

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 і збирання
буряків цукрових з розробкою автомата водіння
машини по рядках**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Качур Сергій Миколайович

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

Качур С.М. Удосконалення технології вирощування і збирання буряків цукрових з розробкою автомата водіння машини по рядках/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 79 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій і розроблено технологію вирощування буряків цукрових. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз технічної літератури і вивчено особливості сучасних систем керування сільськогосподарських машин. Обґрунтовано і розроблено конструкцію автомата водіння збиральної машини по рядках буряків і проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи. Визначено технологічні показники роботи машини.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 35055,0 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: буряк цукровий, коренеплоди, технологія, збиральна машина, автомат водіння, копір, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	7
1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.	10
1.1 Попередники.	10
1.2 Удобрення.	11
1.3 Обробіток ґрунту.	12
1.4 Сівба.	15
1.5 Догляд за посівами.	16
1.6 Захист від шкідників і хвороб.	18
1.7 Особливості процесу збирання цукрових буряків.	19
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	25
2.1 Складання технологічної карти вирощування цукрових буряків.	25
2.2 Визначення потреби в техніці.	28
3 ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ МАШИНАМИ.	29
3.1 Класифікація і характеристики систем керування сільськогосподарськими машинами.	29
3.2 Аналіз результатів досліджень систем керування сільськогосподарськими агрегатами.	41
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТА ВОДІННЯ ЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.	47
5 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. .	50
5.1 Основні вимоги і організація збиральних робіт.	50
5.2 Розрахунок технологічних показників роботи удосконаленої машини. .	54
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	59
6.1 Загальні положення.	59
6.2 Роботи перед запуском та у процесі запуску машини.	59
6.3 Вимоги до безпеки у процесі роботи машини і переїздах.	60

6.4 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні та ремонтах.	61
6.5 Протипожежні заходи.	62
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	71
Д О Д А Т К И.	74

ВСТУП

З початком широкомасштабного вторгнення росії, значного руйнування інфраструктури морських портів і блокування агресором зернового коридору, в агропромисловому секторі України виникли проблеми з експортом основного продукту – зерна. Вирощування зернових для аграріїв стало збитковим і вони почали вносити зміни в структуру посівних площ на культури, які можуть бути рентабельними в умовах війни. Однією з таких культур експерти називають цукровий буряк [1, 2].

Цукровий буряк - унікальна високопродуктивна і високоприбуткова сільськогосподарська культура, чудовий попередник у сівозміні для наступних культур, яка спроможна підвищувати врожайність, наприклад ячменю, на 40%. Цукрові буряки впливають на екологію, вдвічі-вчетверо ефективніше використовують вологу в порівнянні з зерновими культурами, овочами та люцерною - лише 200 л на 1 кг сухої речовини, вчетверо більше виділяють в атмосферу кисню, ніж 1 га змішаного лісу, і у стільки ж разів більше поглинають вуглекислого газу, можуть давати високі врожаї за мінімальної дози внесення азотних добрив [3, 4].

Цукровий буряк - одна з основних у нашій країні технічних сільськогосподарських культур. Він є основною сировиною для цукрової промисловості. Коренеплоди цукрового буряку містять 17–20% цукру. При врожайності 400 ц/га забезпечують вихід 50 – 55 ц цукру, 150 – 200 ц гички, 260 – 280 ц сирого жому, 15 – 18 ц меляси, які використовуються на корм. Цукор є цінним продуктом харчування. Він легко засвоюється організмом, висококалорійний. Фізіологічно обґрунтована норма цукру для людини не перевищує 100 г на добу. За поживністю цукрові буряки значно перевищують кормові. 100 кг коренеплодів відповідають 26 корм. од. і містять 1,2 кг перетравного протеїну, а 100 кг листків – відповідно 20 корм. од. і 2,2 кг протеїну. Це одна з найпродуктивніших сільськогосподарських культур. Цукрові буряки

є цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур і підвищують загальну продуктивність польових сівозмін.

Гичка цукрового буряку є цінним зеленим кормом. Використовують її і для виготовлення силосу. Так, 100 кг гички відповідають 20 кормовим одиницям, а на кожну кормову одиницю її припадає близько 90 г перетравного протеїну, багато вітамінів і мінеральних речовин. Як продукт переробки на цукрових заводах отримують жом, який має високу кормову цінність: 100 кг свіжого жому відповідають 8 кормовим одиницям. Патоку, яка залишається після переробки цукрового буряку і містить до 60% цукру, використовують для виробництва спирту, дріжджів та інших продуктів.

Для досягнення високого рівня урожайності цукрових буряків мають бути застосовані прогресивні технічні засоби й прийоми, починаючи з основного обробітку ґрунту і закінчуючи збиранням урожаю. Вагомим чинником, який впливає на збільшення обсягів і підвищення рентабельності виробництва цукру, є високий рівень механізації виробництва і, особливо, збирання коренеплодів цукрових буряків. Від правильної і чіткої організації цього процесу, раціонального використання збиральної техніки і транспортних засобів залежить повнота і ефективність збору урожаю [5, 6].

Оскільки ефективність роботи бурякозбиральних машин, і особливо у важких умовах збирання, зумовлюється сукупністю ряду показників агротехнічних, техніко-експлуатаційних і економічних, то для знаходження оптимальних параметрів машин по екстремальних значеннях цих показників необхідно здійснити синтез машин і їх комплексів, тобто виконати такі розрахунки, які дозволять врахувати об'єктивні взаємозв'язки між прийнятими механіко-технологічними принципами збору врожаю, технічними рішеннями, що застосовуються, факторами зовнішнього середовища і існуючими критеріями ефективності.

Повнота збору урожаю у великій мірі залежить від ефективності роботи автомата водіння машини по рядках буряків. Серійний автомат водіння коренезбиральної машини в нормальних умовах роботи задовільно виконує

свої функції. Але у важких умовах збирання нестабільність роботи автомата водіння призводить до незворотніх втрат цукрової сировини. За сезон вони коливаються в межах від 4 до 13% і їх величина значною мірою залежить від типу коренезбиральної машини та її системи керування робочими органами.

Одним із способів підвищення показників якості роботи коренезбиральних машин є удосконалення технологічного процесу викопування коренеплодів, шляхом застосування модернізованого автомата водіння, за рахунок підвищення чутливості та надійності автоматичного відслідковування рядків коренеплодів.

Метою роботи є удосконалення технології вирощування цукрових буряків і конструкції автомата водіння збиральної машини по рядках буряків для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Цукрові буряки - одна з найбільш продуктивних культур зернобурякової сівозміни. Це можливо при застосуванні сучасних технологій з використанням оптимальних доз органічних і мінеральних добрив, інтенсивним літньо-осіннім обробітком ґрунту, наявності високопродуктивної техніки і науково обґрунтованими формами організації робіт. Зерно-бурякову сівозміну в даному випадку необхідно розглядати, як спосіб формування структури і складу фітоценозу (рослинного світу) агроєкосистеми з метою забезпечення максимальної продуктивності та стійкості.

1.1 Попередники

Правильне розміщення цукрових буряків у сівозміні — один з основних чинників поліпшення забезпеченості рослин вологою і елементами живлення, зменшення засмічення посівів, кількості шкідників і хвороб, усунення токсичності ґрунтів, підвищення врожайності та якості коренеплодів.

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 кращим попередником для буряків є озимі після чорних удобрюваних парів. Якщо площа буряків більша за площу чорного пару, їх розміщують у ланках з однорічними травами на зелений корм або з багаторічними ми одного року використання на один укіс.

1.2 Удобрення

При правильному поєднанні з іншими агротехнічними заходами внесення добрив є найефективнішим чинником інтенсифікації буряківництва. Приріст урожаю коренеплодів цукрових буряків при внесенні 1 кг азоту становить у середньому 35,7 кг; 1 кг фосфору — 37,5; 1 кг калію — 18,8 кг. Внесення повного мінерального добрива в оптимальних співвідношеннях його елементів забезпечує збільшення вмісту цукру в коренеплодах на 0,2 - 0,4 %. Надмірна кількість азоту знижує цукристість буряків на 0,3 - 0,4 %; фосфор сприяє незначному підвищенню цукристості (0,2-0,3 %), а калій помітно підвищує її (0,3-0,6%). Підвищені дози азоту погіршують технологічні якості коренеплодів, а фосфорні й калійні добрива поліпшують їх.

Підстилковий гній, який зберігався не менше 6 місяців рекомендується вносити безпосередньо під цукрові буряки восени під час зяблевого обробітку ґрунту з розрахунку 40 - 50 т/га, залежно від типу ґрунту та зони зволоження. Кислі ґрунти також вапнують. Під основний обробіток вносять більшу частину річної норми мінеральних добрив в оптимальному співвідношенні їх складових з урахуванням вмісту елементів живлення на кожному конкретному полі. Добрива вносять розкидачами РОУ-6 та ін.

У рядки добриво вносять в усіх зонах. У зоні достатнього, а інколи і нестійкого зволоження доцільні підживлення у фазі 2-4 пар листків буряків у дозі $N_{30}P_{30}K$ на глибину 12 - 14 см. У зоні недостатнього зволоження через пересихання верхнього шару ґрунту (10 - 15 см) всю річну норму добрив вносять під зяблеву оранку, за винятком за винятком тієї частини добрив, яку вносять під час сівби в рядки. Застосовують аміачну селітру, суперфосфат, хлорид калію інші добрива, при потребі збагачені на мікроелементи. Підвищенню цукристості коренеплодів сприяє застосування регуляторів росту (обпудрюють насіння ресином — 2 кг/т, обробляють посіви за 20 — 30 днів до збирання натрієвою сіллю гідразиду

малеїнової кислоти — 2 - 2,5 кг препарату розчиняють у 250 - 300 л води з розрахунку на 1 га).

1.3 Обробіток ґрунту

Обробіток ґрунту під цукрові буряки - складова частина системи обробітку ґрунту в зерно-буряковій сівозміні.

Система зяблевого обробітку ґрунту. в усіх зонах бурякосіяння основними операціями зяблевого обробітку ґрунту є лушення стерні і основний, найбільш глибокий суцільний обробіток ґрунту. В залежності від стану поля лушення стерні проводять дисковими або лемішними лушильниками. При не глибокому (на 8-10 см) лушенні дисковими знаряддями, ґрунт переважно не боронують, а при глибокому лемішному лушенні проводять боронування, що дозволяє зберегти вологу в ґрунті і підвищити врожайність буряків. в районах з недостатньою кількістю опадів після лушення стерні на 8-10 см доцільно проводити коткування кільчасто-шпоровими котками, що сприяє збереженню вологи. Якість проведення цієї операції визначається своєчасністю проведення, належною глибиною обробітку, повним підрізанням бур'янів, відсутністю огріхів, вірівняністю поверхні поля. В останні часи замість лемішних лушильників використовують культиватори - плоскорізи, що значно зменшує енергоємність технології.

Основний обробіток ґрунту є найважливішим заходом у системі зяблевого обробітку ґрунту. Залежно від властивостей ґрунту, ступеня його окультурення, зокрема засміченості, організаційно-економічних умов конкретного господарства застосовують певні знаряддя, які суттєво відрізняються за характером технологічного процесу. Основний процес, який здійснюється при оранці - перевертання скиби ґрунту, при цьому верхня частина орного шару переміщується вниз, а на поверхню вивертаються глибокі шари ґрунту.. Оптимальне обертання скиби і глибша заробка пожнивних решток і добрив відбувається при застосуванні

ярусних плугів, у яких корпус верхнього ярусу підрізає верхній шар на глибину до 18 см, перевертає його і укладає на дно попередньої борозни. укладений шар накривається скибою, яка піднімається і обертається корпусом нижнього ярусу. Строки оранки зябу мають важливе значення для наступних методів боротьби з бур'янами; при ранній оранці ґрунт краще вбирає осінню вологу. Ранній зяб краще прогрівається, в ньому створюють кращі умови для розмноження корисних мікроорганізмів, що переробляють органічні рештки. при пізній оранці насіння бур'янів, яке було на поверхні восени через низьку температуру не проростає і дає сходи лише навесні. Краще починати зяблеву оранку коли після лущення стерні з'являються сходи бур'янів, бажано це робити після дощу. Оптимальним строком зяблевої оранки для центрального Лісостепу є друга половина вересня.

За останні роки розроблено (Інститут цукрових буряків УААН) два нових способи зяблевого обробітку ґрунту під цукрові буряки *поліпшений* та *напівпаровий*, перший рекомендується застосовувати в умовах недостатнього зволоження, при засміченні полів багаторічними бур'янами. Напівпаровий - в умовах достатнього зволоження, при сильному засміченні полів однорічними бур'янами.

Безполицевий обробіток ґрунту включає наступні операції: дискове лущення в два сліди на глибину 5-6 см; внесення гною та мінеральних добрив, їх загортання в ґрунт дисковою бороною на глибину 14-16 см; глибокий обробіток плоскорізом на 30-40 см у кінці вересня - на початку жовтня. Безполицевий спосіб обробітку більш вимогливий до боротьби з бур'янами, що концентруються у верхніх горизонтах ґрунту.

Весняний (передпосівний) обробіток ґрунту. Технологія весняного обробітку ґрунту залежить від способу основного обробітку, основне завдання такого обробітку - створити за мінімум проходів техніки дрібно грудочкувату вирівняну поверхню над посівним ложем 0-4 см та забезпечити високу польову схожість насіння. Строки виконання

ранньовесняного розпушування ґрунту: розпочинаються, як тільки верхній трьохсантиметровий шар розпушується без замазування та налипання до робочих органів. Поле обробляють на протязі одного дня. Глибина обробітку – 2,5-3,2 см. Розпушеність ґрунту: кількість грудок діаметром більше 20 см не повинна перевищувати 20 %, в т.ч. діаметром 50 мм не більше 5 % від маси проби.

Передпосівний обробіток ґрунту. Об'єднують разом з сівбою в єдиний технологічний процес і проводять з розривом не більше 3-4 проходи агрегату. Порушення такого ритму веде до пересихання верхнього шару ґрунту і зменшує польову схожість насіння.

Таблиця 1.1 - Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту

Показник	Технологічні вимоги та допуски
1. Строки виконання	Передпосівний обробіток починають, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8-10 см досягає 7-8 °С і проводять одночасно з сівбою
2. Тривалість роботи	Один – два календарних дні на одному полі
3. Глибина розпушеного шару ґрунту в умовах зволоження, мм:	Достатнього 20-30 Нестійкого 30-40 Недостатнього 40-50
4. Розпушеність ґрунту	В обробленому шарі вміст грудочок ґрунту розміром понад 20 мм не повинен перевищувати 10 % загальної маси проби.
5. Вирівняність поверхні ґрунту	Висота гребнів не повинна перевищувати 1,5 см. Слідів коліс чи гусениць тракторів не видно.
6. Підрізання бур'янів	Робочі органи культиватора повинні підрізати не менше 98 % бур'янів.
7. Розрив в часі до сівби	Не більше 3-4 проходів агрегату.

1.4 Сівба

Для сівби слід використовувати насіння районованих сортів і гібридів, яке за своїми посівними якостями відповідає вимогам діючих стандартів і технічних умов. Лабораторна схожість насіння має бути не менше 80%, а одноростковість і вирівняність – 95%. Насіння цукрових буряків готують до сівби на насінних заводах, де його калібрують на фракції 4,5 - 5,5 мм і 3,5 - 4,5 мм, шліфують або дражують і обробляють захисними та стимулюючими речовинами.

Сівбу починають з настанням фізичної спілості ґрунту, коли температура на глибині 5 - 7 см досягає 6-8 °С, ґрунт добре кришиться і містить достатню кількість вологи. Цей період збігається з періодом масової сівби ранніх зернових культур (у квітні).

Сівбу на кожному полі слід проводити за 1-1,5 дня груповим методом, щоб забезпечити можливість наступного механізованого суцільного досходового розпушування та проріджування сходів.

Сіють буряки одночасно з передпосівним обробітком ґрунту, не допускаючи його висихання, пунктирними сівалками ССТ-12А, ССТ-12Б, якими одночасно вносять у рядки мінеральні добрива. Ширина міжрядь 45 см. Сівалки обладнують слідоутворювачами по центру міжряддя між сьомою і восьмою посівними секціями

При застосуванні звичайної технології на забур'янених полях при відсутності гербіцидів або екологічно виправданій відмові від них оптимальна норма висіву становить 18 - 22 насінини на 1 м (5 — 6 кг/га). При дотриманні всіх вимог агротехніки така норма висіву забезпечує одержання 14 - 16 сходів на 1 м рядка і дає змогу поєднати механічне формування густоти посівів з механічним доглядом за ними.

Насіння буряків має невеликий запас поживних речовин і під час проростання виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, тому не витримує глибокого загортання. При достатній вологості ґрунту його загортають на глибину 3 - 3,5 см, а в посушливу весну — на 4 - 5 см у вологий шар ґрунту.

Швидкість руху агрегатів під час сівби 4-5 км/год. Важливо забезпечити прямолінійність рядків. Відхилення від прийнятої ширини міжрядь (45 см) не повинно перевищувати ± 10 мм.

У посушливу погоду при інтенсивному підсиханні поверхні ґрунту посіви буряків доцільно коткувати водоналивними (СКГ-2-1, СКГ-2) або кільчасто-зубчастими (ККН-2,8) котками. Коткування відновлює капілярність у верхньому шарі ґрунту, що прискорює бубнявіння та проростання насіння.

1.5 Догляд за посівами

Догляд за посівами цукрових буряків передбачає суцільне розпушування ґрунту до появи сходів (досходові боронування), перше розпушування ґрунту в міжряддях і зоні рядків (шарування), формування густоти стояння рослин, розпушування в міжряддях з присипанням бур'янів ґрунтом у рядках (у разі потреби — одночасно з підживленням), захист рослин від шкідників та хвороб.

Суцільне уздовж рядків розпушування ґрунту до появи сходів буряків проводять не більш як на 2/3 глибини загортання насіння, на 4 - 5-й день після початку сівби при з'явленні в поверхневому шарі проростків бур'янів у вигляді «білих ниточок». У прохолодну затяжну весну, коли проростання насіння буряків затримується, необхідне одно-, іноді навіть дворазове досходове розпушування. Не можна проводити його, коли проростки буряків досягли висоти 1 см. Якщо боротьба з ґрунтовою кіркою збігається за часом з появою проростків, треба, незалежно від довжини їх, застосовувати ротаційні робочі органи, але при швидкості агрегату не більше 4 км/год. Досходове розпушування уздовж рядків проводять культиваторами УСМК-5,4Б(А), які обладнують ротаційними робочими органами і двобарабанными спіральними роторами без шлейфів. Агрегати рухаються уздовж рядків [правою гусеницею (колесом) по маркерній борозні, утвореній слідоутворювачем, із швидкістю до 9 км/год.

Перше міжрядне шарування виконують після позначення рядків для розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 3-4 см. Ширина захисної зони з обох боків рядка має бути не більше 6-7 см. При цьому мають бути повністю знищені бур'яни в міжряддях, а ґрунт розпушений до стану дрібногрудочкуватого. Кількість засипаних і уражених рослин буряків не повинна перевищувати 10 %. Для шарування застосовують культиватори УСМК-5,4Б(А) та їх аналоги, обладнані захисними дисками й однобічними плоскорізальними лапами із захватом 150 мм, які переміщуються в міжряддях, а також ротаційними батареями, що переміщуються в зонах рядків; Щоб прошарувати посіви з малими (3 - 5 см в один бік рядка) захисними зонами і полегшити умови праці тракториста, на культиваторі встановлюють щільувачі-напрямлячі. Швидкість руху агрегату до 6 км/год. У необроблених рядках і захисних смугах залишаються сходи бур'янів, тому після першого шарування міжрядь потрібно обробити ці смуги упоперек або по діагоналі посіву легкими борінками ЗОР-0,7 або борінками - «гвоздівками». При такому обробітку гинуть сходи бур'янів і проріджуються посіви.

Для знищення бур'янів і ґрунтової кірки частково проріджують сходи вдруге у фазі першої пари справжніх листків при густоті посівів більш як 8 рослин на 1 м рядка. Ушкоджених рослин буряків може бути не більше 20 %, а присипаних ґрунтом — 8 %. Цю операцію виконують культиваторами УСМК-5,4Б(А) з ротаційними робочими органами або райборінками ЗОР-0,7 чи посівними боронами ЗБП-0,6А на тязі гусеничних тракторів. Культиватори рухаються уздовж рядків зі швидкістю до 8 км/год. Виконані своєчасно і якісно, такі обробітки є реальною альтернативою застосуванню гербіцидів.

Для створення сприятливих умов росту росли після формування густоти посівів і знищення сходів бур'янів розпушують ґрунт у міжряддях, одночасно присипаючи бур'яни ґрунтом у зоні рядків. Необхідність розпушувань і присипань, а також глибину ходу робочих органів (від 5 - 6 до

10-12 см) визначають з урахуванням кількості опадів і ступеню забур'яненості посівів. Перше присипання бур'янів у зонах рядків поєднують з розпушуванням ґрунту в міжряддях культиваторами УСМК-5,4Б(А) у фазі 2-3 пар справжніх листків і висоті рослин буряків 5-7 см. Для цього використовують спеціальні підгортачі, які подають розпушений ґрунт у зони рядків для знищення сходів бур'янів.

Удруге бур'яни присипають у зонах рядків буряків, поєднуючи цю операцію з підгортанням рослин і розпушуванням ґрунту в міжряддях, при змиканні рослин буряків у рядках, а втретє — перед змиканням листків у міжряддях.

1.6 Захист від шкідників і хвороб

При вирощуванні буряків слід старанно захищати рослини від шкідників і хвороб, виконуючи увесь комплекс агротехнічних заходів. Хімічні засоби варто застосовувати тільки при загрозі масового з'явлення шкідників і розвитку хвороб. Треба обов'язково враховувати економічну доцільність застосування пестицидів, так званий економічний поріг шкідливості. Може бути так, що затрати на пестициди не окупляться приростом урожаю, що, як показують спостереження, буває дуже часто. Це серйозний аспект у технології вирощування цукрових буряків та інших польових культур. Пестициди досить часто застосовують тільки тому, що це передбачено технологічною картою, а не у зв'язку із загрозою епіфітотій (масові хвороби) або епізоотій (масова поява шкідників).

При прогнозованій масовій появі шкідників, які живуть у ґрунті (бурякова крихітка, дротяники, личинки пластинчастовусих жуків та ін.), потрібно вносити в рядки під час сівби гранульовані інсектициди, кг/га: 10 %-й фурадан (10- 15); 10 %- й каунтер. Останнім часом на насінних заводах насіння цукрових буряків обробляють системними інсектицидами зокрема фураданом 35, який забезпечує внутрішню токсикацію рослин і захищає їх від ґрунтових та наземних шкідників протягом 15 - 30 днів. Проти бурякових довгоносиків, бліх, щитоносок мертвоїда застосовують один з таких

препаратів, кг/га: 16 %-ну мінерально-масляну емульсію, 40 %-й змочуваний порошок базудину (2,5); 50 %-й волатон (2,5), Посіви обробляють у разі потреби, але не частіше як через 7 - 9 днів. Для знищення гусениць совок і лучного метелика плантації обприскують відповідними, рекомендованими в рік обробітку препаратами. Проти гусениць озимої та інших підгризаючих совок розсівають по рядках 10 %-й гранульований базудин (50 кг/га). У період льоту метеликів і масового відкладання яєць на посіви буряків випускають трихограму (50 - 100 тис. самок на 1 га) в три прийоми через кожні 3-5 днів у співвідношенні 50 : 30 : 20 %.

1.7 Особливості процесу збирання цукрових буряків

Збирання цукрових буряків є вирішальним етапом технології їх виробництва. Від правильної і чіткої організації цього процесу, раціонального використання збиральної техніки і транспортних засобів залежить повнота збору врожаю та забезпечення цукрової промисловості доброякісною сировиною.

За формою і організацією розрізняють три способи збирання цукрових буряків: потоковий, перевалочний і потоково-перевалочний.

При поточковому способі коренеплоди і гичку навантажують в транспортні засоби та відвозять на місця складування або переробки. При перевалочному – коренеплоди також завантажують в транспортний засіб і відвозять на край поля, де складаються в кагати. З кагатів вони поступово, по мірі забезпеченості транспортом, відвозяться на цукрові заводи.

Основним способом збирання цукрових буряків є поточковий спосіб, який має ряд переваг:

- зменшення пошкоджень коренів і втрат цукристості;
- зменшення затрат на виконання допоміжних вантажно-транспортних робіт;
- відсутність потреби у завантажувачах;

- звільнення поля для виконання наступних робіт.

Однак при цьому способі потрібна значна кількість транспортних засобів, яка тим більша, чим більша відстань від цукрового заводу. Необхідна також чітка організація збирання і розвантаження коренів на цукрових заводах.

Перевалочний спосіб більш трудомісткий та менш економічний, чим потоковий, але практичне здійснення його спрощується із-за менших вимог до ритмічності виконання збирально-транспортних робіт.

Якщо ж кількість транспортних засобів недостатня для негайного вивезення коренів на цукровий завод, але перевищує потреби перевалочного способу збирання, то застосовують комбінований (потоково-перевалочний) спосіб, який має компромісне поєднання переваг і недоліків обох вище описаних способів. При цьому, збирання, в основному, проводиться поточковим способом, а перевалочний застосовується в перервах між підходом транспорту, який відвозить буряк на цукровий завод.

Вибір раціональної стратегії машинного збирання коренеплодів передбачає рішення цілого ряду агротехнічних та організаційних питань, таких як:

- вибір прогресивної раціональної технології і конструктивних схем засобів механізації;
- стан ґрунту та агрокліматичні умови;
- визначення оптимальних строків збирання та ін.

Одна з основних вимог, яка забезпечує ефективне використання збиральної техніки, є застосування прогресивних технологій вирощування цукрових буряків.

Під технологією розуміється сукупність дій на рослині і середовище їх існування з метою отримання максимальної кількості продукції при мінімальних затратах праці.

В останні роки широке впровадження в сільськогосподарське виробництво країни отримала інтенсивна технологія. Вона представляє собою

комплекс взаємозв'язаних механізованих технологічних прийомів та організаційних методів, які забезпечують отримання високої врожайності при мінімальних затратах. Ефективність її досягається високою культурою землеробства, яка передбачає чітке дотримання агротехнічних прийомів при своєчасному і високоякісному виконанні усіх технологічних процесів в комплексі.

Основними елементами інтенсивної технології є:

- раціональна схема сівби з врахуванням базової колії енергетичного засобу;
- розміщення в сівозміні за кращими попередниками;
- внесення науково обґрунтованих доз органічних і мінеральних добрив з чітко визначеними співвідношеннями поживних речовин;
- удосконалена система основної і передпосівної підготовки ґрунту;
- сівба відкаліброваним (одноростковим) насінням з проростанням не нижче 75...85%;
- комплексна система мір боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами при мінімальному використанні хімічних препаратів за рахунок вибору раціональної сівозміни, використання і застосування біологічних засобів захисту рослин і інших заходів;
- формування густини насаджень культур з великою площею живлення, застосування сівалок точної сівби і механічним проріджуванням посівів;
- своєчасне проведення міжрядкового обробітку з рихленням ґрунту у міжряддях.

За номенклатурою операцій, які виконуються збиральними машинами, розрізняють два варіанти технології машинного збирання:

- пряме комбайнування, при якому обрізка гички і збирання коренеплодів виконуються однією машиною;
- розділене збирання, при якому різні збиральні операції виконуються різними машинами.

В залежності від кількості окремих операцій, які приймають участь у процесі збирання як гички, так коренеплодів, бувають одно-, дво- і трифазні способи збирання цукрових буряків. В розвинутих країнах вирощують цукрові буряки у великих об'ємах і застосовують всі три способи збирання.

При однофазному способі збирання цукрових буряків за один прохід машин проводяться всі операції збирання цукрових буряків. Використовуються як самохідні, так і причіпні машини. Типовими представниками групи причіпних машин є комбайн KR-2 фірми “Kleine” (ФРН), V-202 фірми “Stoll”(ФРН). Найбільш ефективні вони для господарств з площею посівів під буряки 40...50 га. Більш перспективними є шестирядні бункерні самохідні бурякозбиральні комбайни. При їх застосуванні число проходів агрегату полем зменшується, що дозволяє зекономити до 30% палива і знизити ущільнення ґрунту ходовими системами. Самохідні комбайни цього типу в останні роки випускаються практично всіма провідними фірмами: “Moreau”, “Matrot”, “Herriau”(Франція), “Kleine”, “Holmer”, “Stoll”(ФРН) та ін.

Вони мають однотипні технологічні схеми:

- в передній частині перед ведучими колесами послідовно монтуються робочі органи для збирання гички і коренеплодів;
- від викопуючих органів коренеплоди поступають на сепаруючі робочі органи, які розміщені в базі машини, в якості сепараторів використовують пруткові турбіни й пруткові елеватори. Очищені коренеплоди транспортерами подаються в бункер.

На площах 80...150 га більш ефективна валкова технологія збирання, яка може бути дво- або трифазна.

Трифазна технологія забезпечує при першому проході машини зріз та збирання гички, при другому – викопування та вкладання у валок коренеплодів і при третьому – спеціальною машиною (підбирачем) здійснюється підбір валка, його очистка і навантажування в транспорт.

В нових конструкціях, як правило, перша і друга фаза об'єднані в одну, що забезпечує збирання коренеплодів в дві фази. На першій фазі машина у

вигляді гичкозрізувального агрегату в комбінації із коренезбиральним, вкладає коренеплоди у валок, а на другій підбирач навантажує в транспортний засіб.

Для того, що машини працювали двофазним методом, застосовують комбінований агрегат, який чіпляється на трактор на передні навісні системі – гичкозбиральна машина, на задній – напівнавісна коренезбиральна машина. Викопані та складені у валок корені потім підбирає і завантажує в транспортні засоби навантажувач (навісний або самохідний).

Німецькі фірми “Kleine” і “Stoll” випускають такі машини, як KR-6, Multo 6. Для підбору валків коренеплодів фірми випускають підбирачі як з бункером-накопичувачем так і без нього.

Подальший розвиток цієї технології збирання цукрових буряків – за перший прохід – тільки збирання гички, за другий – викопування і навантаження коренеплодів в транспортний засіб. Такий двофазний спосіб знайшов широке розповсюдження в Україні.

Для цього використовують комплекс 6-рядних машин – причіпну гичкозбиральну машину БМ-6А, БМ-Б, начіпний двовалковий очисник ОГД-6 в агрегаті з тракторами ЮМЗ-6АЛ або Т-70С, МТЗ-80 і самохідні коренезбиральні машини КС-6Б, КС-6В, РКМ-6, МКК-6-02 та інші їх модифікації. Відвозять зібрані коренеплоди в тимчасові польові кагати транспортними причепами типу 2-ПТС-4-887Б, ПСЕ-12,5, які агрегують з тракторами типу ЮМЗ, МТЗ. Вантажать коренеплоди з кагатів навантажувачем типу СПС-4.2.

Комбайнове збирання коренеплодів цукрових буряків менш трудомістке і більш економне. Машини для роздільного збирання, як правило, більш прості надійні і мають більшу продуктивність.

Для повного виключення потреби в жорстко зв'язаному технологічному транспорті й подальшого підвищення продуктивності в першій половині 90-х років відбулося нарощування потужності та відповідне збільшення місткості бункера до 15-20 м³. Останніми роками створено надпотужні збиральні

машини, які оснащуються двигунами від 360...420 до 480 к.с. при місткості бункера 30-40 м³.

За короткий термін (10...15 років) в західноєвропейських країнах, в зв'язку з ростом врожайності та розвитком кагатно-польової технології проміжного збирання врожаю, було створено принаймні три сімейства самохідних збиральних машин з поетапним нарощенням місткості бункера від 3,5...7 до 10...18 м³, потім до 20...25 м³, а згодом до 30...40 м³ з відповідним збільшенням потужності двигуна, розмірів очисників і переходом від 2-х до 3-х-вісної системи.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1 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, прямі і приведені витрати [18].

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:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (2.1)$$

де T_{∂} – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{зм}$ – 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

$$K_{зм} = \frac{10,5}{7} = 1,5.$$

Для лущення стерні вибираємо такий склад машинно-тракторного агрегату – трактор Т-150К і лущильник дисковий ЛДГ-10.

Змінну норму виробітку і норму витрати палива на одиницю роботи визначаємо за [18]. Вони відповідно становлять $W_{зм} = 53,5$ га /зм. та $g_{п} = 2,9$ л /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 [18] для трактора Т-150К становить 1,65 у.е.га /год.

Необхідну кількість агрегатів n_a визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p}, \quad (2.2)$$

де Ω – обсяг робіт, га;

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

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – тривалість роботи, днів;

$$n_a = \frac{220}{53,5 \cdot 1,5 \cdot 5} = 0,55 \text{ агрегатів.}$$

Приймаємо 1 агрегат.

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

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}} \quad (2.3)$$

$$D_{\phi} = \frac{220}{1 \cdot 53,5 \cdot 1,5} = 2,74 \text{ дні.}$$

Приймаємо три дні.

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

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (2.4)$$

де $N_{зм}$ – кількість нормозмін.

$$N_{зм} = \frac{220}{53,5} = 4,1 \text{ нормозмін.}$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$n_{м} = m_{м} \cdot n_{а} \cdot K_{зм}, \quad (2.5)$$

де $m_{м}$ – кількість механізаторів, обслуговуючих агрегат.

$$n_{в} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ механізатор.}$$

Кількість палива, необхідного для виконання роботи визначаємо за формулою

$$G_n = \Omega \cdot g_n. \quad (2.6)$$

$$G_n = 220 \cdot 2,9 = 638 \text{ л.}$$

Затрати праці на виконання всього обсягу роботи підраховуємо за формулою:

$$З_n = (n_{м} + n_{д}) \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (2.7)$$

$$З_n = (1 + 0) \cdot 4,1 \cdot 7 = 28,7 \text{ люд. год.}$$

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

$$\Omega_{у} = \lambda \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (2.8)$$

де $\Omega_{у}$ – виробіток агрегату в умовних одиницях, у.е.га.

$$\Omega_{у} = 1,65 \cdot 4,1 \cdot 7 = 47,4 \text{ у.е.га.}$$

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.

2.2 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.

3 ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ МАШИНАМИ

Одним із способів підвищення показників якості роботи збиральних машин є удосконалення технологічного процесу шляхом застосування модернізованого автомата водіння, за рахунок підвищення чутливості та надійності автоматичного відслідковування рядків коренеплодів.

3.1 Класифікація і характеристики систем керування сільськогосподарськими машинами

При реалізації способів гідрофікації машинно-тракторних агрегатів вирішення технічних задач системи керування (СК) здійснюється, насамперед, на базі систем гідроавтоматики (СГА), технічною основою яких є спеціальна розподільча і контрольно-регулююча гідроапаратура в комплексі із засобами традиційного гідравлічного приводу – гідронасосами, гідромоторами, гідроциліндрами та іншим подібним устаткуванням. Найбільш широке застосування знайшли гідромеханічні і електрогідравлічні системи автоматичного керування (ГМ СК і ЕГ СК) робочих органів і технологічних процесів сільськогосподарських машин. На основі даних систем вирішується широкий перелік задач автоматизації сільськогосподарських машин [20].

Однак, конструктивно-технологічний рівень реалізації всього переліку задач, які виконуються засобами гідроавтоматизації, залишається недостатнім.

Необхідність створення СК виникає у тих випадках, коли з'являються великі відхилення від оптимального режиму робочого процесу в результаті інтенсивних, постійно діючих зовнішніх збурень (непрямолінійність рядків рослин, перемінний рельєф поля, нерівномірність технологічного навантаження робочих органів і т.д.). При цьому, як правило, ручне регулювання процесу керування оператором неможливе чи неефективне через надмірні навантаження і обмеження швидкості його реакції на зовнішні

збурення. Слід зазначити, що в межах кожного типу машин, і, особливо, збиральних, на одній машині часто потрібно застосовувати одночасно декілька СК.

Керування розподільною і контрольно-регулюючою гідроапаратурою СК відбувається безпосередньо від механічних датчиків через кінематичні передачі (варіант ГМ СК), або від електромеханічних перетворювачів – електромагнітів, що вмикаються сигналами різних датчиків за допомогою електричних чи електронних підсилювачів-перетворювачів (варіант ЕГ СК).

В електронно-гідравлічній системі функції пристрою порівняння сигналів датчиків на вході і виході, а також датчика регульованої величини як правило поєднуються в керуючому електронному блоці, який одночасно є підсилювачем сигналів.

Параметром регулювання СК, в більшості випадків, є просторове положення робочих органів або їх кінематичні режими [19, 20]. Загальний принцип процесу регулювання СК полягає у зміні цих параметрів, який спрямований на усунення неузгодженості між сигналом датчика, регульованого на виході системи, і керуючого сигналу на вході.

Перетворення сигналу в кожній ланці ГМ СК позиційного регулювання (рис. 3.1) характеризується передатною функцією W [20] з урахуванням, в загальному випадку, його динамічних властивостей. У часткових випадках, для безінерційних ланок, перетворення сигналу характеризується коефіцієнтом підсилення або коефіцієнтом передачі, що характеризує статичну залежність між величинами вихідного і вхідного сигналів.

Регулювання робочого органа 9 за параметром $Y(t)$ проводиться відповідно до вхідного зовнішнього збурення $X(t)$ і дією $X_0(t)$ датчика 1. Результуючий керуючий вплив ε створюється на елементі порівняння 4, що співставляє сигнал прямого зв'язку α_{nc} від датчика, і сигнал зворотного зв'язку α_{oc} від об'єкта регулювання.

Для взаємозв'язку сигналу керування ε з робочим ходом золотника x_z , гідророзподільника 6, може застосовуватися додатковий механізм 5.

Переміщення золотника гідророзподільника приводить до появи втрат q на його виході, що викликає рух y_2 гідродвигуна 7. Передача руху y_{cn} на робочий орган 9 здійснюється через механізм силового приводу 8. Енергія на привод робочого органа надходить від джерела гідравлічного живлення 11. Вона є функцією подачі та тиску насоса:

$$N_{\Gamma} = f(Q_H P_H). \quad (3.1)$$

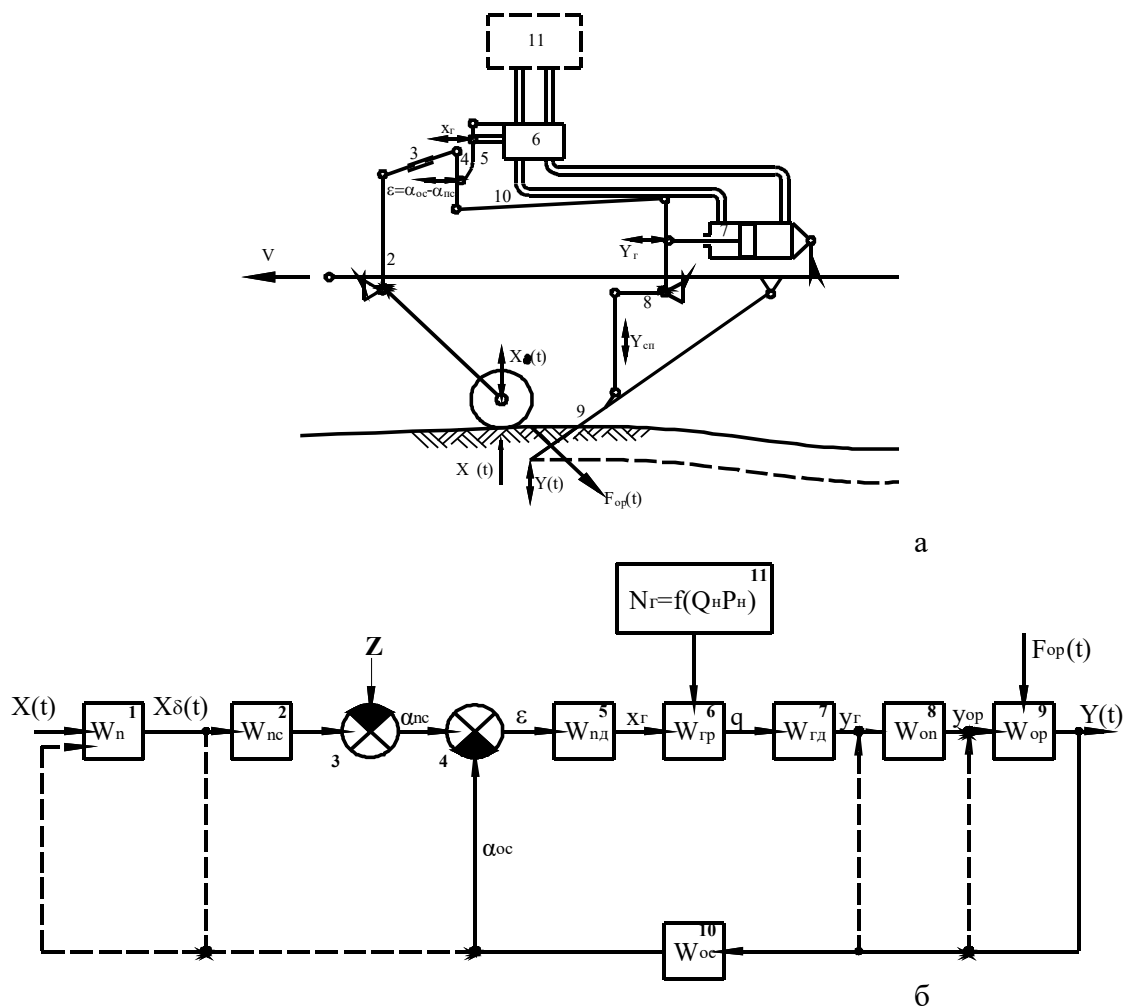


Рисунок 3.1 - Схема типової ГМ СК:

а) – структурна схема; б) – принципова схема

Необхідне вихідне взаємне розміщення датчика і робочого органа задається за допомогою регульованих кінематичних ланок 2 і 10 у ланцюзі прямого або зворотного зв'язку, чи за допомогою впливу Z , прикладеного до елемента налаштування 3. Регульовальна дія даної системи полягає в тому, що

вона приводить у відповідне положення датчик 1 і робочий орган 9, що знаходяться під заданим $X_d(t)$ і збуджуванім $F_{op}(t)$ впливами завжди, коли з'являється керуючий вплив ε . Можливі випадки утворення і проходження сигналу зворотного зв'язку (штрихпунктир рис. 3.1, б), які свідчать про велику кількість варіантів механізмів системи регулювання даного типу.

При відсутності неузгодженості між необхідним і фактичним положенням робочого органа, тобто при ідеальному відслідковуванні $\varepsilon = 0$.

Гідромеханічний автомат водіння коренезбиральної машини призначений для автоматичного спрямовування машини вздовж осі рядків цукрових буряків.

Працює АВ (рис. 3.2) наступним чином.

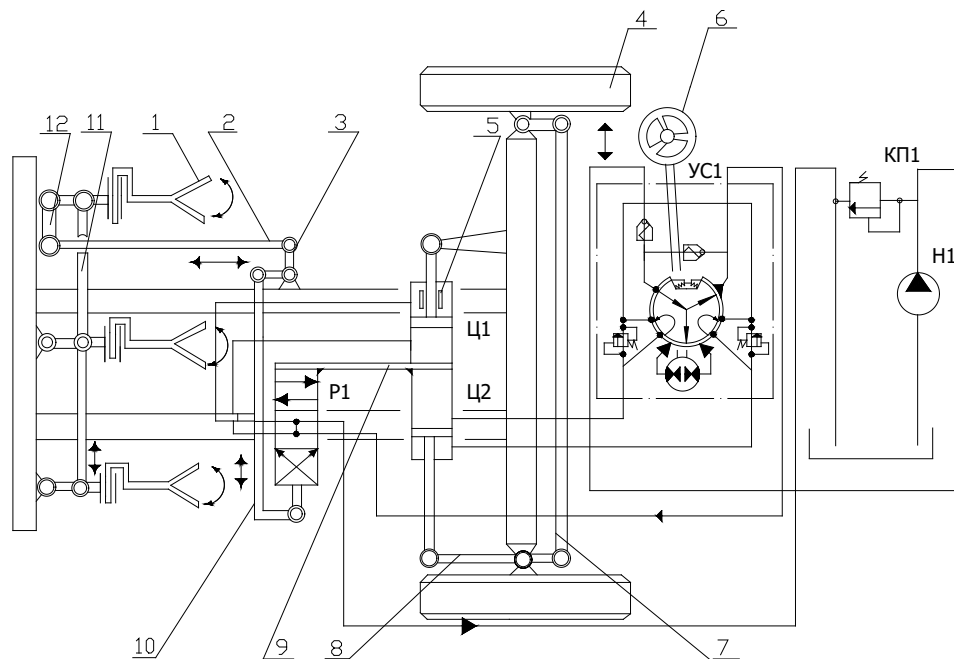


Рисунок 3.2 - Гідравлічна та кінематична схеми автомата водіння коренезбиральної машини КС-6Б: 1 – датчик; 2, 10, 11 – тяги; 3, 7, 8 – важелі; 4 – керовані колеса; 5 – обмежувач; 6 - кермо; 9 – кронштейн; P1 – золотник гідророзподільник; Ц1 – гідроциліндр автомата; Ц2 – гідроциліндр керма; УС1 – помпа-дозатор

При відхиленні машини, наприклад, вправо від осьової лінії рядків

рослин, датчики 1, від дії коренеплодів буряків, повертаються вліво і через важелі 3, 12 і тяги 2, 10, 11 зміщують золотник гідророзподільника *PI* вліво від нейтрального положення. Тоді масло від гідророзподільника надходить у ліву порожнину гідроциліндра *Ц1*. З правої порожнини масло іде на злив. Корпус гідроциліндра зміщується вліво і через гідроциліндр керування *Ц2*, який жорстко сполучений з гідроциліндром *Ц1* та елементи 7, 8 впливають на керовані колеса 4, повертаючи їх уліво. Одночасно з поворотом керованих коліс зміщується корпус гідророзподільника в тому ж напрямку, в якому перемістився корпус гідроциліндра *Ц1*. За рахунок цього, золотник гідророзподільника повертається в нейтральне положення, поворот коліс припиняється.

Аналогічно, АВ працює при відхиленні машини вліво від рядків буряків, забезпечуючи поворот керованих коліс у протилежний бік.

Пропорційність кута повороту керованих коліс до кута повороту датчиків забезпечується механізмами прямого (важелі 3, 12) і зворотного зв'язків (важіль 8, гідроциліндр *Ц2*, кронштейн 9).

При необхідності, можлива одночасна робота АВ і ручного рульового керування бурякозбиральною машиною. У цьому випадку, при повороті рульового колеса 6 вмикається насос-дозатор *УС1*, який направляє масло у відповідну порожнину гідроциліндра *Ц2*. Таким чином, машина керується рульовим колесом без вимикання АВ.

При переводі робочих органів машини в транспортне положення, спеціальний механізм фіксує в середньому положенні золотник гідророзподільника *PI*, відповідно і поршень гідроциліндра *Ц1*. У цьому випадку АВ вмикається, керування машиною здійснюється від керма 6.

Недоліками даного АВ є його значна маса, необхідність застосування трьох копіїв через значні зусилля переміщення золотника-гідророзподільника, а також складність його конструкції, що негативно відбивається на вартості і ремонтпридатності.

Гідромеханічна відслідковуюча СК самохідної коренезбиральної

машини РКС-6 із жорстким зворотним зв'язком (рис. 3.3) призначена для автоматичного напрямлення робочих викопуючих органів машини вздовж осі рядів рослин.

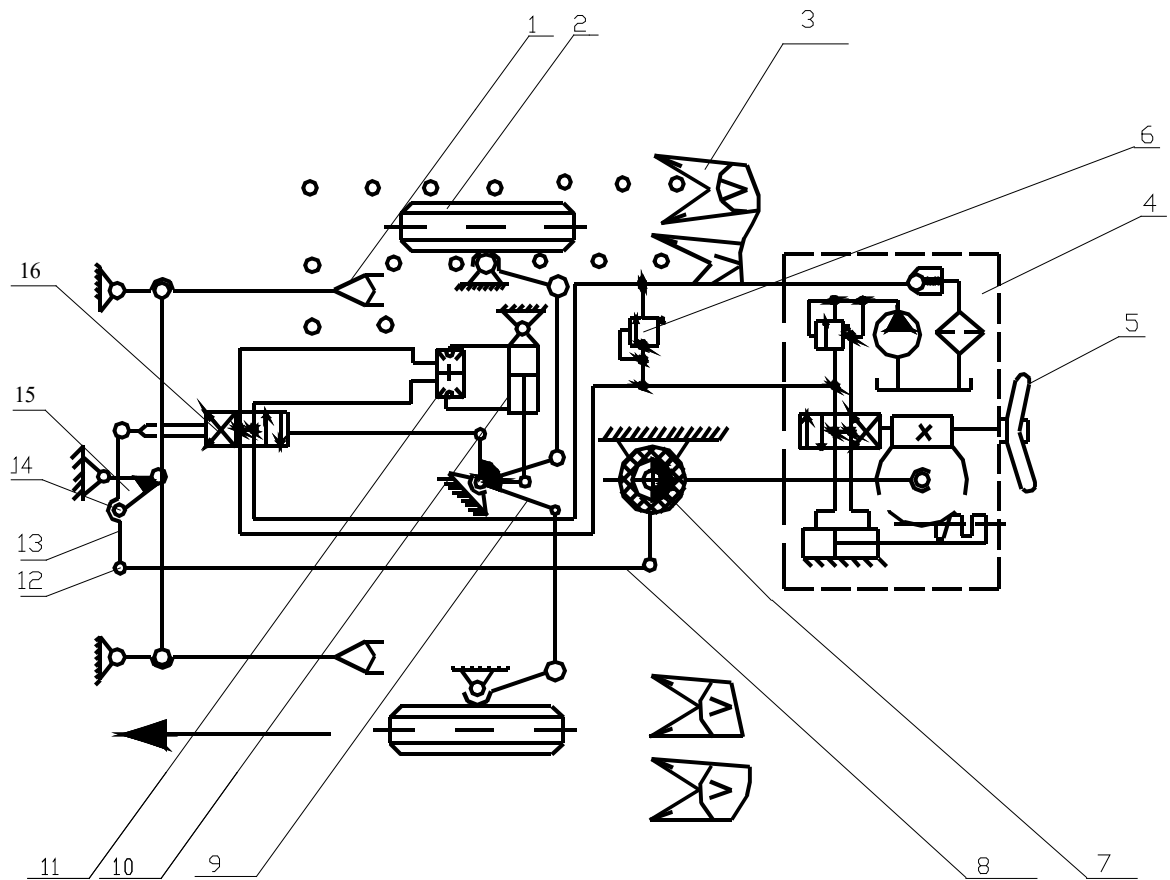


Рисунок 3.3 - Гідравлічна і кінематична схеми СК самохідної коренезбиральної машини РКС-6:

1 – пара копіїв; 2 – керовані колеса; 3 – робочі органи; 4 – гідропідсилювач керма; 5 – керуюче колесо (кермо); 6 – запобіжний клапан; 7 – фрикційних механізм; 8, 9, 13, 15 – важелі; 10 – гідроциліндр; 11 – гідрозамок; 12, 14 – шарніри; 16 – гідророзподільник

Для постійного контакту датчиків з рядками коренеплодів перед початком роботи машини встановлюється необхідна відстань між перами копіїв 1. Якщо оператор (водій) не впливає на кермо 5, то важіль 8, загальмований фрикційним механізмом 7, і зв'язаний з ним шарніром 12 та важелем 13 є нерухомими в поздовжньому напрямку. При відхиленні машини і робочих органів 3, від траєкторії рядків коренеплодів, датчики повертаються

у відповідний бік. Зв'язаний з ними важіль 15 повертає важіль 13 відносно шарніра 12, який переміщає золотник гідророзподільника 16, при цьому масло подається через гідрозамок 6 у відповідну порожнину гідроциліндра 10, керовані колеса 2 і траєкторія руху машини корегується.

Шток гідроциліндра, через важіль 9, зв'язаний з корпусом гідророзподільника. У такий спосіб здійснюється зворотній зв'язок. Одночасно з поворотом керованих коліс відбувається переміщення корпуса гідророзподільника доти, поки він не займе нейтральне положення, після чого поворот керованих коліс припиняється.

При необхідності, корегування траєкторії руху забезпечується ручним керуванням. При повороті кермового колеса (керма), за рахунок гідропідсилювача керма 4, відбувається поворот важеля 8, тому що гальмівний момент фрикційного механізму легко долається гідропідсилювачем.

При цьому копії не втрачають зв'язку з ґрунтом, тому важіль 13 починає повертатися відносно шарніра 14. Далі відпрацьовування сигналу аналогічне автоматичному режиму.

Недоліками даної системи є: складність конструкції і регулювання; велика кількість кінематичних зв'язків; сумарні зазори (люфти) в шарнірах, які погіршують точність водіння машини.

Гідромеханічна відслідковуюча СК самохідної бурякозбиральної машини МБС–6 із жорстким зворотнім зв'язком (рис. 3.4) призначена для автоматичного направлення гичкозрізуючих робочих органів вздовж осі коренеплодів.

Працює система наступним чином. При відсутності впливу на кермове колесо 1, потік робочої рідини, від насоса 3 через гідропідсилювач керма 2, подається до гідророзподільника 7. При цьому тиск (0,6-0,8 МПа), створений на дроселі 8, забезпечує поршнем гідроциліндра 9 надійну фіксацію внутрішнього стержня 15 відносно зовнішньої частини 10 тяги зворотного зв'язку 11, тобто жорсткий механічний зв'язок важеля 16 керуючого колеса 17 і корпуса гідророзподільника.

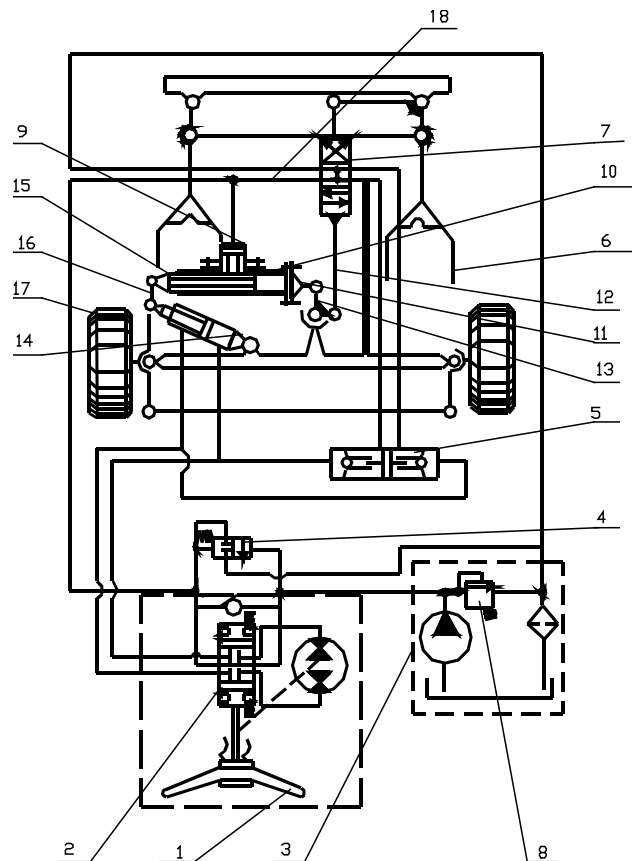


Рисунок 3.4 - Гідравлічна і кінематична схема СК самохідної
гічкозбиральної машини МБС-6:

1 – кермо; 2 – гідропідсилювач керма; 3 – насос; 4 – двопозиційний клапан; 5 – гідрозамок; 6 – копії; 7 – гідророзподільник; 8 – дросель; 9 – поршень гідроциліндра; 10, 15 – стержні; 11, 12 – тяги; 13, 16 – важелі; 14 – гідроциліндр; 17 - керовані колеса

При наявності вхідного сигналу, від копіїв 6, золотник гідророзподільника зміщується, подаючи робочу рідину через гідрозамок 5 в одну з порожнин гідроциліндра 14. Кут повороту керованих коліс пропорційний зсуву копіїв за рахунок жорсткого зворотного зв'язку через важелі 13 і 16, тяги 11 і 12.

Пріоритет має ручне керування за рахунок двопозиційного клапана 4. Робота гідропідсилювача викликає зміну тисків (більше 0,7-0,9 Мпа) в торцевих порожнинах клапана, що приводить до його перемикання в позицію "вільний прохід". При цьому в магістралі 18 тиск падає до нуля,

розфіксується тяга зворотного зв'язку 11, що забезпечує вільне взаємне переміщення частин 10 і 15. Після припинення впливу на кермо режим автоводіння відновлюється автоматично.

Система керування робочих органів причіпної гичкозбиральної машини БМ-6Б призначена для автоматичного спрямування гичкозрізуючих робочих органів машини по осі рядків цукрових буряків. СК являє собою гідромеханічну відслідковуючу систему із жорстким зворотним зв'язком (рис. 3.5).

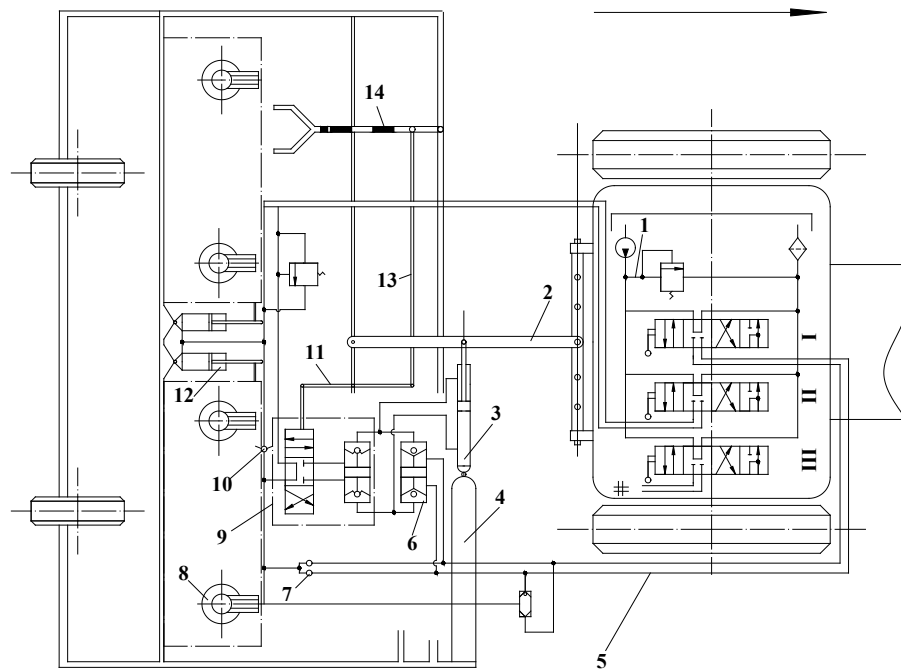


Рисунок 3.5 - Гідравлічна і кінематична схема СК причіпної гичкозбиральної машини:

1 – ручний керуючий золотник; 2 – сниця; 3 – гідроциліндр; 4 – рама; 5 – трубопровід; 6 – гідрозамок; 9 – гідророзподільник; 11 – важіль; 13 – тяга

Працює пристрій таким чином. Через секцію II гідророзподільника, роздільно-агрегатної системи 1 трактора, робоча рідина надходить до гідророзподільника 9. При зсуві копирів 14 за допомогою тяги 13 і важеля 11 відбувається зсув золотника гідророзподільника. Масло надходить в одну з порожнин гідроциліндра 3, який повертає у горизонтальній площині основну раму 4 з гичкорізами 8 відносно сниці 2 на величину, яка пропорційна зсуву

копіїв. Корпус гідророзподільника закріплений на рамі і це забезпечує зворотній зв'язок. Поворот рами здійснюється доти, поки золотник гідророзподільника не займе нейтральне положення.

При необхідності ручного корегування, золотник секції I, гідророзподільника трактора, встановлюється в необхідне положення і робоча рідина через гідрозамок 6 надходить у відповідну порожнину гідроциліндра 3, що здійснює поворот рами машини. При цьому золотник секції II, гідророзподільника трактора, повинен бути встановлений у нейтральне положення.

Недоліком такої системи є використання гідросистеми трактора, робоча рідина якої є, як правило, недостатньо чистою, що приводить до порушення робочого процесу.

Проріджувач ПСА-2,7 призначений для механізованого формування густоти насадження цукрових буряків з одночасним розпушуванням ґрунту в зоні рядків між рослинами. Він являє собою шестирядну машину з гідравлічним приводом робочих органів і електронною системою керування [11].

Під час руху агрегату вздовж сходів рядків цукрових буряків, датчик (щуп) дотикається до першої рослини (рис. 3.6), при цьому на вхід електронного блоку БУ надходить сигнал. З виходу електронного блоку підсилений сигнал передається на електромагніт розподільника гідромотора. Завдяки цьому масло з напірної магістралі гідросистеми надходить в один з циліндрів гідромотора, що приводить до повороту його вала з одного крайнього положення в інше. Ножі, які закріплені на валу гідромотора, роблять рух впоперек рядків, вирізаючи рослини, які розташовані попереду і позаду рослин.

При дотику датчика до наступної рослини, після заданого інтервалу, відбувається така ж серія електричних і гідравлічних імпульсів, які надходять до другого поршня гідромотора, повертаючи перший у початкове положення. При цьому ножі роблять рух впоперек рядка у зворотному напрямку.

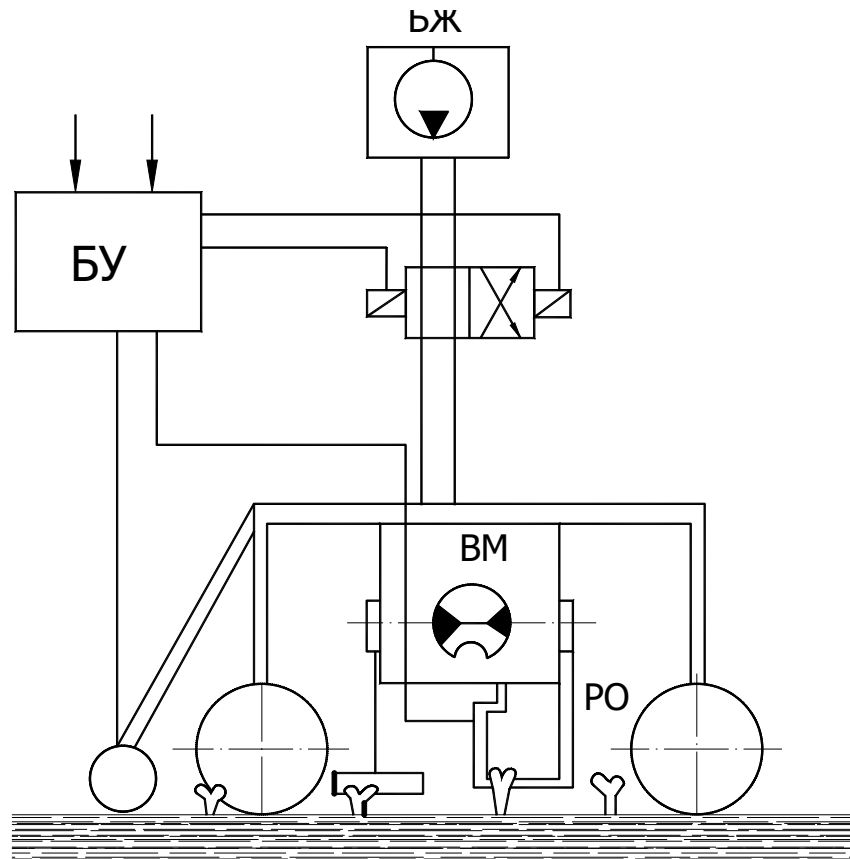


Рисунок 3.6 - Кінематична схема проріджувача ПСА-2,7:

БЖ – блок гідравлічного живлення; БУ – блок управління;

ВМ – виконавчий механізм; РО – робочий орган

Крок між залишеними рослинами і величина букета задаються до початку проріджування. Після завершення робочого циклу ножі залишаються нерухомими збоку від рядка над ґрунтом до появи чергового сигналу.

Масло з резервуара 1 (рис. 3.7) через фільтр 2 надходить у шестеренний насос 3. За насосом розташований запобіжний клапан 14 і клапан розвантаження 13, які з'єднані зі зливною магістраллю 12. Від насоса робоча рідина надходить у напірну магістраль 4 і через дросельні клапани 6 – у попарно з'єднані гідромотори 11.

Керування гідромоторами здійснюють електрогідорозподільники 7. Робочий тиск у напірній магістралі регулюється в межах 8-10 МПа. Запобіжний клапан відрегульований на тиск спрацьовування 13 МПа.

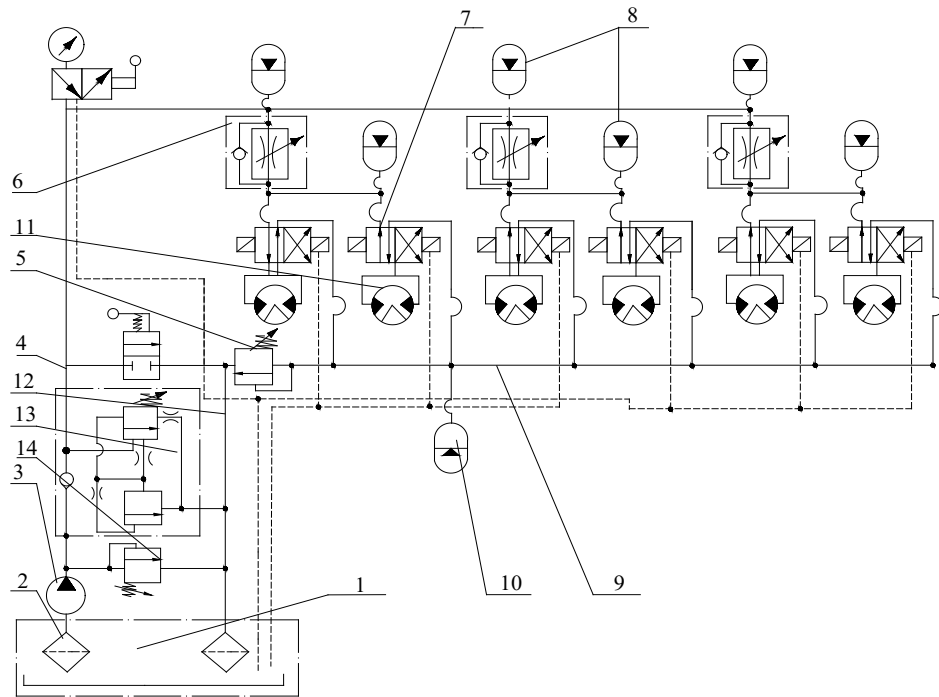


Рисунок 3.7 - Гідравлічна схема проріджувача ПСА 2,7:

1 – резервуар; 2 – фільтр; 3 – шестеренний насос; 4 – напірна магістраль; 5 – підпірний клапан; 6 – дросельний клапан; 7 – електрогідорозподільник; 8 – гідропневмоакумулятор високого тиску; 9 – підпірна магістраль; 10 – гідропневмоакумулятор низького тиску; 11 – гідромотори; 12 – зливна магістраль; 13 – клапан розвантаження; 14 – запобіжний клапан

Коли тиск у напірній магістралі, сягає верхньої межі налаштування, (наприклад, 10 МПа), спрацьовує клапан розвантаження 13 і рідина від насоса надходить у зливну магістраль 12. Тиск у напірній магістралі підтримується гідропневмоакумуляторами високого тиску 8.

У процесі роботи гідромоторів через втрату рідини тиск у напірній магістралі зменшується. При досягненні тиску 8,0-8,5 МПа запирається клапан розвантаження і тиск у напірній магістралі збільшується до верхньої межі (10 МПа). З гідромоторів рідина надходить у підпірну магістраль 9 і через підпірний клапан 5 - у зливну магістраль 12, потім через фільтр надходить у резервуар.

У підпірній магістралі тиск створюється клапаном 5 і стабілізується

гідропневмоакумуляторами низького тиску 10.

Гідромотор - поршневий, який включає дві поршневі групи: кривошипно-шатунний механізм і розміщений у верхній частині електрогідорозподільник.

Недоліками такої системи є складність власної гідросистеми.

3.2 Аналіз результатів досліджень систем керування сільськогосподарськими агрегатами

На сучасному етапі розвитку систем керування мобільними сільськогосподарськими агрегатами важливо вивчити основні параметри, які визначають технологічні процеси і характеристики керування. При створенні схеми будь-якої машини з СК першочерговим питанням є вибір характеризуючого параметра технологічного процесу.

При автоматизації сільськогосподарського виробництва, в якому здійснюється зв'язок між живим організмом та машиною, надзвичайно важко знайти необхідні залежності між ними. Різноманітність умов, котрі «диктує» живий організм техніці, зумовлює створення необхідної системи машин. При цьому найбільша ефективність сільськогосподарських машин досягається тоді, коли проектують та виробляють не одну машину для певної операції, а комплекс машин для механізації всього технологічного процесу. Таке проектування дозволяє досягнути максимальної ефективності, не тільки машин що входять в даний комплекс, а й системи в цілому.

Відомі роботи щодо автоматично корегування напрямку руху зернозбиральних машин. Перша схема була розроблена для начіпного зернокомбайна КРН-2 на шасі СШ-45. Вона була виконана у вигляді електрогідравлічної системи на базі нелінійної контактної схеми з електричним зворотнім зв'язком і щупом у вигляді легкого пера. Проведені випробування схем контактної трьохпозиційної нелінійної СК з пропорційним зворотнім зв'язком, що здійснювався при допомозі створеного логометра.

Регулювання глибини оранки, що здійснюється опорними колесами, не

завжди відповідає вимогам агротехніки, що особливо помітно при роботі на полях з нерівним мікрорельєфом. На нерівномірність глибини впливає також зміна густини ґрунту, внаслідок чого колеса заглиблюються на різну глибину.

Покращення якості підтримання постійної глибини досягається непрямым висотним регулюванням. Для перевірки цього способу були проведені дослідження слідкуючих систем для автоматичного регулювання глибини ходу робочих органів начіпних ґрунтообробних машин. Функції чутливого елемента виконував пристрій у вигляді котків і полозків, а виконавчого механізму – силовий циліндр гідравлічного механізму трактора з трьохкорпусним плугом. Ці дослідження показали, що при використанні слідкуючих систем для автоматичного регулювання глибини обробки ґрунту можна достатньо точно копіювати рельєф поля. В процесі випробувань було також виявлено, що суттєвої різниці в роботі між полозками і опорними котками немає. Однак вибором довжини полозка легше фільтрувати збурення на вході системи.

При розробці теорії автоматизованих сільськогосподарських процесів у першу чергу необхідно класифікувати їх. Це дозволить правильно підійти до визначення типажу елементів і систем автоматики.

Аналізуючи технологічні передумови автоматизації процесів у рільництві, Ф. Т. Гончаренко і Э. А. Сидоршин виділяють три основні технології - обробку ґрунту; розподіл матеріалів; збирання і первинну обробку продуктів і матеріалів.

За характером взаємозв'язків технологічного і транспортного рухів визначають тривалість процесу і з'ясовують (з урахуванням класів машин, агрегатного стану продукту і типів процесів), як ці рухи впливають на продуктивність і конструкцію поточкових ліній.

Приступаючи до автоматизації будь-якого процесу, спеціаліст-автоматчик цікавиться в першу чергу параметрами, що характеризують автоматизуючу операцію, і ступінь зв'язаності процесу. Кожний технологічний процес характеризується сукупністю функціональних зв'язків,

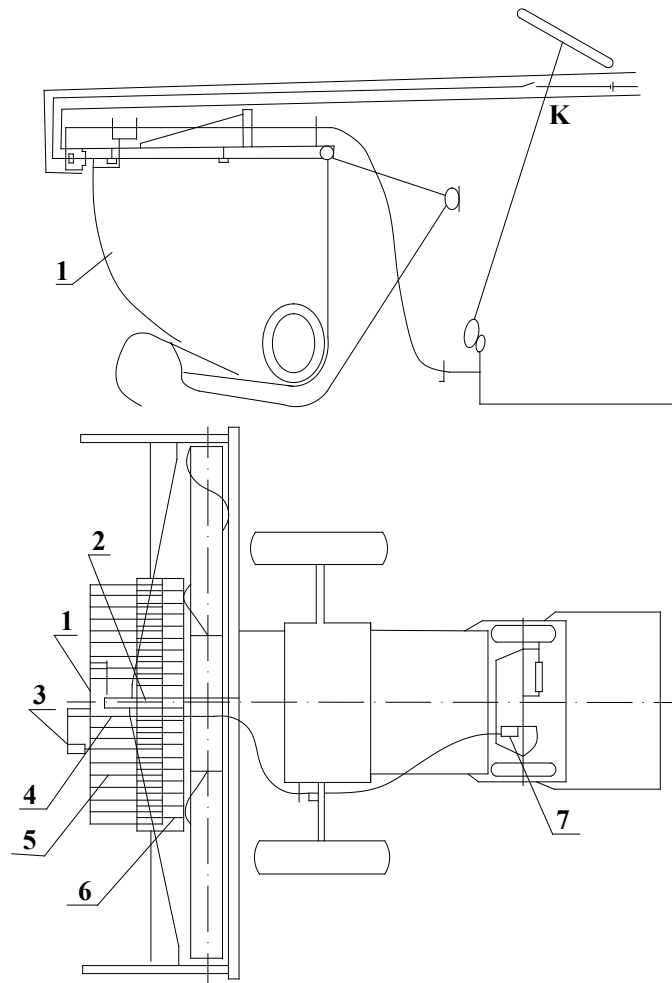


Рисунок 3.8 - Балансирний чуттєвий елемент системи ВІМ для водіння комбайна на підборі валків:

- 1 - чуттєвий елемент; 2 - вісь обертання балансира; 3 – контактний пристрій; 4 - пружина; 5 - контактні елементи; 6-підбирач;
7 - виконавчий механізм

Для визначення дійсного положення трактора використовували положення коліс або гусениць і гіроскопа, що знижує якість цієї схеми. Крім того, схема виявляється дуже складною і її автор визнає її обмежені можливості.

Інститутом сільськогосподарської механізації Болонського університету (Італія) був створений зразок трактора "БОПС-1990" із програмним керуванням [13].

В Голандії широко рекламували самохідний автоматичний балансерний

плуг “Агроробот”, який оснащений дизельним двигуном встановленим на рамі з двома ведучими колесами, двома копірувальними пристроями і гідростатичною трансмісією, за рахунок асиметричної роботи якої досягається програмний поворот плуга на поворотній полосі.

Регулювання СК здійснює колесо-щуп в попередньо нарізаній борозді. При цьому мікроперемикач вмикає соленоїдний клапан, що регулює подачу масла до гідростатичної трансмісії і змінює напрям його потоку направляючи агрегат вздовж борозди до кінця гону.

Результати робіт останніх років дозволили встановити, що найбільш реальним для втілення в районах з більшими і рівними земельними масивами будуть системами автоматичного напрямку руху з механічними копірувальними пристроями, а в районах інтенсивного землеробства можливе застосування індукційних систем.

Досліджені прилади для напрямку руху робочих органів причіпного кукурудзозбирального комбайна, комбайна СКЕМ-3Г створені в УНДІМЕСГ. Система представляє собою типову схему, що складається з чуттєвого пристрою - механічних щупів, що копіюють рядки рослин, гідророзподільника, що підсилює сигнали датчика і виконавчого пристрою. Форму датчика і відстань між ним і ріжучим апаратом кукурудзозбирального комбайна вибирали на підставі наступних умов:

- повна компенсація прямого часу запізнювання;
- досягнення необхідного передаточного числа (коефіцієнта підсилення);
- чутливість датчиків в міжряддях при будь-якій траєкторії.

Виходячи з цього, винос щупа вперед щодо ріжучого апарата комбайна, визначається за рівнянням [20]:

$$l = V_k \left(\frac{x}{V_{p.a}} + \tau_n \right); \quad (3.3)$$

де l - відстань від точки зустрічі щупа зі стеблом рослини до ріжучого апарата комбайна;

V_k - поступальна швидкість комбайна;

x - відстань від точки зустрічі щупа зі стеблом рослини до русла комбайна;

V_{pa} - швидкість переміщення ріжучого апарата, у поперечному напрямку;

τ_n - час прямого запізнювання системи.

В результаті виробничих досліджень системи автоматичного спрямування робочих органів комбайна СКЕМ-3Г, встановлено, що він дозволяє не тільки звільнити людину від напруженої праці в несприятливих умовах (пил, вібрація), але і виконує цю роботу більш якісно.

Так, при ручному керуванні втрати складають близько 4%, а при автоматичному - лише 1,1% [20].

А.Б. Свірщевським і С.П. Гельфенбейном проведені дослідження СК орного агрегату. Рівняння його руху має наступний вигляд.

$$(ap + 1)p^2 Y = k_1 \delta . \quad (3.4)$$

Рівняння об'єкта руху реалізується інерційною ланкою з двома інтегруючими ланками (a - коефіцієнт, що залежить від моменту інерції трактора, ґрунтових і інших умов, k_1 - коефіцієнт потужності трактора, Y - вихідна величина).

На першому етапі дослідження був виконаний аналіз стійкості і якості СК і з'ясовано вплив окремих елементів на ці показники. На другому етапі досліджували методи корекції, щоб стабілізувати трипозиційну СК.

З цією метою для системи що моделювалася були обрані найкращі параметри, виходячи з результатів міжвідомчих випробувань. Моделювання проводили на аналогових машинах МНБ-1 і МН-7, що працювали спільно.

Дослідження моделі СК при русі агрегату зі швидкістю 1 м/сек показало добрі динамічні якості системи. Однак збільшення швидкості до 2 м/сек привело до автоколивань з амплітудою близько 20 см. Щоб зменшити автоколивання, без погіршення динамічних показників елементів, провели різні способи введення похідних у закон регулювання й охоплення окремих ланок негативними зворотними зв'язками.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТА ВОДІННЯ ЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

З метою надійності копіювання рядків буряків шляхом забезпечення контакту полозків копір-водія безпосередньо з головками коренеплодів, які виступають над поверхнею ґрунту, розроблено пристрій для автоматичного управління сільськогосподарською машиною [17] по рядкам буряків, який складається з копір-водія, виконаного у вигляді щупа 1 (рис. 4.1) з плозком 2 з криволінійною передньою частиною 3 і підпружиненої паралелограмної підвіски 4 для переміщення щупа в поздовжньо-вертикальній площині і шарнірної паралелограмної підвіски 5 для переміщення в поперечно-горизонтальній площині, яка має поздовжні тяги 6 і 7. Тяга 7 являється загальною для цих двох паралелограмних підвісок 4 і 5. До горизонтальної поперечини 8 щупа 1 кріпляться кронштейни шарнірів 9 і 10 паралелограмних підвісок 4 і 5 і криволінійна передня частина 3 полозка 2, жорстко закріплена з повзуном 11, який фіксується на поперечині 8 стопором 12 в потрібному положенні. До полозка 2 кріпляться шарнірні копіювальні елементи 13, які створюють єдину поверхню, яка контактує з головками коренеплодів. Над шарнірними копіювальними елементами 13 розташовані притискачі 14, які виготовлені з пружинної сталі. Передні кінці притискачів 14 жорстко закріплені з верхніми кінцями щупів 1, а задні вільні і розташовані над шарнірними елементами 13. Паралелограмні підвіски 4 і 5 шарнірно з'єднані з рамою 15 машини.

Пристрій для автоматичного управління сільськогосподарською машиною по рядкам буряків працює наступним чином.

Під час роботи щупи 1, завдяки наявності паралелограмної підвіски 4, переміщаються паралельно в вертикальній площині, а в зв'язку з наявністю паралелограмної підвіски 5 – паралельно в горизонтальній площині, контактуючи з головками коренеплодів, які виступають над поверхнею ґрунту.

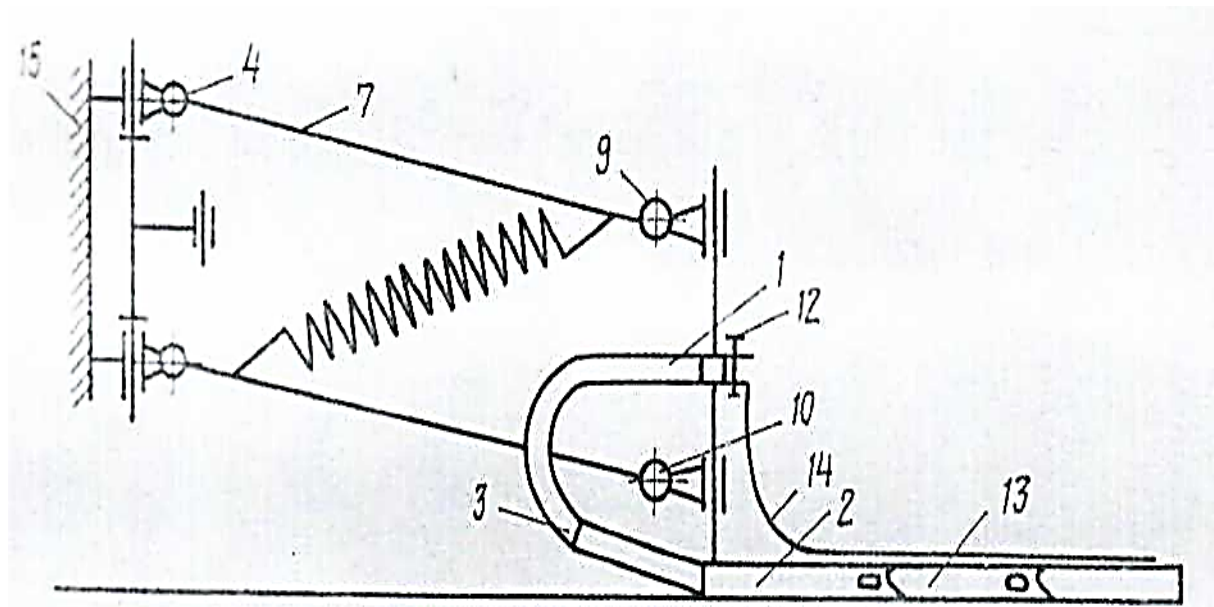


Рисунок 4.1 - Копір-водій для автоматичного водіння, вид збоку [17]

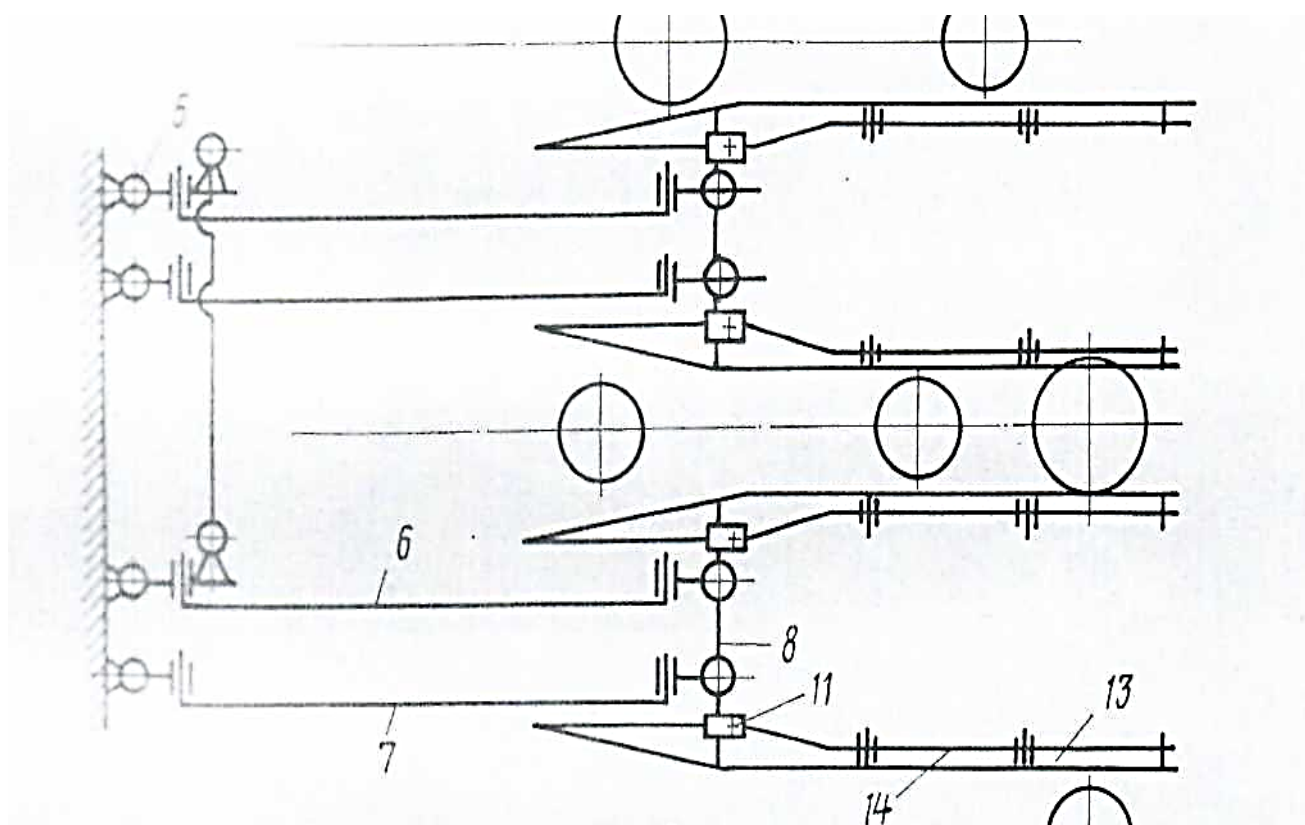


Рисунок 4.2 - Копір-водій для автоматичного водіння, вид зверху [17]

При цьому залишки гички і інші рослинні залишки проходять під щупами 1 завдяки їх криволінійній поверхні передньої частини. Збільшена

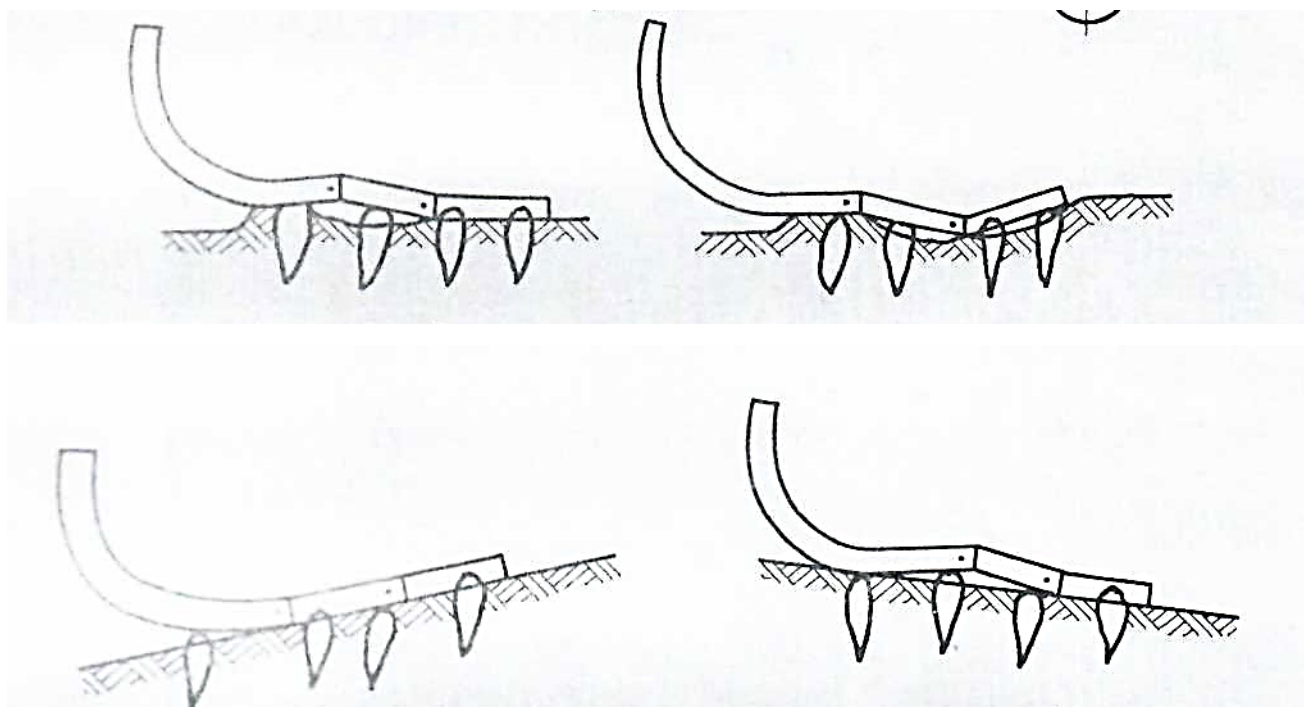


Рисунок 4.3 – Копіювання рядків коренеплодів при попаданні щупа на різні поверхні макрорельєфу

довжина контактних ділянок щупа за рахунок шарнірних контактуючих елементів 13 забезпечує постійний контакт з головками коренеплодів при копіюванні рельєфу поля завдяки притискачу 14, який притискає копіювальні елементи 13 до ґрунту.

При різній урожайності коренеплодів оптимальна відстань між полозками 2 забезпечується поперечним переміщенням повзунів 11 вздовж поперечини 8 з послідуною фіксацією стопорами 12.

Застосування пристрою з шарнірними копіювальними елементами і притискачами забезпечує підвищення надійності копіювання рядків буряків.

5 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

5.1 Основні вимоги і організація збиральних робіт

Машини коренезбиральні самохідні призначено для збирання коренеплодів, із яких попередньо зрізано гичку, з одночасним навантаженням їх у транспортний засіб.

Машини коренезбиральні самохідні обов'язково оснащують автоматичною системою керування напрямком їх руху по міжряддях, системою автоматичного контролю за виконанням технологічного процесу, за обліком часу роботи та зібраної площі, за іншою інформацією з можливістю її перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість машин має бути не меншою 6,0 км/год, транспортна - близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу - не менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу - не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу - не менше 0,75. Коренезбиральні машини 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 не більше 15,0 кг/га. Напрацювання на відмову повинно бути не менше 50 год основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом - не менше 0,95. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов - не більше 0,06 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО - не більше 0,30 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО - не більше 0,06 люд·год/год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції - не більше 3300 кг/м $\pm$ 3%. Питома матеріаломісткість - не більше 8000 кг/га/год $\pm$ 3%. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки -

не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт - не менше 300 мм. Коренезбиральні машини повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93 та ГОСТ 12.2.019–76, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці мають становити не більше 0,80 люд·год/га за річного завантаження 160 годин. Термін експлуатації машин - 8 років. У машин повинен бути бункер, щоб можна було продовжувати збирання коренеплодів під час заміни транспортних засобів, вона має піддаватися переобладнанню для збирання маточних коренеплодів, у ній повинні просто замінятися робочі органи, проводитись ТО та ремонт.

За двофазного збирання, крім гичкозбиральної та бурякозбиральної машин, може додатково використовуватися третя окрема машина — доочищувач головок коренеплодів для додаткового інтенсивнішого очищення головок коренеплодів від решток гички та видалення рослинних решток із зони рядків або з усієї зони проходження гичкозбиральної машини до збирання коренеплодів коренезбиральною машиною. Доочищувачі головок коренеплодів повинні відповідати таким вимогам.

Робоча швидкість доочищувачів має бути не менше 6,0 км/год, транспортна - близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу - не менше 1,62 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу - не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу - не менше 0,80. Маса гички з коренеплодами, що залишилися після доочищення, не повинна перевищувати 0,5%. Ступінь доочищення коренеплодів - не менше 30%. Кількість вибитих із рядків коренеплодів - не більше 0,1%. Питома витрата палива - не більше 8,0 кг/га. Напрацювання на відмову - не менше 60 год основного часу. Коефіцієнт готовності за оперативним часом - не менше 0,98. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов — не більше 0,04 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО - не більше 0,20 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО - не більше 0,04 люд·год/год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної операції - не більше 300 кг/м. Питома матеріаломісткість - не більше 620 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. Очищувачі головок коренеплодів повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93, щоб їх міг обслуговувати один тракторист. Витрати праці не повинні перевищувати 0,77 люд·год/га за річного завантаження 160 год. Термін експлуатації машин - 8 років. Доочищувачі повинні обладнуватись автоматичною системою навішування на енергетичний засіб.

При перевалочному і поточно-перевалочному способі збирання в господарстві цукрові коренеплоди укладають в тимчасові кагати. Для підбирання коренеплодів із польових валків і буртів, для їх доочищення й навантаження в транспортні засоби використовують буряконавантажувачі, які повинні забезпечувати таку якість роботи.

Буряконавантажувачі оснащено автоматичною системою контролю за виконанням та керуванням технологічним процесом робочими органами, за обліком часу роботи та за іншою інформацією з її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість буряконавантажувачів має бути 0,05–0,74 км/год, транспортна - близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу - не менше 200 т. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу - не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу - не менше 0,75. Буряконавантажувачі повинні забезпечувати 99,5% підбору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 5,0%, у тому числі рослинних решток - не більше 0,10%. Ступінь доочищення коренеплодів має бути не менша 35%. Пошкоджених коренеплодів може бути не більше 5,0%, у тому числі сильно пошкоджених - не більше 2,0%. Питомі витрати палива повинні становити не більше 0,090 кг/т. Напрацювання на відмову має бути не менше 60 годин основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом - не менше 0,96. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов - не більше 0,06 люд·год/год. Середньозмінний оперативний час ТО - не більше 0,25 години. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО - не більше 0,06 люд·год/год. Питома матеріаломісткість - не більше 60 кг/т/год.

Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки - не більше 0,10 люд.год. Дорожній просвіт - не менше 300 мм. Буряконавантажувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93, ГОСТ 12.2.019, їх має обслуговувати один тракторист. Витрати праці повинні становити не більше 0,01 люд.год/т за річного завантаження 160 годин. Термін експлуатації машин - 8 років. У буряконавантажувачів мають бути: проста заміна робочих органів, проведення ТО та ремонту.

В Україні монополюють використовують самохідні очищувачі-навантажувачі СПС-4,2А виробництва КВП “ДКЗ”.

Якість виконання технологічного процесу машинами для збирання цукрових буряків великою мірою залежить від стану полів, на яких їх вирощують, та погодно-кліматичних умов на час збирання. Машини для збирання цукрових буряків повинні забезпечувати приведені техніко-технологічні вимоги до якості виконання технологічного процесу на полях, які мають бути такими.

Поздовжній схил поверхні поля - не більше 8 градусів, а схил упоперек рядків - не більше 2 градусів. Максимальна вологість ґрунту на час збирання в горизонті 0–10 см на важких ґрунтах може бути близько 27%, на середніх - близько 23, а на легких - близько 20%. Твердість ґрунту - близько 2,0 МПа. Ширина основних міжрядь - 45 ± 3 см, стикових - 44–49 см. Біологічна урожайність гички - не менше 25 т/га, висота гички - 25–100 см. Стан гички - конус-розетка. Біологічна урожайність коренеплодів - 20–70 т/га. Діаметр коренеплодів - 5–18 см. Висота головок коренеплодів щодо поверхні ґрунту - від -4 до +8 см. Мінімальна відстань між краями коренеплодів у суміжних рядках - 16 см. Маса бур'янів на 1 м² - близько 0,05 кг. Кількість коренеплодів на 1 м рядка - 3–6 шт. Допустиме відхилення осі коренеплодів від теоретичної лінії рядка на довжині 10 м - не більше 10 см. Маса розкиданої гички на 1 м² - до 0,1 кг. Кількість необрізаної гички на коренеплодах після її зрізання - не більше 2,07%. Для підбирачів-навантажувачів - кількість коренеплодів на 1 м довжини валка - 20–40 шт., ширина валка - до 1,0 м. Для буряконавантажувачів

- ширина валка не більше 4,0 м, висота - не більше 2,0 метрів, у купі зібраних коренеплодів має бути не менше 85%, домішок - не більше 15%, у тому числі рослинних решток - не більше 1,0%.

5.2 Розрахунок технологічних показників роботи удосконаленої машини

При розрахунках за вихідні дані приймаємо:

- площа посівів цукрового буряку – $F = 300$ га;
- довжина гонів поля - $L = 2000$ м;
- урожайність коренеплодів – $Q_k = 350$ ц/га;
- урожайність гички – $Q_r = 150$ ц/га;
- середній кут нахилу поля - $\alpha = 2^\circ$;
- ширина міжрядь - $a = 450$ мм;
- відстань перевезення коренеплодів на приймальний пункт цукрового заводу – $l_{тр} = 3$ км;
- цукровий буряк посіяний сівалкою ССТ-12Б з шириною захвату $B_c = 5,4$ м.

За існуючою методикою [16] визначаємо, що радіус повороту агрегату становить $R = 4,1$ м. Ширину поворотної смуги визначаємо за рівнянням:

$$E = 3R + e, \quad (5.1)$$

де e – довжина виїзду агрегату з рядків – відстань, на яку необхідно вивести агрегат від контрольної лінії на поворотній смузі до початку повороту, щоб запобігти пошкодженню і втратам коренеплодів.

$$E = 3 \cdot 4,1 + 4,0 = 16,3 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги збирального агрегату повинна бути узгоджена з шириною поворотної смуги посівного агрегату. Для посівного агрегату (Т-70С + ССТ-12Б) ширина поворотної смуги визначається аналогічно і перевіряється умовою:

$$E_{п} = \pi \cdot B_c, \quad (5.2)$$

де p – число проходів посівного агрегату при засіванні поворотної смуги.

$$E_{\Pi} = 3 \cdot 5,4 = 16,4 \text{ м}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги по більшому значенню – $E = 16,4$ м і вона збирається при підготовці поля до збирання.

Робочу довжину поля визначаємо за рівнянням:

$$L_p = L - 2E \quad (5.3)$$

$$L_p = 2000 - 2 \cdot 16,4 = 1967,2 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу агрегату на повороті буде дорівнювати:

$$L_{x.x} = 6R + 2(0,5 \cdot e) \quad (5.4)$$

$$L_{x.x} = 6 \cdot 4,1 + 2 \cdot 0,5 \cdot 4,0 = 28,6 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів агрегату визначаємо за рівнянням:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_{x.x}} \quad (5.5)$$

$$\varphi = \frac{1967,2}{1967,2 + 28,6} = 0,99.$$

При подальших розрахунках приймаємо, що швидкість руху агрегату на поворотній смузі дорівнює робочій швидкості, тобто:

$$V_{x.x} = V_p \quad (5.6)$$

Коефіцієнт тривалості поворотів дорівнює:

$$\tau = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (5.7)$$

$$\tau = \frac{1 - 0,99}{0,99} = 0,01$$

При проведенні розрахунків приймаємо час зміни $T_{зм} = 7$ годин. Робочий час визначається з врахуванням наступних складових:

$$T_{роб} = \frac{T_{зм} - (T_{tex} + T_{to} + T_{\phi} + T_{op})}{1 + \tau}, \quad (5.8)$$

де $T_{роб}$ – час чистої роботи, год;

T_{tex} – час, що затрачується на технологічне обслуговування, год;

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

$T_{ф}$ – час на фізіологічні потреби механізатора, год;

$T_{ор}$ – час на організаційні питання, год.

$$T_{роб} = \frac{7 - (0,2 + 0,4 + 0,1 + 0,1)}{1 + 0,01} = 6,14 \text{ год.}$$

З врахуванням цих значень визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau_{зм} = \frac{T_{роб}}{T_{зм}} \quad (5.9)$$

$$\tau_{зм} = \frac{6,14}{7} = 0,88$$

Тоді продуктивність за зміну удосконаленої коренезбиральної машини КС-6 буде дорівнювати:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot T_{зм} \cdot V_p \cdot \tau_{зм} \quad (5.10)$$

де B_p – робоча ширина захвату коренезбиральної машини, м;

V_p – робоча швидкість руху машини, $V_p = 5,2$ км/год.

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 5,2 \cdot 0,88 \cdot 7 = 8,68 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність агрегату за годину визначається рівнянням:

$$W_{год} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot \tau_{зм} \quad (5.11)$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 5,2 \cdot 0,88 = 1,24 \text{ га/год.}$$

Визначаємо питомі витрати палива при збиранні коренеплодів цукрових буряків удосконаленою коренезбиральною машиною КС-6Б:

$$q = \frac{G_p T_p + G_{х.х} T_{х.х} + G_o T_o}{W_{зм}} \quad (5.12)$$

де G_p , $G_{х.х}$, G_o – витрати палива відповідно на робочому, холостому ході і на зупинках;

T_p , $T_{х.х}$, T_o – час роботи, холостих ходів і зупинок на протязі зміни.

При збиранні коренеплодів цукрових буряків згідно норм витрат [14] палива і режиму роботи агрегату приймаємо: $G_p = 12$ кг, $G_{х.х} = 5,1$ кг, $G_o = 2$

кг, $T_p = 6,14$ год, $T_{x.x} = 0,6$ год, $T_o = 0,3$ год. Тоді питомі витрати палива будуть дорівнювати:

$$q = \frac{12 \cdot 6,14 + 5,1 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,3}{8,68} = 8,9 \text{ кг/Га.}$$

Час циклу роботи визначається за рівнянням:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot L_p \cdot 60}{1000 \cdot V_p} + \frac{2 \cdot L_{x.x} \cdot 60}{1000 \cdot V_{x.x}} + t_{T.O} \quad (5.13)$$

де $t_{T.O}$ – час на технічне обслуговування машини за один цикл (час на технічне обслуговування за нормативами приймаємо $t_{T.O} = 6$ хв).

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 1967,2 \cdot 60}{1000 \cdot 4,3} + \frac{2 \cdot 28,6 \cdot 60}{1000 \cdot 4,3} + 6 = 61,7 \text{ хв.}$$

Кількість циклів за зміну визначається рівнянням:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - t_1}{t_{\text{ц}}} \quad (5.14)$$

де $t_1 = 35$ хв – час технічного обслуговування кожної зміни;

$T_{\text{зм}}$ – чистий час зміни ($T_{\text{зм}} = 420$ хв.)

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 35}{61,7} = 6,2$$

Продуктивність агрегату за цикл буде дорівнювати:

$$W_{\text{ц}} = \frac{B_p \cdot 2L_p}{10000} \quad (5.15)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{2,7 \cdot 2 \cdot 1967,2}{10000} = 1,06 \text{ га/цикл.}$$

Витрати палива за цикл визначаються за рівнянням:

$$q_{\text{ц}} = q \cdot W_{\text{ц}} \quad (5.16)$$

$$q_{\text{ц}} = 12,47 \cdot 1,06 = \text{кг/цикл}$$

При середній урожайності коренеплодів цукрових буряків $Q_k = 350$ ц/га за годину змінного часу збирається:

$$Q_{\text{год}} = Q_k \cdot W_{\text{год}} \quad (5.17)$$

$$Q_{\text{год}} = 35,0 \cdot 1,02 = 35,7 \text{ т/год.}$$

Для транспортування коренеплодів на приймальний пункт цукрового заводу, який знаходиться на відстані 3 км від господарства при поточній технології збирання приймаємо автомобілі КаМАЗ вантажопідйомністю 8 т. Час завантаження такого автомобіля збиральною машиною буде дорівнювати:

$$t_3 = \frac{Q_a}{Q_{\text{год}}} \quad (5.18)$$

де Q_a – вантажопідйомність автомобіля.

$$t_3 = \frac{8}{35} = 0,23 \text{ год.}$$

Час транспортування коренеплодів до місця призначення і в зворотному напрямку буде дорівнювати:

$$t_{TP} = \frac{l_{TP}}{V_{TP}} + \frac{l_{TP}}{V_X} \quad (5.19)$$

де V_{TP} , V_X – швидкість руху автомобіля при завантаженому кузові і на холостому ходу в зворотному напрямку, км/год [16].

$$t_{TP} = \frac{3}{30} + \frac{3}{40} = 0,175 \text{ год.}$$

Час розвантаження автомобіля за нормативними даними становить $t_{\text{роз}} = 0,08$ год. Всього затрати часу на цикл транспортування дорівнюють:

$$t'_{TP} = t_3 + t_{TP} + t_{\text{роз}} \quad (5.20)$$

$$t'_{TP} = 0,23 + 0,175 + 0,08 = 0,485 \text{ год.}$$

Необхідна кількість транспорту для безперервного транспортування коренеплодів на приймальний пункт цукрового заводу дорівнює:

$$n_{TP} = \frac{t'_{TP}}{t_3} \quad (5.21)$$

$$n_{TP} = \frac{0,485}{0,23} = 2,1$$

Приймаємо 3 автомобілів КаМАЗ для транспортування коренеплодів за потоковою технологією збирання.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Загальні положення

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

До роботи з технічного обслуговування, транспортуванні, обкатці і використанні машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

При одночасному обслуговуванні, ремонту машин кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

Інструменти, прилади і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинні використовуватись тільки за своїм призначенням, бути справними і забезпечити безпечність проведення робіт.

Не допускається перевезення вантажів у бункері. Нахили агрофону не повинні перевищувати 2°.

6.2 Роботи перед запуском та у процесі запуску машини

Перед запуском потрібно впевнитися у справності механізму блокування запуску. Перед запуском двигуна ручка переключення діапазонів повинна бути у нейтральному положенні, а педаль керування гідронасосом у одній площині.

При цьому важіль керування гідронасосом повинен знаходитися у вертикальному положенні. Муфта приводу робочих органів повинна бути виключена.

Перед включенням передач, а також початком руху водій повинен впевнитися у відсутності сторонніх осіб на машині або біля неї і дати попереджувальний звуковий сигнал.

Необхідно систематично перевіряти справність і надійність роботи гальм рульового керування механізму переключення діапазонів. Категорично забороняється працювати з несправним рульовим керуванням, гальмівною системою, електроосвітленням і сигналізацією [25].

6.3 Вимоги до безпеки у процесі роботи машини і переїздах

При русі машини водій повинне знаходитися на сидінні. Забороняється перебування сторонніх осіб на працюючій машині або біля неї.

Забороняється очищати, ремонтувати або регулювати вузли під час руху машини.

Забороняється експлуатувати машину без запобіжних кожухів і огорож карданних, пасових і ланцюгових передач.

Надівати паси на шківи і ланцюги на зірочки, а також змащувати підшипники під час роботи машини забороняється.

Забороняється працювати на машині при ослаблених кріпленнях вузлів і агрегатів.

Забороняється чіпати руками робочі органи машини при працюючому двигуні. А також металеві труби гідроприводу на ходову частину, які при роботі машини можуть нагріватися до 80-100⁰С.

При переведенні навантажувального транспортера з робочого у транспортне положення (або навпаки) попередньо необхідно впевнитися у наявності вільного простору, відсутності ліній електропередач та інше. Оскільки, за габаритний розмір транспортера за висотою при переведенні перевищує 4 м.

Швидкість руху машини при значних нахилах дороги повинна бути до 4 км/год, поздовжнім кутом нахилу до 7%.

При поворотах і розворотах швидкість потрібно зменшити до 3 км/год.

При тривалих переїздах машини (більше 15-20 км) паси приводу робочих органів потрібно зняти.

Рух дорогами загального користування проводиться відповідно до “Правил дорожнього руху” і при включених безперервних маячках оранжевого або білого кольорів.

Транспорт, швидкість якого рівна або перевищує максимальну швидкість руху машини обганяти забороняється особливо з настанням темноти.

Переїжджати у тунелях, через греблі, мости (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) потрібно тільки на пониженій швидкості при включених безперервних маячках [25].

6.4 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні та ремонтах

Після зупинки машини необхідно обов’язково перевести ручку переключення діапазонів у нейтральне положення.

При заміні мастила у перші 20-30 хв після зупинки двигуна, необхідно бути обережним, щоб уникнути опіків.

Щоб уникнути випадкового руху машини з місця, водій повинен перед виходом із кабіни при працюючому двигуні заблокувати педалі керування гідронасосом засувкою і загальмувати машину стоянковим гальмом.

Необхідно систематично перевіряти надійність роботи рульового керування та гальм.

Всі види регулювань і технічного обслуговування виконуються при виключеному двигуні (крім деяких регулювань двигуна і діагностики).

Забороняється що-небудь робити під машиною, якщо копачі підняті і під колеса не підставлені упори-клини.

При м'якому ґрунті під домкрат кладуть міцну дошку при проведенні технічних оглядів або ремонті потрібно підняти одну із сторін машини, користуються домкратом вантажопідйомністю не менше 5 т.

Не можна знаходитись під машиною, яка піднята на домкрат. Місця встановлення домкрата і опор для піднімання різних частин машини вказано на машині.

Буксирування машини здійснюється тільки при жорсткому зчіплюванні з включеною передачею коробки діапазонів згідно з “Правилами дорожнього руху”.

Гальмування машин під час руху необхідно проводити зміною подачі основного насоса гідростатичної передачі трансмісії (ГСТ), що виконується за допомогою педалей керування [25].

6.5 Протипожежні заходи

Категорично забороняється:

- а) курити на машині поблизу місць підвищеної пожежобезпеки;
- б) заправляти двигун паливом у місцях складування (сіна, соломи) та інших місцях підвищеної пожежобезпеки;
- в) проводити ремонт машин та інші роботи з використанням відкритого вогню у місцях складування сіна, соломи й інших місцях підвищеної пожежобезпеки.

До початку збиральних робіт машина повинна бути обладнана вогнегасником лопатою.

Не дозволяється на вогнегасник вішати одяг або класти сторонні предмети, вони заважають швидко використати його у випадку необхідності. Вогнегасник повинен бути завжди справним і своєчасно заправленим.

У нічний при виході з ладу електрообладнання користуватися вогненебезпечними ліхтарями.

Необхідно слідкувати за тим, щоб прокладка колектору добре ущільнювала і не відпускала б відпрацьовані газу.

Недостатнє ущільнення може привести до загоряння легкозаймистих матеріалів.

Щоб попередити замикання проводів потрібно кожного дня перевіряти справність електропроводки, слідкувати за якістю ізоляції електропроводів і не допускати забруднення їх маслом і пилом.

При заправці машини і перевірці його рівня не можна користуватися відкритим вогнем і курити, допускати підтікання мастила у місцях з'єднання трубопроводів. Своєчасно усуньте підтікання у системі живлення і змащення двигуна. Пролите паливо і масло треба витерти.

Своєчасно очищайте машину, двигун, захисні сітки радіаторів від рослинних залишків, випускні трубу і колектор від нагару.

Стаціонарні пости технічного обслуговування і агрегати технічного обслуговування повинні бути обладнані засобами пожежогасіння.

Паливопроводи необхідно чистити на двигуні після перекриття подачі палива. У машин, які пройшли технічне обслуговування не повинно бути підтікання палива.

Особи, які працюють на машині, а також які беруть участь у проведенні технічного обслуговування, повинні знати пожежотехнічні мінімуми [25].

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Проведення економічної і енергетичної оцінки різних технологій виробництва цукрових буряків дає можливість вибрати найвигідніший варіант, виявити можливі резерви економії витрат. Розрахунки економічної ефективності проекту проводимо в порівнянні з базовою технологією.

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

Затрати праці на збиранні цукрових коренеплодів визначаються за формулою:

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

де: m – кількість обслуговуючого персоналу;

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

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку економічних показників

Назва показників	Базова машина КС-6Б	Модернізована
1. Продуктивність, га/год	0,8	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,95	8,9
3. Балансова ціна машини, грн..	497000	498840
4. Ширина захвату, м	2,7	2,7
5. Кількість збираємих рядків, шт.	6	6
6. Кількість обслуговуючого персоналу	1	1

При збиранні цукрових буряків базовою машиною затрати праці становлять:

$$H_6 = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ люд.год/га}$$

При збиранні коренеплодів 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:

$$H_3 = H_6 - H_M = 1,25 - 0,81 = 0,44 \text{ люд.год/га.}$$

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

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

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

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

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

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

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. По шостому з врахуванням останнього підвищення мінімальної заробітної плати до 8000 грн за місяць, вона становить 348,0 грн. за зміну [27]. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

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

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:

$$C_{OB}^1 = \frac{348,0}{5,6} = 62,1 \text{ грн/га.}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 31,1 грн/га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 7,5 грн/га. І оплата праці з нарахуваннями

становить:

$$C_{об}^н = 62,1 + 31,1 + 31,1 + 7,5 = 131,8 \text{ грн/га.}$$

На цю суму нараховується 20 % за класність механізатора (становить 26,4 грн/га) і 51 % соціального страхування і інших відрахувань (становить 67,2 грн/га). І тоді з врахуванням всіх нарахувань затрати на оплату праці механізатору при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{об} = 131,8 + 26,4 + 67,2 = 225,4 \text{ грн/га.}$$

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

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

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

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

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:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3М}}, \quad (7.4)$$

де Ц – ціна машини, грн.;

Д – кількість днів роботи в рік;

К – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для корене-

збиральної машини становить 15 % [24]. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{497000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,6} = 246,5 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування на вдосконалену коренезбиральну машину будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{498840 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 159,6 \text{ грн/га.}$$

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

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3М}}, \quad (7.5)$$

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

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

$$C_{р.б} = \frac{497000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 5,6} = 246,5 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{р.м} = \frac{498840 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,68} = 159,6 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = Ц_{п} \cdot G_{га} \quad (7.6)$$

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

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки двигуна і

машини, а також зони застосування. Приймаємо слідуєчі норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива [24]:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустріальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47 %;
- пусковий бензин – 0,96 %.

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 56,1 грн/кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 56,1 \cdot 10,95 = 614,3 \text{ грн./га.}$$

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

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{м}} = 56,1 \cdot 8,9 = 499,3 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_{\text{б}} = 225,4 + 246,5 + 246,5 + 614,3 = 1332,7 \text{ грн./га}$$

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

$$C_{\text{м}} = 145,2 + 159,6 + 159,6 + 499,3 = 963,7 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 1332,7 - 963,7 = 369,0 \text{ грн./га} \quad (7.7)$$

В відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_{\text{в}} = \frac{369,0 \cdot 100}{1332,7} = 27,7 \text{ \%}.$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 95 га буде становити:

$$E_{\text{р}} = 369,0 \cdot 95 = 35055,0 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Базова машина КС-6Б	Модернізована
1. Продуктивність, га/год	0,8	1,24
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,95	8,9
3. Затрати праці, люд.год/га	1,25	0,81
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	1332,7	963,7
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	225,4	145,2
- амортизаційні відрахування	246,5	159,6
- затрати на ремонт і ТО	246,5	159,6
- затрати на ПММ	614,3	499,3
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	369,0
6. Річний економічний ефект, грн.	-	35055,0
7. Строк окупності затрат, років	-	0,05

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

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

$$E_o = \frac{1840}{35055} = 0,05 \text{ років.}$$

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

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вивчаючи передовий досвід, досягнення науки та практики в нашій країні та за кордоном, бачимо, що індустріальна технологія вирощування цукрових буряків - це перспектива розвитку буряківництва. Враховуючи це, розроблено індустріальну технологію вирощування цієї цінної продовольчої культури для умов господарства. Запропонована технологія вирощування і збирання цукрових буряків дозволяє підвищити рентабельність галузі, зменшити затрати праці, підвищити якість збиральних робіт.

2. Удосконалена конструкція автомата водіння збиральної машини по рядках дозволяє підвищити якість збиральних робіт, швидкість руху, а значить і продуктивність машини, зменшити пошкодження коренеплодів за рахунок підвищення точності водіння.

3. Визначено технологічні показники роботи удосконаленої машини – продуктивність, витрати пального, час циклу, необхідну кількість транспортних засобів і ін. Розроблено організаційні заходи, які дозволяють провести збирання цукрових буряків в стислі строки з хорошою якістю.

4. Розроблена технологічна карта вирощування цукрових буряків і складено графіки завантаження тракторів і сільськогосподарських машин. Розроблені заходи з охорони праці, які можуть бути використані в господарстві.

5. Економічна ефективність розробленого проекту становить 369,0 грн./га, а річний економічний ефект при впровадженні розробки в господарстві на площі 95 га становить 35055,0 грн. Затрати на модернізацію окупаються на протязі першого року впровадження удосконаленої технології і збиральної машини в господарстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Потаєва О. В умовах воєнного часу цукровий буряк набуває економічної доцільності для аграріїв. – 28.04.2022.// <https://agrotimes.ua/agromarket/v-umovah-voyennogo-chasu-czukrovyj-buryak-nabuvaye-ekonomichnoyi-doczilnosti-dlya-agrariyiv/>.
2. Челапко Н. Цукровий буряк 2022. Посівні площі. Переробні потужності. Залишки й експорт//<https://latifundist.com/spetsproekt/964-tsukrovij-buryak-2022-posivni-ploshchi-pererobni-potuzhnosti-zalishki-j-eksport>.
3. Стасіневич С. Український цукор та кордон: митно-тарифне регулювання експортно-імпортних операцій з цукром України/ С. Стасіневич// Пропозиція. – 2008. - №8. – с. 41-43.
4. Отченаш В.А. Ефективність вирощування цукрових буряків та цукру в Україні// Ефективна економіка. - №11, 2012.
5. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - №4 (203), лютий 2011.
6. Пиркін В.І. Перспективи ефективного розвитку галузі буряківництва в Україні// Цукрові буряки. – 2008, № 3-4. – с. 9-11.
7. Світове виробництво цукрових буряків <https://www.yara.ua/crop-nutrition/sugar-beet/sugar-beet-key-facts/world-sugar-beet-production/>.
8. Маслак О., Ільченко О. Економіка цукрових буряків в Україні// Пропозиція. - №6 (240), 2015. – с.32 – 36.
9. Калетнік Г. М. Перспективи економічного зростання вітчизняного бурякоцукрового виробництва / Г. М. Калетнік // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 11. – С. 68–70.
10. 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.

11. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
12. Яценко В.Г. Технологія індустріального виробництва цукрових буряків, К.: Урожай, 1987.
13. Волоха М., Дмитриченко В. Західноєвропейські машини на бурякових полях України / Пропозиція. - № 4, 2008. – с. 55 – 56.
14. Погребняк С.П., Ермантраут Е.Р., Волоха М.П. і др. Наш вибір – вітчизняна технологія/ Цукрові буряки. - № 1 (13), 2017. – с. 13 – 15.
15. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
16. Войтюк В.С., Гапоненко Д.Г. Сільськогосподарські машини.- К.: Урожай, 1988.- 384с.
17. Гурченко О.П., Кобець А.С., Гарькавий А.Д., Москов М.Я., Тенщук Д.М., Новинський В.В. Пристрій для автоматичного водіння сільськогосподарської машини по рядках. - Авторське свідоцтво на винахід №1036266. 22.04.1983.
18. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
19. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
20. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. - Харків, Око. – 2003. – с. 375.
21. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.

22. 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.

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

24. 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.

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

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

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