісного веденого вала, на якому закріплені ріжучі ножі за дослідними

даними, які визначались при експлуатації БМ-6 на забур'яненних полях, повинна бути 800-900об/хв; потужність, що споживається ГРА =1,12 кВт.

Визначимо загальний ККД редуктора за формулою

$$\eta = \eta_1^2 \cdot \eta_2; \quad (5.14)$$

де η_1 – ККД пари підшипників кочення, $\eta_1=0,99$;

η_2 – ККД зубчатої конічної пари, $\eta_2=0,97$ [19, табл.11].

Тоді,

$$\eta = 0,99^2 \cdot 0,97 = 0,95.$$

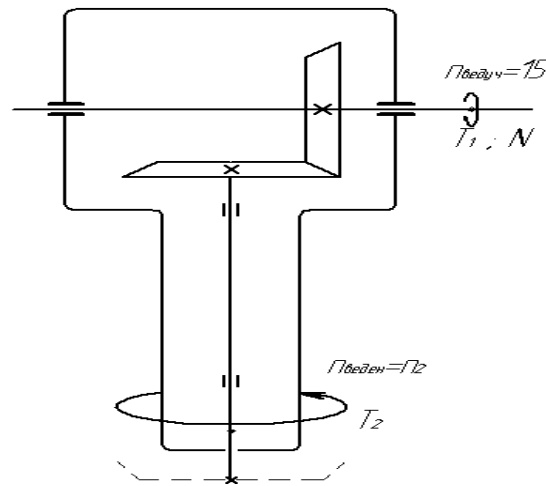


Рисунок 5.1 - Схема редуктора ГРА

З рівняння кінематичного ланцюга частота обертання валів буде:

$$\text{- ведучого } 540 \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{17}{17} \cdot \frac{17}{15} = n_{\text{ведуч}} = n_1 = 612 \text{ об / хв};$$

$$\text{- веденого } 540 \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{17}{17} \cdot \frac{17}{15} \cdot \frac{28}{20} = n_{\text{веден}} = n_2 = 857 \text{ об / хв}.$$

Передаточне відношення редуктора

$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{857}{612} = 1,4.$$

Обертальні моменти на валах:

$$\text{- ведучого } T_1 = \frac{973,8 \cdot N_{p.a.}}{n_1} = \frac{973,8 \cdot 1,12}{612} = 17,8 \text{ Нм};$$

$$\text{- веденого } T_2 = \frac{T_1}{u \cdot \eta} = \frac{17,8}{1,4 \cdot 0,95} = 13,4 \text{ Нм}.$$

Використовуючи [32] призначаємо для виготовлення зубчастих коліс сталь 40Х, термообробка – нормалізація (НВ 210...230) – для колеса, поліпшення (НВ 240...280) – для шестерні.

Допустимі напруження на контакту і згинальну витривалість зубів визначимо за [19]:

- для сталі 40Х НВ 210...230 (колесо)

$$\sigma_{\text{HP}}^{\circ} = 550 \text{ Н/мм}^2; N_{\text{HO}} = 10^7; \sigma_{\text{FP}}^{\circ} = 220 \text{ Н/мм}^2; N_{\text{FO}} = 4 \cdot 10^6;$$

- для сталі 40Х НВ 240...280 (шестерня)

$$\sigma_{\text{HP}}^{\circ} = 650 \text{ Н/мм}^2; N_{\text{HO}} = 4 \cdot 10^7; \sigma_{\text{FP}}^{\circ} = 230 \text{ Н/мм}^2; N_{\text{FO}} = 4 \cdot 10^6.$$

Призначаємо ресурс передачі $t_{\text{год}} = 2000$ год; знаходимо кількість циклів зміни напружень:

$$N_{\text{HE}} = N_{\text{FE}} = 60 \cdot 875 \cdot 2000 = 10,3 \cdot 10^7.$$

Оскільки $N_{\text{HE}} > N_{\text{HO}}$ і $N_{\text{FE}} > N_{\text{FO}}$, то значення коефіцієнтів довговічності [19]

$$K_{\text{HL}} = 1,0; \quad K_{\text{FL}} = 1,0.$$

Таким чином, допустимі напруження

- для колеса:

$$\sigma'_{\text{HP}} = \sigma_{\text{HP}}^{\circ} \cdot K_{\text{HL}} = 550 \cdot 1 = 550 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma'_{\text{FP}} = \sigma_{\text{FP}}^{\circ} \cdot K_{\text{FL}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ Н/мм}^2,$$

для шестерні:

$$\sigma'_{\text{HP}} = \sigma_{\text{HP}}^{\circ} \cdot K_{\text{HL}} = 650 \cdot 1 = 650 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma'_{\text{FP}} = \sigma_{\text{FP}}^{\circ} \cdot K_{\text{FL}} = 230 \cdot 1 = 230 \text{ Н/мм}^2.$$

Визначимо значення коефіцієнта, що входить до формули [32]:

$$K_{вс} = \frac{\sigma}{R_e} = 0,285 \text{ (приймаємо);}$$

$$\frac{K_{сe} \cdot u}{2 - K_{сe}} = \frac{0,285 \cdot 1,4}{2 - 0,285} = 0,233 \text{ за [32, табл. П29];}$$

$K_{H\beta} = 1,14$ - для передбачуваних кулькових опор;

$V_H = 0,85$ (для прямозубої передачі) [19, ст.117].

Отже, для $\sigma_H = \sigma_H^{max} = \sigma_{HP}^1 = 650 \text{ Н/мм}^2$; з умови опору проти контактної втоми зубів

$$d_{e2} \geq 17 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} \cdot u \cdot T_2}{V_H \cdot \sigma_{HP}^2}} \text{ мм.} \quad (5.15)$$

Значення дільного діаметра сталюї шестерні буде

$$d_{e2} \geq 17 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,14 \cdot 1,4 \cdot 13,4}{0,85 \cdot (650 \cdot 10^3)^2}} = 66,4 \text{ мм.}$$

За ГОСТ 12289-76 приймаємо $d_{e2} = 80 \text{ мм}$.

Зовнішній дільний діаметр колеса буде

$$d_{e1} = d_{e2} \cdot u = 80 \cdot 1,4 = 112 \text{ мм.}$$

За графіком [19] при $u = 1,4$ і $d_{e1} = 80 \text{ мм}$, $Z_2^1 = 15$ і при твердості коліс <HB 350 знадемо, що $c = 1,3$; тоді число зубів шестерні буде

$$Z_2 = c \cdot Z_2^1 = 1,3 \cdot 15 = 19,5.$$

Приймаємо $Z_2 = 20$.

Кількість зубів колеса буде

$$Z_1 = u \cdot Z_2 = 1,4 \cdot 20 = 28.$$

Обчислюємо зовнішній і середній колові модулі [19]:

$$m_e = \frac{d_{e2}}{Z_2} = \frac{80}{20} = 4,0 \text{ мм}$$

Приймаючи $K_{вс} = 0,285$, отримуємо

$$m_m = m_e(1 - 0,5 \cdot K_{вс}) = 4(1 - 0,5 \cdot 0,285) = 3,43 \text{ мм.}$$

Визначаємо кути ділительних конусів при $u = 1,4$:

$$\text{tg } \delta_1 = u = 1,4; \quad \delta_1 = \text{arctg } u = \text{arctg } 1,4 = 54,46^\circ = 54^\circ 28';$$

$$\delta_2 = \Sigma - \delta_1 = 90^\circ - 54,46^\circ = 35,54^\circ = 35^\circ 32'.$$

Зовнішня конусна віддаль і ширина вінця зуба відповідно

$$R_e = \frac{d_{e2}}{2 \sin \delta_2} = \frac{80}{2 \sin 35^\circ 32'} = 68,84 \text{ мм;}$$

$$v = R_e \cdot K_{вс} = 68,84 \cdot 0,285 = 19,62 \text{ мм.}$$

Приймаємо $v = 20 \text{ мм}$.

Уточнюємо значення коефіцієнта $K_{вс}$ і середнього нормального модуля:

$$K_{вс} = \frac{v}{R_e} = \frac{20}{68,84} = 0,2905 < [0,3]_{\text{max}};$$

$$m_m = m_e(1 - 0,5 \cdot K_{вс}) = 4(1 - 0,5 \cdot 0,2905) = 3,419 \text{ мм.}$$

Обчислюємо швидкість точки на колі середнього ділительного діаметра і призначаємо ступінь точності передачі:

$$V_m = 3,07 \text{ м/с} < [V_m]_{\text{max}} = 4 \text{ м/с.}$$

За [19, табл.2, ст.95] при $V_m < 4,0 \text{ м/с}$ приймаємо 8 ступінь точності зубчастої передачі.

$$\text{За [19, табл.П29] при } \frac{u \cdot K_{вс}}{2 - K_{вс}} = \frac{1,4 \cdot 0,2905}{2 - 0,2905} = 0,2379 \text{ і твердості } < \text{НВ } 350$$

отримуємо для кулькових опор $K_{Н\beta} = 1,08$; $K_{F\beta} = 1,13$.

За [19, табл.П26] при 8 ступені точності і $< \text{НВ } 350$ при $V_m = 3,1 \text{ м/с}$ знайдемо для прямозубих коліс:

$$K_{HV}=1,08; \quad K_{FV}=2H_{HV} -1=2 \cdot 1,08-1=1,16.$$

Обчислюємо еквівалентну кількість зубів

$$\text{- колеса } Z'_{vt} = \frac{Z_1}{\cos \delta_1} = \frac{28}{\cos 54^\circ 28'} = 48,17;$$

$$\text{- шестерні } Z''_{vt} = \frac{Z_2}{\cos \delta_2} = \frac{2}{\cos 35^\circ 32'} = 24,58.$$

За [19, табл.П27] знаходимо коефіцієнт форми зуба колеса $Y'_F = 3,65$ і шестерні $Y''_F = 3,90$.

Оскільки

$$\frac{\sigma'_{FP}}{Y'_F} = \frac{200}{3,65} = 54,8 \text{ Н/мм}^2 < \frac{\sigma''_{FP}}{Y''_F} = \frac{230}{3,9} = 58,97 \text{ Н/мм}^2,$$

то перевірку на витривалість зуба на згин зробимо по зубу колеса.

Обчислимо робоче контактне напруження, користуючись формулою [19, 20]

$$\sigma_H = 212 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{\frac{K_H \cdot u \cdot T_1}{V_H \cdot d_{e1}^3}}. \quad (5.16)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\sigma_H = 212 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{\frac{1,16 \cdot 1,4 \cdot 17,8}{0,85 \cdot (112 \cdot 10^{-3})^3}} = 329,8 \text{ Н/мм}^2;$$

умова міцності виконується, оскільки $\sigma_H = 330 \text{ Н/мм}^2 \ll \sigma'_{HP} = 550 \text{ Н/мм}^2$.

Визначаємо найбільші напруження згину у небезпечному перерізі зуба колеса за формулою [19]

$$\sigma_F = \frac{2,72 \cdot K_F \cdot Y'_F \cdot T_1}{V_F \cdot \psi \cdot d_{e1} \cdot m_e}. \quad (5.17)$$

$$\sigma_F = \frac{2,72 \cdot 1,31 \cdot 3,65 \cdot 17,8}{0,85 \cdot 20 \cdot 112 \cdot 4 \cdot 10^{-9}} = 30,4 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності виконується, бо $\sigma_F = 30,3 \text{ Н/мм}^2 \ll \sigma_{FP} = 200 \text{ Н/мм}^2$.

Визначаємо решту параметрів передачі і сили, що діють у зачепленні.

Середня конусна віддаль

$$R_m = R_e - 0,5b = 68,84 - 0,5 \cdot 20 = 58,84 \text{ мм.}$$

Обчислюємо зовнішні і середні ділильні діаметри вершин і западин зубів шестерні і колеса:

$$d_{e1} = m_e \cdot z_1 = 4 \cdot 28 = 112 \text{ мм}; \quad d_{m1} = m_m \cdot z_1 = 3,1419 \cdot 28 = 95,732 \text{ мм};$$

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2 m_e \cdot \cos \delta_1 = 112 + 2 \cdot 4 \cos 54^\circ 28' = 116,65 \text{ мм};$$

$$d_{fe1} = d_{e1} - 2,4 m_e \cdot \cos \delta_1 = 112 - 2,4 \cdot 4 \cos 54^\circ 28' = 106,42 \text{ мм};$$

$$d_{e2} = m_e \cdot z_2 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мм}; \quad d_{m2} = m_m \cdot z_2 = 3,1419 \cdot 20 = 68,38 \text{ мм};$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2 m_e \cdot \cos \delta_2 = 80 + 2 \cdot 4 \cos 35^\circ 32' = 86,51 \text{ мм};$$

$$d_{fe2} = d_{e2} - 2,4 m_e \cdot \cos \delta_2 = 80 - 2,4 \cdot 4 \cos 35^\circ 32' = 72,188 \text{ мм.}$$

Колова сила на колі середнього ділильного діаметра

$$F_t = \frac{2T_1}{d \cdot m_1} = \frac{2 \cdot 17,8}{95,732 \cdot 10^{-3}} = 372 \text{ Н.}$$

Осьову силу на шестерні, що дорівнює радіальній силі на колесі знайдемо за формулою

$$F_{a2} = F_{r1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 372 \cdot 0,364 \cdot \sin 54^\circ 28' = 110 \text{ Н.}$$

Радіальна сила на шестерні, що дорівнює осьовій силі на колесі, визначимо її за формулою

$$F_{r2} = F_{a1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 372 \cdot 0,364 \cdot \cos 54^\circ 28' = 79 \text{ Н.}$$

Конструктивні розміри зубчастої пари приймають залежно від діаметра вихідного кінця вала. Цей розмір визначають орієнтовним розрахунком на міцність при крученні за заниженим допустимим напруженням $[\tau_k]=15-30\text{Н/мм}^2$.

Приймаємо для валів $[\tau_k]=20\text{Н/мм}^2$.

Тихохідний вал. З рівняння міцності [19] визначаємо діаметр вихідного кінця вала

$$\tau_k = \frac{T_1}{W_p} = \frac{16 \cdot T_1}{\pi \cdot d_{e1}^3}. \quad (5.18)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$d_{e1} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_1}{\pi \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 13,4 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 15,1 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{B2} = 25 \text{ мм}$.

Міцність валів перевіряємо за гіпотезою найбільших дотичних напружень. Для матеріалів валів – сталь 60С2 (приймаємо), границя витривалості при симетричному циклі навантажень

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \sigma_B = 0,43 \cdot 1050 = 452 \text{ Н/мм}^2$$

Приймаючи $[n]_{зп} = 2,2$; $K_\sigma = 2,2$; $K_{p,зг} = 1$, обчислюємо допустимі напруження згину при симетричному циклі

$$[\sigma_{зг}]_{-1} = \frac{\sigma_{-1} \cdot K_{p,зг}}{[n] \cdot K_\sigma} = \frac{452 \cdot 1}{2,2 \cdot 2,2} = 93 \text{ Н/мм}^2.$$

Ведучий вал. Вал навантажений силами $F_t=372\text{Н}$; $F_{r1}=110\text{Н}$; $F_{a1}=79\text{Н}$; $R=914\text{Н}$ (навантаження ланцюгової передачі) $T_1=17,8\text{Нм}$; $d_{m1}=95,732\text{м}$.

Виконаємо розрахунок ведучого (тихохідного) валу. Креслимо схему навантажень вала (рис. 5.2) і будуємо епюри згинальних і крутних моментів.

Визначаємо реакції опор у вертикальній площині zOy

$$\sum M_A = F_{r1} \cdot 90 + F_{a1} \cdot \frac{d_{m1}}{2} + Y_B \cdot 115 - R \cdot 190 = 0;$$

$$Y_B = \frac{R \cdot 190 - F_{r1} \cdot 90 - F_{a1} \cdot d_{m1} / 2}{115} = \frac{914 \cdot 190 - 110 \cdot 90 - 79 \cdot 47,9}{115} = 1391 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = R \cdot 75 - F_{a1} \cdot \frac{d_{m1}}{2} + F_{r1} \cdot 25 - Y_A \cdot 115 = 0;$$

$$Y_A = \frac{914 \cdot 75 - 79 \cdot 47,9 + 110 \cdot 25}{115} = 587 \text{ Н}.$$

Перевірка $\sum Y = 0$; $-Y_A + Y_B + F_{r1} - R = -587 + 1391 + 110 - 914 = 0$.

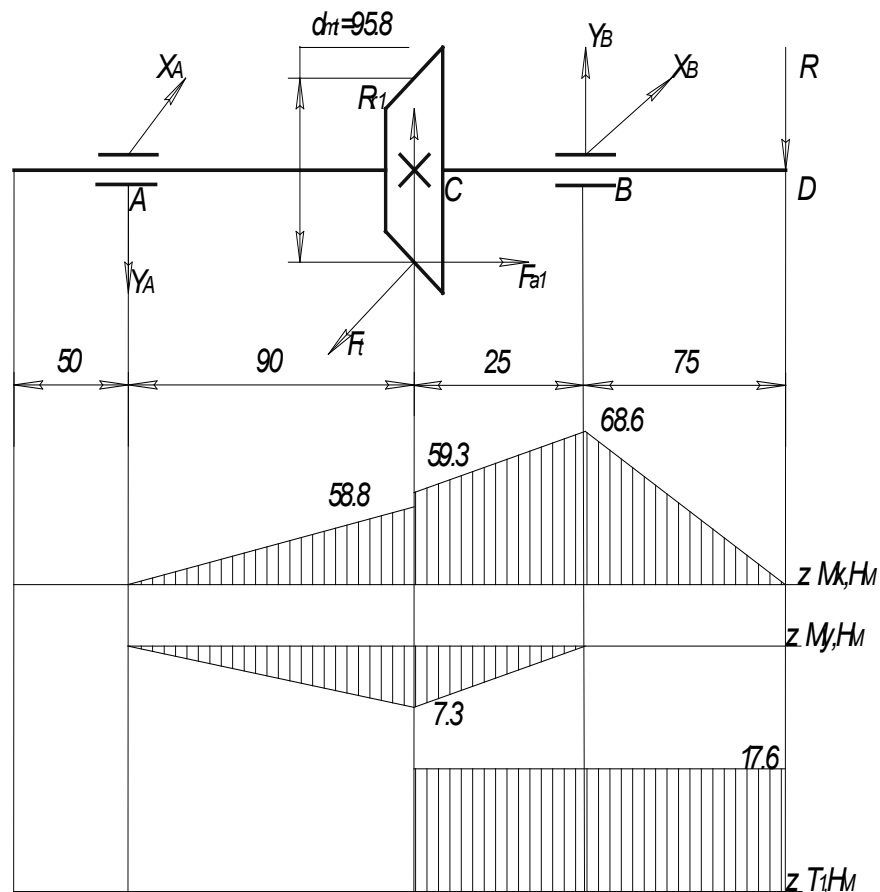


Рисунок 5.2 - Розрахункова схема ведучого вала

Визначаємо реакції опор у горизонтальній площині xOz

$$\sum M_A = F_t \cdot 90 - X_B \cdot 115 = 0; \quad X_B = \frac{F_t \cdot 90}{115} = \frac{372 \cdot 90}{115} = 291 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = F_t \cdot 25 - X_A \cdot 115 = 0; \quad X_A = \frac{F_t \cdot 25}{115} = \frac{372 \cdot 25}{115} = 81 \text{ Н}.$$

Перевірка $\sum X = 0$; $X_A + X_B - F_t = 291 + 81 - 372 = 0$.

Визначаємо згинальні моменти у характерних перерізах - у т. А, В, С, Д:
- у площині zOy:

$$M_A = 0; \quad M_B = R \cdot 0,075 = 914 \cdot 0,075 = 68,6 \text{ Нм};$$

$$M_C^{ліг} = Y_A \cdot 0,090 = 587 \cdot 0,090 = 52,8 \text{ Нм};$$

$$M_C^{праг} = R \cdot 0,1 - Y_B \cdot 0,025 = 914 \cdot 0,1 - 1391 \cdot 0,025 = 59,3 \text{ Нм};$$

- у площині xOy:

$$M_A = 0; \quad M_B = 0; \quad M_C = X_A \cdot 0,09 = 81 \cdot 0,09 = 7,3 \text{ Н}.$$

Обчислюємо сумарний згинальний момент і визначаємо нормальні напруження згину у небезпечному січені С (місце посадки колеса, переріз ослаблений наявністю шпонкової канавки) при $d = 25 \text{ мм}$.

$$M_{\text{сум}} = M_{\text{зг}} = \sqrt{M_y^2 + M_x^2} = \sqrt{59,3^2 + 7,3^2} = 59,8 \text{ Нм}.$$

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{M_{\text{зг}}}{W_x} = \frac{32 \cdot M_{\text{зг}}}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot 59,8 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25^3} = 39 \text{ Н/мм}^2.$$

Визначаємо напруження кручення у перерізі С

$$\tau_{\text{к}} = \frac{T_1}{W_k} = \frac{16 \cdot T_1}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 17,8 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25^3} = 5,8 \text{ Н/мм}^2.$$

За гіпотезою найбільших дотичних напружень знаходимо еквівалентне напруження [19] і порівнюємо з допустимим.

$$\sigma_{\text{eIII}} = \sqrt{\sigma_{\text{зг}}^2 + 4\tau_{\text{к}}^2} = \sqrt{39^2 + 4 \cdot 5,8^2} = 40,7 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{eIII} = 40,7 \text{ Н/мм}^2 \ll [\sigma_{зг}]_{-1} = 93 \text{ Н/мм}^2.$$

Оскільки розрахункові напруження виявились істотно нижчими від допустимих, то коефіцієнт міцності валу буде високим і, отже, перевірка на жорсткість валу непотрібна.

Ведений вал. Вал навантажений силами $F_t=372\text{Н}$; $F_{a2}=110\text{Н}$; $F_{r2}=79\text{Н}$; $R=453\text{Н}$ (навантаження від ріжучих ножів); $T_2=13,4\text{Нм}$; $d_{m2}=68,38 \text{ мм}$.

Креслимо схему навантажень веденого (швидкохідного) валу і будемо епюри згинних і крутних моментів (рис. 5.3).

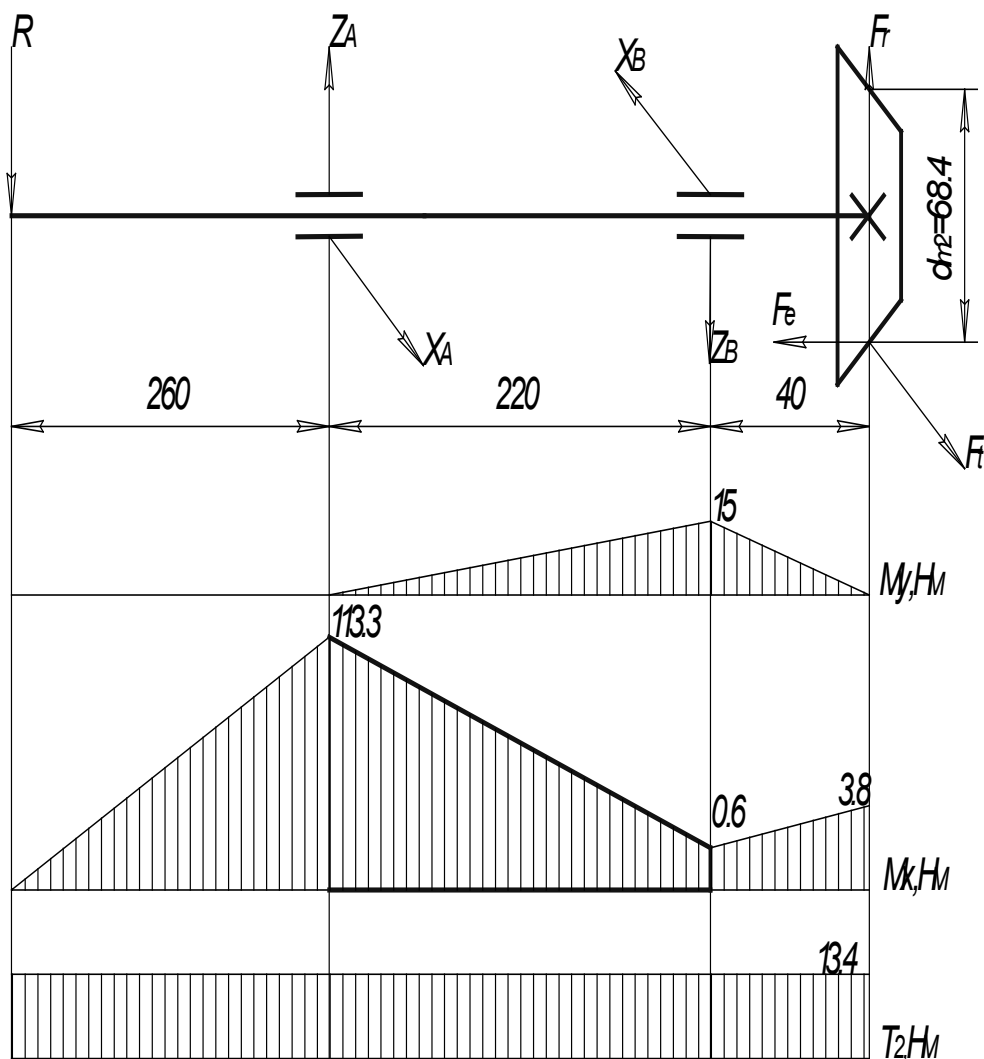


Рисунок 5.3 - Розрахункова схема веденого валу ГРА

Реакції опор у вертикальній площині zOy :

$$\sum M_A = F_{r2} \cdot 260 - F_{a2} \cdot \frac{d_{m2}}{2} + R \cdot 250 - Z_B \cdot 220 = 0;$$

$$Z_B = \frac{79 \cdot 260 - 110 \cdot 34,2 + 453 \cdot 250}{220} = 591 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = R \cdot 470 - Z_A \cdot 220 - F_{a2} \cdot \frac{d_{m2}}{2} + F_{r2} \cdot 40 = 0;$$

$$Z_A = \frac{453 \cdot 470 - 110 \cdot 34,2 + 79 \cdot 40}{220} = 965 \text{ Н}.$$

Перевірка $\sum Z = 0$; $-Z_A + Z_B - F_{r2} + R = -965 + 591 - 79 + 453 = 0$.

Визначаємо реакцію опор у горизонтальній площині xOz:

$$\sum M_A = F_t \cdot 260 - X_B \cdot 220 = 0; \quad X_B = \frac{372 \cdot 260}{220} = 440 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = F_t \cdot 40 - X_A \cdot 220 = 0; \quad X_A = \frac{372 \cdot 40}{220} = 68 \text{ Н}.$$

Перевірка $\sum X = 0$; $-X_A + X_B - F_{t2} = -68 + 440 - 372 = 0$.

Згинальні моменти у характерних перерізах у т. А, В, С, Д:

- у площині zOy

$$M_C = -F_{a2} \cdot \frac{d_{m2}}{2} = -110 \cdot 34,2 = -3,8 \text{ Нм};$$

$$M_B = -F_{a2} \cdot \frac{d_{m2}}{2} + F_{r2} \cdot 40 = -110 \cdot 34,2 + 79 \cdot 40 = -0,6 \text{ Нм};$$

$$M_D = 0; \quad M_A = -R \cdot 0,25 = -453 \cdot 0,25 = -113,3 \text{ Нм};$$

- у площині xOz

$$M_C = 0; \quad M_{B\Pi} = -F_t \cdot 0,040 = -372 \cdot 0,040 = -15 \text{ Нм};$$

$$M_{BЛ} = -X_A \cdot 0,22 = -68 \cdot 0,22 = -15 \text{ Нм}; \quad M_A = M_D = 0.$$

Сумарний згинальний момент і нормальні напруження згину у небезпечному перерізі А з $d=25$ мм (місце посадки підшипника) $M_{\text{сум}}=M_{\text{зг}}=113,3\text{Нм}$, нормальні напруження визначимо за формулою

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{M_{\text{зг}}}{W_x} = \frac{32 \cdot M_{\text{зг}}}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot 113,3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25^3} = 73,9 \text{ Н/мм}^2.$$

Напруження кручення у перерізі А:

$$\tau_{\text{к}} = \frac{T_2}{W_k} = \frac{16 \cdot T_2}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 13,4 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25^3} = 4,4 \text{ Н/мм}^2.$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності

$$\sigma_{\text{eIII}} = \sqrt{\sigma_{\text{зг}}^2 + 4\tau_{\text{к}}^2} = \sqrt{73,9^2 + 4 \cdot 4,4^2} = 74,4 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_{\text{eIII}} = 74,4 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma_{\text{зг}}]_{-1} = 93 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахункове напруження майже наближене до допустимого.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ

При організації механізованого збирання цукрових буряків підготовка поля має особливо важливе значення для досягнення високої продуктивності і необхідної якості. При розрахунках приймаємо конкретні вихідні дані, які характерні для зони вирощування цукрових буряків на Україні:

- площа поля – 90 га;
- довжина гонів - 950 м;
- урожайність коренеплодів – 400 ц/га;
- урожайність гички – 150 ц/га;
- кут схилу поля – 2°;
- ширина міжрядь – 450 мм;
- буряки посіяні сівалкою ССТ-12Б з шириною захвату $B_c = 5,4$ м.

Перед початком збиральних робіт перш за все необхідно зібрати буряки з поворотних смуг для забезпечення агрегату вільного виїзду з поля. Якщо в кінці поля є вільне місце для поворотів (дорога, сусіднє зібране поле і т. ін.), то буряки слід збирати на смузі шириною 2...3 м. Така смуга необхідна для заглиблення викопуючих робочих органів без пошкодження коренеплодів.

Для забезпечення нормальної роботи збиральних агрегатів слід визначити ширину поворотної смуги, яка розраховується за формулою:

$$E = 2R + e + d_k \quad (6.1)$$

де R – радіус повороту гичкозбиральної машини;

e – довжина виїзду агрегату з рядків – відстань, на яку треба вивести агрегат від контрольної лінії на поворотній смузі до початку повороту, щоб запобігти пошкодженням коренеплодів і втратам гички;

$$e = 0,5l_k \quad (6.2)$$

d_k – кінематична ширина агрегату [17].

При визначенні ширини поворотної смуги необхідно також враховувати, що на збиранні буряків задіяний цілий комплекс машин і розрахунки треба вести по тому агрегату, який має більші значення кінематичних характеристик. В даному випадку це агрегат в складі трактора МТЗ-82 і причіпної гичкозбиральної машини БМ-6А, для яких ширина поворотної смуги дорівнює 20,1 м. Потім ця ширина узгоджується на етапі сівби з шириною поворотної смуги посівного агрегату. І в кінці розрахунків вона має бути кратною кількості проходів посівного агрегату при засіванні поворотної смуги:

$$E = B_c \cdot n \quad (6.3)$$

де n – число проходів посівного агрегату.

$$E_n = 4 \cdot 5,4 = 21,6 \text{ м}$$

Збирають поворотні смуги поточним способом, використовуючи як бурякозбиральні комбайни, так і машини для роздільного збирання.

Спочатку на краях смуг вручну або бурякопідйомниками збирають буряки з поворотних смуг 4 [8]. Довжина кожної ділянки 20 м, а його ширина дорівнює ширині поворотної смуги. Потім машинами збирають буряки з поворотних смуг.

Незалежно від застосування способів збирання бурякове поле розбивають на загінки. Приступають до цього після збирання і вивезення буряків з поворотних смуг. Правильно вибрані розміри загінок скорочують холості переїзди збирального агрегату і тим самим підвищують його продуктивність.

Загінки слід розбивати так, щоб їх межі проходили по стикових міжряддях, а кількість рядків була кратна кількості рядків, які одночасно збирає машина – (6 рядків). Розбивати поле на загінки слід з того краю, з якого починався посів або від стикових міжрядь.

Велике значення також має порядок руху збирального агрегату по загінках. В залежності від рельєфу поля, довжини гонів і інших умов збирання використовують три способи руху агрегату: всклад, врозгін і комбінований.

Найбільш ефективним є способи комбінований і врозгін.

При груповій роботі в основному застосовують комбінований спосіб руху. В цьому випадку ланка з трьох гичкозбиральних машин БМ-6А і двох коренезбиральних машин одночасно збирає дві загінки, рухаючись всклад і врозгін.

Робочу довжину поля з врахуванням ширини поворотних смуг визначають по рівнянню:

$$L_p = L - 2E \quad (6.4)$$

$$L_p = 950 - 2 \cdot 21,6 = 906,8 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу агрегату на поворотній смузі дорівнює:

$$L_{x.x} = 6R + 2(0,5l) \quad (6.5)$$

$$L_{x.x} = 6 \cdot 9,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 2,9 = 59,9 \text{ м}$$

Коефіцієнт робочих ходів агрегату визначається по рівнянню:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_{x.x}} \quad (6.6)$$

$$\varphi = \frac{906,8}{906,8 + 59,9} = 0,94.$$

При подальших розрахунках приймаємо, що швидкість руху агрегату на поворотній смузі дорівнює робочій швидкості руху. І коефіцієнт тривалості поворотів дорівнює:

$$\tau = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (6.7)$$

$$\tau = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06.$$

При проведенні розрахунків приймаємо тривалість зміни в сільському господарстві $T_{зм} = 7$ год. І тоді фактичний робочий час визначається з врахуванням складових за формулою:

$$T_{роб} = \frac{T_{зм} - (T_{тех} + T_{то} + T_{\phi} + T_{ор})}{1 + \tau} \quad (6.8)$$

де $T_{тех}$ – час, затрачений на технологічне обслуговування агрегату, год.;

$T_{то}$ – час, необхідний для виконання технічного обслуговування агрегату, год.;

$T_{ор}$ – час на вирішення організаційних питань, год.;

$T_{ф}$ – час на фізіологічні потреби обслуговуючого персоналу, год.

$$T_{роб} = \frac{7 - (0,2 + 0,3 + 0,1 + 0,1)}{1 + 0,06} = 5,94 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни буде дорівнювати:

$$\tau_{зм} = \frac{T_{роб}}{T_{зм}} \quad (6.9)$$

$$\tau_{зм} = \frac{5,94}{7,0} = 0,85.$$

Продуктивність за зміну модернізованої гичкозбиральної машини розраховується за формулою:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot T_{зм} \cdot V_p \cdot \tau_{зм} \quad (6.10)$$

де B_p – робоча ширина захвату гичкозбиральної машини, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год.

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 7 \cdot 5,4 \cdot 0,85 = 8,7 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність агрегату за годину визначається рівнянням:

$$W_{год} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot \tau_{зм} \quad (6.11)$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 5,4 \cdot 0,85 = 1,24 \text{ га/год.}$$

Питомі витрати палива при збиранні буряків визначаються за рівнянням:

$$g = \frac{G_p \cdot T_p + G_{xx} \cdot T_{xx} + G_3 \cdot T_3}{W_{зм}} \quad (6.12)$$

де G_p , G_{xx} , G_3 – витрати палива відповідно на робочому, холостому ході і зупинках;

T_p , T_{xx} , T_3 – час роботи, холостого ходу і зупинок на протязі зміни.

При збиранні гички цукрових коренеплодів згідно норм на витрати палива [18] і режиму роботи агрегату приймаємо: $G_p = 12$ кг; $G_{xx} = 5,1$ кг; $G_3 = 2$ кг; $T_p = 5,94$ год; $T_{xx} = 0,6$ год; $T_3 = 0,46$ год. Тоді питомі витрати палива будуть дорівнювати:

$$g = \frac{12 \cdot 5,94 + 5,1 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,46}{8,7} = 8,65 \text{ кг/га.}$$

Збиральні роботи характеризуються циклічністю виконання операцій і час циклу визначається за рівнянням:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2L_P \cdot 60}{1000 \cdot V_P} + \frac{2L_{XX} \cdot 60}{1000 \cdot V_{XX}} + t_{\text{ГО}} \quad (6.13)$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 906,8 \cdot 60}{1000 \cdot 5,4} + \frac{2 \cdot 59,9 \cdot 60}{1000 \cdot 5,4} + 6 = 27,5 \text{ хв.}$$

Кількість циклів за зміну визначається рівнянням:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{ЗМ}} - t_1}{t_{\text{ц}}} \quad (6.14)$$

де $t_1 = 35$ хв – час на змінне технічне обслуговування.

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 35}{27,5} = 14.$$

Продуктивність агрегату за цикл на збиранні гички цукрових коренеплодів модернізованою збиральною машиною буде становити:

$$W_{\text{ц}} = \frac{B_P \cdot 2L_P}{10000} \quad (6.15)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{2,7 \cdot 2 \cdot 906,8}{10000} = 0,49 \text{ га/цикл.}$$

Витрати палива за цикл визначаються по формулі:

$$g_{\text{ц}} = g \cdot W_{\text{ц}} \quad (6.16)$$

$$g_{\text{ц}} = 8,65 \cdot 0,49 = 4,24 \text{ кг/цикл.}$$

При урожайності гички в господарстві 15,0 т/га за одну годину змінного часу збирається:

$$Q_{\text{Г}} = Q_{\text{к}} \cdot W_{\text{год}} \quad (6.17)$$

$$Q_{\text{Г}} = 15,0 \cdot 1,24 = 18,6 \text{ т/год.}$$

Для транспортування гички на ферму, де вона згодовується і закладається разом з соломною на силос, яка знаходиться на відстані 5 км від поля, при поточній технології збирання приймаємо трактор класу 1,4 (МТЗ-80,

ЮМЗ-6) з причепом 2ПТС-4 вантажопідйомністю 4 т.

Час завантаження причепа буде становити:

$$t_3 = \frac{Q_A}{Q_T} \quad (6.18)$$

де Q_A – вантажопідйомність причепа.

$$t_3 = \frac{4}{18,6} = 0,22 \text{ год.}$$

Час транспортування гички до місця призначення і час зворотного руху не завантаженого причепа буде дорівнювати:

$$t_{TP} = \frac{l_{TP}}{V_{TP}} + \frac{l_{TP}}{V_X} \quad (6.19)$$

де V_{TP} , V_X – швидкість руху завантаженого причепа і на холостому зворотному шляху, км/год.

$$t_{TP} = \frac{5}{15} + \frac{5}{20} = 0,58 \text{ год.}$$

Час на розвантаження причепа за нормативними даними становить $t_{роз} = 0,08$ год. Всього затрати часу на цикл транспортування гички будуть дорівнювати:

$$t_{TP1} = t_3 + t_{TP} + t_{роз} \quad (6.20)$$

$$t_{TP1} = 0,22 + 0,58 + 0,08 = 0,88 \text{ год.}$$

Необхідна кількість транспорту для безперебійної роботи збирального агрегату і транспортування гички на місця використання буде становити:

$$n_{TP} = \frac{t_{TP1}}{t_3} \quad (6.21)$$

$$n_{TP} = \frac{0,88}{0,22} = 4$$

Таким чином, для безперебійної роботи удосконаленої гичкозбиральної машини необхідно 4 транспортних агрегати в складі трактора класу 1,4 (МТЗ-80, ЮМЗ-6) і причепа 2ПТС-4.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Загальні положення по охороні праці

Охорона праці у нашій країні, яка охоплює заходи по подальшому полегшенню і оздоровленню умов праці на основі механізації і автоматизації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів техніки безпеки, усуненню причин, що призводять до травматизму і професійних хвороб робочих і службовців, створенню на підприємстві необхідних гігієнічних і санітарно – побутових умов - важлива державна задача [17].

Охорона праці механізаторів має велике значення. Механізаторам необхідні знання по правовим питанням охорони праці і правилам техніки безпеки. Механізаторам необхідно мати певні навички при роботі з сучасними високопродуктивними машинами, дотримуватися правил виробничої санітарії і користуватися засобами індивідуального захисту.

Важливі нормативні документи, які дозволяють правильно організувати охорону праці, навчання і інструктаж з техніки безпеки, дотримання вимог виробничої санітарії і гігієни праці у сільському господарстві викладенні достатньо детально в існуючій довідниковій літературі.

Враховуючи інтенсивний розвиток сучасної сільськогосподарської техніки, енергонасиченість інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур та широку хімізацію аграрного виробництва в наш час питання охорони праці та навколишнього середовища набувають особливого значення.

7.2 Правила техніки безпеки при роботі на гичкозбиральній машині

При експлуатації гичкозбиральної техніки необхідно систематично проводити наступні організаційні і технічні заходи: медичний огляд працюючих, технічні огляд машин, дотримання режимів робіт, інструктажі з техніки безпеки, забезпечення працюючих відповідним

спецодягом, устаткуванням і засобами індивідуального захисту, інструкціями і пам'ятками по техніці безпеки.

До робіт допускають механізатори, що досягли 18 років, які знають будову і правила експлуатації машин і устаткування, мають посвідчення на право виконання відповідної роботи.

Приступаючи до роботи, тракторист-машиніст повинен перевірити технічний стан техніки, звертаючи особливу увагу на рульове керування і гальмову систему. Не дозволяється працювати на тракторі з деформованими кермовими тягами і поворотними важелями, застосовувати нестандартні болти, гайки, шплінти для кріплення деталей рульового керування.

Перед початком роботи необхідно перевірити одночасність і рівномірність дій гальм. Якщо на тракторі встановлені пневматичні гальма, не можна рушати з місця при тиску в системі гальм нижче гранично допустимого значення, зазначеного в інструкції з експлуатації.

Перед роботою на машині повинні бути встановлені всі захисні огороження і запобіжні пристрої. Робота з незахищеними ланцюговими, пасовими і карданними передачами забороняється.

Перед пуском (і зупинкою) двигуна важелі перемикання передач повинні бути встановлені в нейтральне положення, робочі органи повинні бути відключені від привода двигуна.

Перед початком руху ручне гальмо повинне бути вимкнене.

Перебування в кабінах тракторів і транспортних засобів сторонніх категорично забороняється.

Перед початком руху варто переконатися у відсутності людей на шляху руху і дати попереджувальний сигнал.

Під час перегонів агрегату з одного місця на інше необхідно вимкнути привод робочих органів машини.

Під час перегонів агрегату робочі органи повинні бути зафіксовані проти опускання за допомогою запобіжних фіксаторів для транспортування.

При переїздах гичкопровід машини повинний бути встановлений у транспортному положенні.

При русі по дорогах загального користування не дозволяється перевищувати максимально допустиму швидкість 20 км/год.

При агрегуванні з транспортним візком варто враховувати збільшення гальмового шляху, тому що візок не обладнаний гальмовим пристроєм.

Перегін гичкозбирального агрегату в нічний час заборонений.

При русі трактора назад для приєднання машини тракторист повинен керуватися сигналами регулювальника, з яким забезпечено постійний зоровий контакт. Якщо цей контакт переривається, тракторист повинен негайно зупинитися. Причепи повинні бути надійно загальмовані чи застопорені за допомогою гальмових колодок.

При аварійному гальмуванні на підйом вісь керованих коліс трактора може піднятися і машина упреться в навіску трактора. Тракторист повинен у цьому випадку, щоб уникнути травмування, обпертися на кермове колесо. Гальмами необхідно користатися акуратно, на гальмову педаль натискати плавно, тому що в нових машин (і машин з новими гальмовими колодками) гальма дуже ефективні.

Під час роботи забороняється перебування сторонніх людей в кузовах транспортних засобів, а також у зоні виходу гички з машини.

Під лініями високої напруги (ЛЕП) варто працювати не паралельно до них, а перпендикулярно. При цьому необхідно бути особливо уважним при роботі біля опор ліній електропередач.

При завантаженні транспортних засобів, щоб уникнути нещасливих випадків через їхнє перекидання, варто максимально використовувати можливості регульованого козирка гичкопровода для рівномірного розподілу подрібненої маси в кузові транспортного засобу. Транспортний засіб повинний рухатися з можливо найменшою відстанню від машини.

Категорично забороняється проводити технічне обслуговування, регулювання і ремонт трактора та гичкозбиральної машини на ходу і при працюючому двигуні.

При технічному обслуговуванні робочих органів машини двигун трактора повинен бути заглушений, ротор не повинен обертатися (контролюється візуально). Варто пам'ятати, що гичковидаляючий ротор після вимикання привода може обертатися по інерції протягом 20...60 с. Зупинений ротор повинен бути заблокований від провертання шляхом введення стопорного болта в диск. Очищати гичковидаляючий ротор дозволяється спеціальними чистиками.

Після проведення робіт з очищення, технічного обслуговування і ремонту потрібно зібрати інструмент, видалити інші предмети з агрегатів машини і перевірити комплектність. При випробувальному запуску агрегату необхідно правильно установити захисні огороження.

Враховуючи те, що ротор має високу частоту обертання і у сполученні зі значною масою створює великий запас кінетичної енергії, щоб уникнути аварій з появою вібрації, стуків він повинен бути негайно зупинений, а причини несправності усунуті.

Заміну робочих елементів ротора повинні два навчених механізатори.

При зміні (ремонті) коліс, домкрат варто встановлювати тільки в спеціально позначених місцях. Перед цим ручне гальмо повинне бути затягнуте, а навантажене ведуче колесо застопорене по обидва боки гальмовими колодками. Під підняте колесо обов'язково встановлюють опору.

При демонтажу болтових з'єднань необхідно застосовувати справні ключі, розміри яких повинні відповідати розмірам гайок і голівок болтів. При відкручуванні шліцьових гвинтів потрібно користатися викрутками із шириною робочої поверхні, що відповідає діаметру голівки гвинтів. Молотки, зубила, борідки й інший ударний інструмент не повинен мати розплющеної ударної частини. Використання дерев'яних ручок зі зломами і розщепленнями не допускається.

При підйомі важких вузлів, агрегатів і деталей треба користатися вантажопідйомними пристосуваннями; зачалочні пристрої повинні бути перевірені і розраховані на даний вантаж. Машини при підготовці до роботи повинні бути повністю укомплектовані та відрегульовані, обладнані необхідними пристроями та захисним огороженням.

Технічний стан машини перевіряють відповідно до вимог нормативно-технічних документів. Агрегатувати сільськогосподарські машини необхідно з тими тракторами, які рекомендовані заводом-виробником. Для виконання робіт машинно-тракторними агрегатами поле необхідно завчасно підготувати: видалити велике каміння, засипати рови, яри і ями, позначити віхами не видалені і не ліквідовані перешкоди. До того ж поле повинно бути розміщене відповідно до вимог технологічних карт на виконання відповідних робіт.

При зрізуванні гички, доочищенні головок буряків та викопувальних роботах рух начіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу-відповіді від старшого на причіпному агрегаті.

Періодично протягом робочого дня слід очищати робочі органи від ґрунту рослинних решток та інших сторонніх предметів і усувати виявлені несправності після повної зупинки агрегату.

7.3 Заходи безпеки при експлуатації машинно-транспортного агрегату

При виробництві цукрових буряків для транспортування гички та коренів використовують різні за конструкцією та призначенням машини та агрегати. В більшості випадків вони самохідні або причіпні, агрегуються з трактором.

Технічний стан машин, порядок їх експлуатації повинні відповідати вимогам інструкцій до конкретних машин і відповідати вимогам існуючих стандартів.

До початку сільськогосподарських робіт всі механізатори і обслуговуючий персонал повинні пройти інструктаж. В період виконання робіт їх повинні забезпечити спецодягом, спецвзуттям і необхідними засобами індивідуального захисту.

Особи, допущені до роботи на машинах, повинні мати відповідні посвідчення на право керування ними. До механізованих робіт, особи, молодші 17 років, допускаються лише з наставниками. Поле для роботи машинно-транспортних агрегатів завчасно підготовляють: прибирають каміння, засипають ями, а біля зліквідованих встановлюють добре розпізнавані знаки безпеки. Таким же чином позначають небезпечні ділянки, фішки також встановлюють на відстані, яка дорівнює ширині поворотної смуги агрегату від краю великих каменів, небезпечних розмитих ділянок, урвищ, та інших неліквідованих перешкод. Проводять контрольні борозни, відбивають поворотні смуги, позначають місця відпочинку.

8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Удосконалення різального апарату для збирання гички цукрових буряків дозволяє підвищити робочу швидкість машини, а значить і її продуктивність. При цьому також підвищується якість збиральних робіт – зменшуються пошкодження коренеплодів при зрізанні робочими органами, зменшуються втрати вільної гички, а значить і забрудненість вороху коренеплодів при їх викопуванні.

Вихідні дані для визначення економічних показників проекту представлені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина	Модернізована
1. Продуктивність, га/год	1,0	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Вартість машини, грн..	47000	47700
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість збираємих рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1

Затрати праці на збиранні гички цукрових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \quad (8.1)$$

де: m – кількість обслуговуючого персоналу;

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

При збиранні гички цукрових буряків базовою машиною затрати праці становлять:

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

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

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

Зниження затрат праці при використанні модернізованої машини будуть становити:

$$H_3 = H_6 - H_M = 1,0 - 0,81 = 0,19 \text{ люд.год/га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при збиранні врожаю гички цукрових буряків розраховуються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (8.2)$$

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

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

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

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

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. По шостому розряду з врахуванням останнього збільшення мінімальної заробітної плати до 8000 грн. вона становить 348 грн. за зміну [25]. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (8.3)$$

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

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

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

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

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 24,9 грн./га; 12 % - за інтенсивність

робіт, що становить 6,0 грн./га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

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

На цю суму нараховується 20 % за класність механізатора (становить 21,1 грн./га) і 51 % соціального страхування і інших відрахувань (становить 53,8 грн./га). І тоді з врахуванням всіх нарахувань затрати на оплату праці механізатору при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{об} = 105,4 + 21,1 + 53,8 = 180,3 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з розробленою вдосконаленою гичкозбиральною машиною, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

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

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

$$C_{ом}^H = 40,1 + 20,0 + 20,0 + 4,8 = 84,9 \text{ грн./га.}$$

На цю суму проводиться нарахування 20 % за класність механізатора (складає 17,0 грн./га) і 51 % на соціальне страхування і інше (становить 43,3 грн./га). І тоді оплата праці механізатора, який працює на вдосконаленій машині, буде становити:

$$C_{ом} = 84,9 + 17,0 + 43,3 = 145,2 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3М}}, \quad (8.4)$$

де Ц – балансова ціна машини, грн.;

Д – кількість днів роботи в рік;

К – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для гичкозбиральної машини становить 15 % [18]. Тоді відрахування для базової

машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{47000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 18,65 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконалену гичкозбиральну машину будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{47700 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 15,26 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3М}}, \quad (8.5)$$

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

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

$$C_{р.б} = \frac{47000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7,0} = 18,65 \text{ грн./га.}$$

Для вдосконаленої гичкозбиральної машини затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть становити:

$$C_{р.м} = \frac{47700 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 15,26 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot G_{га} \quad (8.6)$$

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

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки двигуна і машини, а також зони застосування. Приймаємо слідуєчі норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива [18]:

- моторне масло – 11,7 %;

- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47 %.

На сьогодні вартість на паливо і мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, величини оптових закупок, постачальника і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива в розмірі 56,6 грн/кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 56,6 \cdot 10,75 = 608,5 \text{ грн./га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою гичкозбиральною машиною затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 56,6 \cdot 8,65 = 489,6 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 180,3 + 18,65 + 18,65 + 608,5 = 826,1 \text{ грн./га.}$$

Таблиця 8.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий агрегат	Модернізований
1. Продуктивність, га/год	1,0	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,75	8,65
3. Затрати праці, люд.год/га	1,0	0,81
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	826,1	665,3
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	180,3	145,2
- амортизаційні відрахування	18,65	15,26
- затрати на ремонт і ТО	18,65	15,26
- затрати на ПММ	608,5	489,6
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	160,8
6. Річний економічний ефект, грн..	-	14472
7. Строк окупності затрат, років	-	0,05

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

$$C_M = 145,2 + 15,26 + 15,26 + 489,6 = 665,3 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_6 - C_M = 826,1 - 665,3 = 160,8 \text{ грн./га.} \quad (8.7)$$

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_B = \frac{160,8 \cdot 100}{826,1} = 19,5 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 90 га буде становити:

$$E_P = 160,8 \cdot 90 = 14472 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{C_M}{E_P} \quad (6.8)$$

$$E_o = \frac{700}{14472} = 0,05 \text{ років.}$$

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проекті, приведені в таблиці 8.2.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі вивчення нових технологій вирощування та збирання цукрових буряків, аналізу особливостей господарювання нами запропонована удосконалена технологія вирощування та збирання цукрових буряків з використанням удосконаленої гичкозбиральної машини. Розроблена технологічна карта для умов господарства і визначено комплекс машин для її реалізації.

2. Виконані розрахунки дозволили вибрати оптимальні параметри і режим роботи для удосконаленого гичкозрізувального апарату. А визначені технологічні показники процесу збирання буряків показали ефективність технічних і технологічних рішень.

3. Розроблені заходи з охорони праці дозволять підвищити рівень безпеки праці при виконанні збиральних робіт. Запропоновані заходи можна використовувати при проведенні інструктажів перед початком збиральних робіт та при вирощуванні врожаю.

4. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що впровадження удосконаленої технології і конструкції гичкозрізувального апарату дозволять одержати річний економічний ефект в сумі 160,8 грн./га. При цьому затрати праці знижуються на 0,19 люд.год./га, а затрати на удосконалення машини окупаються за перший рік її експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Басанець О. Чи буде солодко від цукрових буряків агроному, залежить від технології вирощування. – 04.04.2024 // <https://superagronom.com/articles/718-chi-bude-solodko-vid-tsukrovih-buryakiv-agronomu-zalejtit-vid-tehnologiyi-viroschuvannya>.
2. Тарасенко Т. Як отримати максимум урожайності з гектара цукрового буряку? 22.03.2023 // <https://aggeek.net/ru-blog/yak-otrimati-maksimum-urozhajnosti-z-gektara-tsukrovogo-buryaku>.
3. Маковой Ю. Руйнуємо міфи про прибутковість цукрового буряку. – 14.12.2022// <https://kurkul.com/spetsproekty/1395-ruynuyemo-mifi-pro-pributkovist-tsukrovogo-buryaku>.
4. Опис та характеристика рослини цукровий буряк// <https://agrarii-razom.com.ua/plants/cukroviy-buryak>.
5. Буряк мігрує до лісостепу. 04.01.2011//<https://www.epravda.com.ua/news/2011/01/4/264734/>.
6. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - № 4 (203), лютий 2011. – с. 9-13.
7. Пиркін В.І. Перспективи ефективного розвитку галузі буряківництва на Україні// Цукрові буряки. - №3-4, 2008. с. 9 – 11.
8. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків// За ред.. О.М.Ткаченка, М.В.Роїка – Київ: «Академпрес», 1998. – 240 с.
9. Фурса А.В. Основні напрямки розв’язання проблем цукробурякового під комплексу України// Економіка АПК. – Київ, 2006, № 6. – с. 31 – 38.
10. Отченаш В.А. Ефективність вирощування цукрових буряків та цукру в Україні// Ефективна економіка. - №11, 2012.
11. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

12. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Войтюк Д.Г. Царенко О.М. Яцун С.С. Довжик М.Я. Швайко В.М., Саржанов О.А. –К.: Вища школа, 2000. – 93 с.
13. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
14. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
15. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.
16. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
17. Войтюк Я.Ю., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 448 с.
18. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
19. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
20. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
21. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. –384с.

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

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

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

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