

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування цукрових буряків з
удосконаленням конструкції культиватора КПС-10

Виконав здобувач вищої освіти

IV курсу, групи АІ-23мб-1.1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Осадців Богдан Васильович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник роботи

професор, докт. техн. наук

_____ Василь САЛО

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

_____ доц. Руслан ОСІН

Кропивницький, 2026

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти I-й, бакалавр
Галузь знань Аграрні науки та продовольство
Спеціальність Агроінженерія
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма
Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ
(БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

Осадців Богдана Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Механізація вирощування цукрових
буряків з удосконаленням конструкції культиватора КПС-10»

2. Керівник роботи (проекту) Сало Василь Михайлович

докт. техн. наук, професор

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

3. Строк подання роботи до захисту 01.06.2026р

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту)

Удосконалення технології вирощування цукрових буряків

5. Графічна частина 1. Технологічна карта – А1; Операційна технологічна

карта- А-1; 3 – Культиватор КПС-10; А0; 4 – Борона центральна – А1;

5 – Деталювання – А2.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Сало В.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розробка заходів з удосконалення технології вирощування цукрових буряків	01.03.25 – 15.03.25	
	Виконання технологічної частини роботи	16.03.25 – 05.04.25	
	Виконання інженерної частини роботи	06.04.25 – 25.04.25	
	Розробка та оформлення графічного матеріалу роботи	26.04.25 – 15.05.25	
	Оформлення пояснювальної записки	16.05.25 – 01.06.25	

Дата видачі завдання

« 03 » 03 2026 р.

Підпис керівника

_____ Сало В.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 03 » 03 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Осадців Б.В.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
1	Вступ	6
2	Аналіз існуючих технологій виробництва цукрових буряків	8
3	Операційна технологія виконання передпосівного обробітку ґрунту під вирощування цукрових буряків	20
3.1	Зміст удосконалення технології вирощування цукрових буряків	20
3.2	Призначення операції	20
3.3.	Агротехнічні вимоги на передпосівний обробіток ґрунту	21
3.4.	Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату для поверхневого обробітку ґрунту та визначення режимів його роботи	22
3.5	Підготовка ґрунтообробного агрегату до роботи	28
3.6	Підготовка поля і рух агрегату в загінці	29
3.7	Розбивання поля на загінки.	30
3.8	Контроль якості виконання технологічного процесу	31
3.9	Розробка операційної технологічної карти на передпосівний обробіток ґрунту	32
4.	Інженерна частина	34
4.1.	Особливості конструкції культиватора	34
4.2.	Обґрунтування параметрів зубової борони	37
4.3.	Розрахунок на міцність стійки культиваторної лапи	39
5	Охорона праці	41
5.1.	Особливості умов праці при вирощуванні цукрових буряків	41
5.2.	Заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому культиваторі в агрегаті з трактором.	43
	Загальні висновки	44
	Література	45
	Додатки	47

Вступ

Цукрові буряки в Україні залишаються єдиною сировиною для виробництва цукру — соціально значущого та необхідного продукту харчування. Раціональна норма його споживання становить близько 38 кг на одну особу на рік. За врожайності 300 ц/га з одного гектара посівів можна отримати 35–45 ц цукру. Крім того, формується 150–200 ц гички, приблизно 200 ц жому та 15–20 ц меляси, які використовуються як корм для сільськогосподарських тварин [1].

Природно-кліматичні умови України є сприятливими для вирощування цієї культури, завдяки чому держава тривалий час належала до провідних країн світу за площею посівів, валовими зборами коренеплодів і обсягами виробництва цукру. Водночас трансформація земельних відносин та економічна криза перших років незалежності, що негативно позначилися на всіх галузях господарства, особливо на агропромисловому комплексі, зумовили суттєве скорочення виробництва буряків і цукру. Зменшення посівних площ, недостатнє матеріально-технічне забезпечення, недосконалі економічні взаємовідносини між виробниками сировини та переробними підприємствами, а також порушення технологічних вимог призвели до зниження рентабельності галузі.

З метою стабілізації ситуації та подальшого нарощування обсягів виробництва цукросировини й готової продукції науковці розробляють і впроваджують удосконалені технологічні рішення щодо вирощування цукрових буряків. Важливою складовою сучасної української технології є застосування гербіцидів, що мають суттєве значення для підвищення врожайності коренеплодів.

					КПС 00.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осадців Б.В.			ВСТУП	Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Сало В.М.					6	
						ЦНТУ, гр. АІ -23мб-1.1		
Н.контр.		Артеменко Д						
Затвер.		Васильковський						

Досягнення високих показників продуктивності можливе за умови впровадження науково обґрунтованих систем землеробства в зонах бурякосіяння, належного забезпечення господарств сучасною технікою, мінеральними добривами, кондиційним насінням і ефективними засобами захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів. Це створює передумови для своєчасного й якісного виконання всіх технологічних операцій, пов'язаних із вирощуванням культури [1].

Одним із напрямів підвищення економічної ефективності виробництва може бути розширення функціональних можливостей наявних технічних засобів. Зокрема, за використання сучасних технологій на великих масивах після незначної модернізації та переобладнання окремих культиваторів їх можна застосовувати для виконання різних агротехнічних операцій. У підсумку це сприятиме зростанню результативності виробництва цукрових буряків.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2. Аналіз існуючих технологій виробництва цукрових буряків

До групи коренеплідних культур відносять цукрові та кормові буряки, кормову моркву, турнепс, цикорій і брукву.

Як просапні культури, вони потребують ретельного обробітку ґрунту, а також обов'язкового внесення органічних і мінеральних добрив. У сівозмінах коренеплоди вважаються цінними попередниками для більшості польових культур.

Коренеплідні культури характеризуються високою врожайністю, значним вмістом вуглеводів і мінеральних речовин, що зумовлює їхню поживну та кормову цінність. Їх вирощують як для технічних цілей, так і на корм.

Господарське значення. В Україні цукрові буряки є головною сировиною для цукрової промисловості. У коренях міститься в середньому 17–20 % цукру. Цукор відзначається високими смаковими властивостями, легко засвоюється організмом і швидко відновлює енергетичні витрати людини.

Цукрові буряки мають також значну кормову цінність. За врожайності 300 ц/га коренеплодів вихід кормових одиниць перевищує 100 ц/га. Листостеблова маса (гичка) є цінним зеленим кормом і придатна для силосування. Сто кілограмів гички відповідають приблизно 20 кормовим одиницям; на кожну з них припадає близько 90 г перетравного протеїну, а також значна кількість вітамінів і мінеральних сполук.

У процесі переробки на цукрових заводах отримують жом, який також використовується як високопоживний корм: 100 кг свіжого жому прирівнюються до 8 кормових одиниць. Патока, що залишається після вилучення цукру і містить до 60 % сахарози, слугує сировиною для виробництва спирту, дріжджів та інших продуктів. За кормовою поживністю цукрові буряки майже вдвічі перевищують кормові. Відходи переробки (дефекаційний осад) застосовують для вапнування кислих ґрунтів.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Ця культура має важливе агротехнічне значення: під неї проводять глибоку оранку, вносять значні дози органічних і мінеральних добрив. Як просапна культура, вона сприяє зменшенню забур'яненості полів.

Світова площа посівів цукрових буряків становить близько 8 млн га. В Україні найбільші посіви зосереджені у господарствах Вінницької, Черкаської, Київської, Хмельницької, Полтавської, Харківської та Тернопільської областей. За впровадження прогресивних технологій у передових господарствах отримують 400–500 ц/га коренеплодів за мінімального або повністю механізованого застосування праці. Середня врожайність в Україні становить близько 274 ц/га.

Біологічні особливості. Цукрові буряки — дворічна рослина, що походить від диких однорічних форм, які й нині трапляються на узбережжях Середземного та Чорного морів, у Закавказзі й Малій Азії. Дикі форми мають грубий, дерев'янистий корінь із невисоким умістом цукру (0,2–6 %).

На початку XIX століття вміст цукру в коренеплодах культурних форм не перевищував 8–10 %. У перший рік вегетації рослина формує потовщений корінь і розетку листків, а на другий — квітконосні пагони та насіння.

За несприятливих умов (холодна весна, важкі ґрунти) окремі рослини можуть уже в перший рік переходити до утворення стебел і насіння. Це явище називають цвітухою. Воно пов'язане з прискореним проходженням стадій розвитку і значною мірою залежить від спадкових властивостей сорту та ґрунтово-кліматичних умов. Тривалий вплив низьких температур після появи сходів скорочує період яровизації та сприяє виникненню цвітухи. Такі рослини знижують урожайність, ускладнюють збирання і переробку. Для запобігання цьому впроваджують триплоїдні сорти, стійкі до цвітухи, а також дотримуються високого рівня агротехніки.

Насіння цукрових буряків починає проростати за температури 4–5 °С, а поява сходів спостерігається при 8–9 °С. Рослини достатньо стійкі до весняних і осінніх приморозків, що дає можливість в умовах України проводити збирання врожаю до кінця жовтня. Найсприятливішою для росту є температура 20–22 °С.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Культура добре витримує підвищені температури. Проте за температури близько 40 °С інтенсивність дихання перевищує процеси асиміляції. За достатнього освітлення у вересні та належної концентрації вуглекислого газу фотосинтез і накопичення цукру в коренеплодах відбуваються навіть при 8–10 °С.

Належне забезпечення рослин вологою і поживними речовинами (підживлення, а в посушливих регіонах — зрошення) активізує фотосинтетичні процеси. За нестачі вологи в ґрунті посилюється дихання, особливо в другій половині дня, що уповільнює ріст, збільшує витрати накопиченого цукру та призводить до зниження врожайності. Оптимальна вологість ґрунту для формування високих урожаїв становить 60–80 % повної вологості; як пересушення, так і перезволоження негативно впливають на продуктивність.

Розвинена коренева система здатна використовувати воду з глибших шарів ґрунту, що пояснює відносну посухостійкість культури. За наявності достатніх запасів вологи в ґрунті можна отримувати високі врожаї навіть при обмеженій кількості літніх опадів. Встановлено залежність між кількістю опадів у липні–серпні та рівнем урожайності. Хоча буряки вирощують у різних кліматичних умовах, найбільш сприятливими є лісостепові райони та західні області України.

Культура є світлолюбною, особливо в другій половині літа, коли інтенсивно накопичується цукор у коренях. Для повноцінного проходження вегетаційного періоду (150–170 днів) необхідна сума активних температур у межах 2200–2400 °С.

Цукрові буряки характеризуються відносно економним використанням вологи: транспіраційний коефіцієнт становить 200–400. У північних і західних регіонах він зазвичай вищий, ніж у південних і східних. За високого рівня агротехніки цей показник знижується. Тому важливе значення має накопичення та збереження ґрунтової вологи.

Найкращими для вирощування є родючі, добре водопроникні ґрунти з глибоким орним шаром. Оптимальна реакція ґрунтового розчину — нейтральна або слабколужна (рН 6,5–7,5); підвищену кислотність рослини переносять

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

погано. Можливе вирощування і на осушених низинних землях та в заплавах річок за умови, що рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 100–120 см. На осушених і глибоко оброблених торфових ґрунтах із застосуванням аераційного кротового дренажу також отримують високі врожаї.

Коренеплоди містять близько 75 % води та 25 % сухої речовини. Основну частку сухої речовини становлять вуглеводи, передусім цукор (16–20 % і більше маси кореня). Окрім цього, у складі наявні клітковина і геміцелюлоза (приблизно 2 %), азотисті сполуки (близько 1,5 %) та зольні елементи (приблизно 0,7 %).

Агротехніка. Місце в сівозміні. У районах достатнього зволоження (західна та північна частини Лісостепу) цукрові буряки розміщують після озимих культур, вирощених по багаторічних бобових травах однорічного використання, зайнятих парах або після зернобобових (гороху, кормових бобів).

У степовій зоні їх висівають після озимої пшениці, що розміщувалася по ранніх зайнятих чи чистих парах із внесенням гною, а також після озимих, попередником яких був горох.

У центральній частині Лісостепу (зона нестійкого зволоження) культуру розміщують після озимих по ранніх зайнятих парах (вико-вівсяні, вико-житні сумішки), після кукурудзи на ранній силос, по чистих парах і після гороху.

У сівозміні цукрові буряки є добрим попередником для багатьох культур. Після них на значних площах вирощують кукурудзу, ярі зернові, зернобобові та просо.

Обробіток ґрунту. Система основного обробітку ґрунту під цукрові буряки передбачає раннє лущення стерні та проведення глибокої зяблевої оранки.

У зонах достатнього зволоження стерню лущать на глибину 6–8 см. У більш посушливих районах доцільніше здійснювати лущення на 10–12 см із одночасним боронуванням. Після цього, у другій половині серпня — вересні, проводять глибоку зяблеву оранку; у західних областях із підвищеною вологістю її завершують не пізніше 15 жовтня.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

У господарствах районів із достатнім зволоженням поширений напівпаровий спосіб обробітку ґрунту. За посушливих умов рекомендують удосконалений варіант основного обробітку: одразу після збирання зернових культур поле двічі луцять дисковими знаряддями на глибину 5–6 см у поздовжньому та поперечному напрямках. Через 10–12 днів виконують повторне луцення лемішними луцильниками на 12–14 см із застосуванням кільчасто-шпорових котків і райборінок. Поверхню поля вирівнюють відповідними машинами. За масового відростання осоту у фазі розетки посіви обробляють гербіцидами групи 2,4-Д, а через 3–4 дні здійснюють культивуацію на 6–8 см із боронуванням. Глибоку оранку (30–32 см) плугами з передплужниками необхідно завершити до середини жовтня.

В осінній період доцільно також проводити розпушування на глибину 16–20 см плугами без полиць або плоскорізами під кутом 90° до напрямку попередньої оранки, поєднуючи цей захід із внесенням добрив. На зрошуваних землях глибока оранка сприяє покращенню водного й повітряного режимів ґрунту. Для формування 1 ц врожаю буряки споживають 8–10 м³ води. У степових і лісостепових районах із недостатнім зволоженням з метою накопичення вологи застосовують снігозатримання, а навесні — заходи із затримання талих вод, що дозволяє підвищити врожайність на 60 ц/га і більше.

Весняний обробіток у посушливих умовах розпочинають якомога раніше — після настання фізичної стиглості ґрунту. Ущільнені ділянки розпушують важкими зубовими боронами в 1–2 сліди, після чого поверхню вирівнюють шлейф-боронами з райборінками. Передпосівну культивуацію проводять на 5–6 см із подальшим обробітком на глибину загортання насіння. Перед сівбою поле коткують ребристими котками для створення оптимальних умов проростання.

Боротьба з бур'янами. На посівах цукрових буряків для контролю забур'яненості застосовують відповідні гербіциди (далапон, ТХА, бетанал та інші), поєднуючи хімічні та агротехнічні заходи.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Удобрення. Цукрові буряки споживають із ґрунту значно більшу кількість поживних речовин порівняно із зерновими культурами, особливо азоту та калію (у 2–3 рази більше).

За врожайності 1036 ц/га коренеплодів і 332 ц/га гички рослини виносять із ґрунту близько 477 кг/га азоту, 114 кг/га фосфору та 498 кг/га калію. Найінтенсивніше споживання елементів живлення відбувається в липні — у період активного росту.

Поєднане внесення органічних і мінеральних добрив забезпечує більш рівномірне живлення рослин упродовж вегетації. Із місцевих добрив найчастіше використовують напівперепрілий гній, який є найбільш ефективним.

Система удобрення передбачає основне внесення (під глибоку зяблеву оранку), рядкове — під час сівби та підживлення впродовж вегетаційного періоду. Розміщення добрив у різних шарах орного горизонту сприяє безперервному забезпеченню рослин елементами живлення.

Норми внесення визначають з урахуванням типу ґрунту, попередника й кліматичних умов. У районах нестійкого зволоження на чорноземах під цукрові буряки вносять 20–30 т/га гною, на сірих опідзолених ґрунтах — 30–40 т/га. У зонах достатнього зволоження та на зрошуваних землях рекомендована норма становить 30–40 т/га.

Якщо культуру розміщують після озимої пшениці, вирощеної по удобрених зайнятих парах або після багаторічних бобових трав (наприклад, конюшини), норму азотних добрив доцільно зменшувати. Так само її скорочують при вирощуванні буряків після гороху чи кормових бобів на родючих ґрунтах.

Під цукрові буряки застосовують різні види мінеральних добрив. Ефективним є поєднання внесення фосфоритного борошна під зяблеву оранку з локальним внесенням гранульованого суперфосфату в рядки під час сівби та подальшими підживленнями.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Рядкове внесення добрив під час сівби стимулює початковий ріст і розвиток рослин, підвищує їхню стійкість до несприятливих погодних умов, ураження хворобами й пошкодження шкідниками. За результатами багаторічних досліджень, такий прийом забезпечує приріст урожайності в середньому на 25–30 ц/га і більше.

У рядки вносять гранульований суперфосфат, натрієву або аміачну селітру, а також хлористий чи сірчаноокислий калій. Норми становлять 10–15 кг/га діючої речовини для азотних і калійних добрив та 10–30 кг/га — для фосфорних.

Підживлення невеликими дозами мінеральних добрив також позитивно впливає на врожайність, підвищуючи її на 20–40 ц/га і більше. Його поєднують із міжрядним обробітком. Під час першого підживлення вносять аміачну селітру або аміачну воду (15–20 кг/га д. р.), суперфосфат (20–25 кг/га) і калійну сіль чи хлористий калій (15–20 кг/га). Добрива загортають на глибину 10–12 см на відповідній відстані від рядків. Друге підживлення проводять через 10 днів фосфорно-калійними добривами ($P_{30}K_{30}$), вносячи їх на глибину 12–14 см посередині міжряддя. Окрім збільшення врожаю, підживлення сприяє зростанню цукристості коренеплодів. На зрошуваних площах норми добрив дещо підвищують. На чорноземних і солонцюватих ґрунтах доцільно збільшувати частку фосфорних добрив, а на підзолистих — азотних і калійних.

Для внесення добрив під час підживлення використовують культиватори-рослинопідживлювачі. Сухі форми можна вносити також буряковими сівалками, обладнаними спеціальними робочими органами. Рідкі азотні добрива заробляють у ґрунт на глибину 10–12 см.

З метою підвищення цукристості за 3–4 тижні до збирання врожаю рекомендують позакореневе підживлення. Посіви обприскують слабкими розчинами калійних або фосфорних добрив із розрахунку 30 кг/га хлористого калію (у 400 л води) чи 50 кг/га суперфосфату (у 800 л води).

Сівба. Для висіву використовують насіння зі схожістю не нижче 95 %, чистотою не менше 97 % і вологістю до 14,5 %. За пунктирного способу застосовують каліброване дражоване насіння, яке забезпечує швидке проростання та

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формування дружних і вирівняних сходів. Використання дражованого насіння підвищує врожайність на 15–20 ц/га та зменшує трудові витрати на догляд за посівами на 25–30 %.

Для захисту від хвороб і шкідників насіння протруюють відповідними препаратами. Сівбу розпочинають, коли ґрунт на глибині 5–10 см прогріється до 7–8 °С. Надто ранній висів небажаний, оскільки за низьких температур проростання уповільнюється, сходи з'являються пізніше, а рослини можуть уражуватися коренеїдом.

Цукрові буряки раніше висівалися звичайним рядковим способом спеціалізованими буряковими сівалками з одночасним локальним внесенням мінеральних добрив. Стандартна ширина міжрядь становить 45 см, а на зрошуваних землях її збільшують до 60 см для зручності поливу борознами.

Нині переважно застосовують пунктирний спосіб сівби, що передбачає висів невеликих норм дражованого насіння з рівномірним розміщенням у рядках. Використовують сівалки точного висіву (УПС-8, УПС-12, «Вега», ССТ-12А та ін.). Норма висіву однонасінних буряків становить 15–20 кг/га, а за пунктирного способу — 10–15 кг/га.

Насіння необхідно загортати у вологий шар ґрунту. На важких ґрунтах за достатнього зволоження глибина загортання становить 2,5–3 см, на легких і структурних чорноземах — 3–4 см. У посушливі роки на легких ґрунтах південних і східних регіонів, де верхній шар швидко висихає, глибину збільшують до 4–5 см. Для отримання дружних сходів після сівби проводять коткування кільчастими котками впоперек напрямку рядків.

Догляд за посівами. З метою розпушування верхнього шару ґрунту та знищення бур'янів за 3–4 дні до появи сходів проводять досходове боронування легкими боронами або райборінками на глибину 2–2,5 см. Такий прийом дає змогу знищити до 70–80 % проростків бур'янів.

За прогресивної технології перше неглибоке міжрядне розпушування виконують у період появи неповних сходів на глибину 2,5–3 см культиваторами, оснащеними плоскорізальними лапами, захисними дисками та ротаційними

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

робочими органами. Уздовж кожного рядка залишають захисні смуги шириною 6–7 см. Робочу швидкість агрегатів підтримують на рівні близько 4 км/год.

Коли рослини перебувають у фазі добре сформованої «вилочки» і їх густота становить не менше 8 екземплярів на метр рядка, здійснюють суцільне розпушування ґрунту на глибину до 3 см із застосуванням райборінок, зубових борін або ротаційних мотик. За надмірної пухкості ґрунту його додатково ущільнюють котками вздовж напрямку рядків.

Після появи другої пари листків проводять друге міжрядне розпушування культиваторами з односторонніми плоскорізальними лапами та ротаційними елементами. У міжряддях ґрунт обробляють на глибину 3–4 см, а безпосередньо в рядках — на 2–3 см.

На сильно ущільнених ґрунтах, де легкі борони не забезпечують достатнього розпушування, застосовують середні зубові борони. Обробіток виконують уперек рядків або по діагоналі. Під час масової появи сходів боронування не проводять; ґрунтову кірку в цей період руйнують ротаційними мотиками чи легкими кільчастими котками, що не пошкоджують рослини.

У посушливих умовах на чистих і добре розпушених площах боронування недоцільне. Також його не застосовують на зріджених посівах.

Міжрядні розпушування. Перше глибоке міжрядне розпушування (12–14 см) виконують одночасно з підживленням після остаточного формування густоти рослин. Кількість наступних обробітків визначається типом ґрунту, погодними умовами та рівнем забур'яненості. У районах із більшою кількістю опадів і швидким ущільненням ґрунту проводять 4–5 розпушувань, тоді як на легких і структурних ґрунтах достатньо 3–4.

Глибина обробітку змінюється залежно від стану ґрунту та погодних умов. На ущільнених ґрунтах і в умовах надмірного зволоження розпушують на 10–12 см для покращення аерації кореневої системи. У посушливих регіонах і на пухких ґрунтах глибину зменшують до 6–8 см. Глибокі обробітки виконують

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

культиваторами з долотоподібними робочими органами у поєднанні з ротаційними елементами, а неглибокі — лапами-лезами. Після кожного глибокого розпушування здійснюють неглибоке. Другий глибокий обробіток проводять через 8–10 днів після першого. Подальші розпушування виконують на меншу глибину для руйнування кірки та знищення бур'янів. Робоча швидкість агрегатів становить 6–7 км/год.

Під час механізованих обробітків з обох боків рядка залишають захисні смуги шириною 12–15 см. Для запобігання пошкодженню листків на техніку встановлюють листовідхилювачі.

Збирання врожаю. Максимальне накопичення цукру та найвища якість соку за мінімального вмісту азотистих речовин спостерігаються у фазі технічної стиглості. У цей період приріст маси коренеплодів уповільнюється, рядки розмикаються, а зовнішні листки розетки в'януть, жовтіють і відмирають.

У першій половині вересня в основних бурякосійних районах рослини ще продовжують вегетацію, нарощують масу і накопичують цукор. За теплої та тривалої осені ріст може тривати й на початку жовтня.

У головній зоні вирощування в Україні оптимальні строки збирання — з 20 вересня до 20 жовтня, що забезпечує ритмічну роботу цукрових заводів. Запізнення зі збиранням небажане, оскільки підмерзлі коренеплоди швидко уражуються гниллю під час зберігання у кагатах, а вихід цукру зменшується через інверсію сахарози.

Збирання здійснюють спеціалізованими бурякозбиральними комбайнами типу РКС-6, а також широко застосовують комплекс шестирядної техніки, до якого входять причіпні гичкозбиральні машини БМ-6, БМ-6А, самохідні коренезбиральні агрегати КС-6, а також навантажувачі СПС-4,2 і СНТ-2. Крім того, використовують різні навісні бурякозбиральні машини та самохідні комбайни, залежно від площ задіяних під вирощування буряків у господарствах.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Коренеплоди, що не були одразу доставлені на цукрові заводи, формують у великі кагати й укривають шаром вологої землі для збереження їх якості. Сучасна технологія передбачає транспортування коренів на переробні підприємства без ручного доочищення. Гичку буряків силосують як окремо, так і разом із кукурудзою.

Спосіб збирання визначається рівнем забезпечення господарства технікою та транспортом. Залежно від цього застосовують потоковий, перевалочний або комбінований (потоково-перевалочний) метод.

За потокової технології викопані та очищені комбайном корені безпосередньо завантажують у транспорт і перевозять на приймальні пункти без додаткового ручного очищення.

Перевалочний спосіб передбачає розвантаження коренів на краю поля з подальшим кагатуванням. Надалі, залежно від рівня забруднення, їх або доочищають вручну, або одразу навантажують спеціальними бурякозавантажувачами в транспортні засоби для відправлення на завод.

За потоково-перевалочного способу частину врожаю від комбайна одразу транспортують на завод, а іншу частину тимчасово складають у бурти на краю поля. Згодом ці корені завантажують у транспорт і також відправляють на переробку.

Висновки

Проведений аналіз господарської діяльності, технологічних процесів вирощування та збирання цукрових буряків, а також досвіду впровадження сучасних технологій і засобів механізації з метою підвищення врожайності дає підстави зробити такі висновки:

- виробництво цукрових буряків становить вагомую частку валової продукції господарства, тому підвищення ефективності їх вирощування є важливим резервом загального зростання результативності діяльності та одним із основних джерел грошових надходжень;

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- у практиці вирощування буряків наявні певні недоліки та невикористані можливості підвищення ефективності, зокрема потенціал застосування широкозахватних універсальних культиваторів;
- технологічна карта вирощування, особливо щодо передпосівного обробітку ґрунту, ґрунтується переважно на використанні одноопераційної техніки, яка традиційно застосовується протягом багатьох років, що призводить до зростання матеріальних витрат;
- в умовах високої вартості енергоресурсів і технічних засобів оптимізація складу машинно-тракторних агрегатів та комплексу техніки загалом сприятиме зниженню собівартості виробництва продукції.

Одним із можливих шляхів розв’язання зазначених проблем є незначна модернізація універсального культиватора з подальшим використанням його для передпосівного обробітку ґрунту з забезпеченням високої якості технологічного процесу. Водночас необхідним є обґрунтування раціонального складу машинно-тракторного агрегату, вибору оптимальних режимів його роботи та впровадження відповідних організаційних заходів.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

3. Операційна технологія виконання передпосівного обробітку ґрунту під вирощування цукрових буряків

3.1. Зміст удосконалення технології вирощування цукрових буряків

За результатами проведеного аналізу технологічних процесів вирощування цукрових буряків запропоновано вдосконалити операцію передпосівного обробітку ґрунту. Починаючи з 2013 року ПП «Савицький» виготовляє широкозахватний культиватор КПС-10, який може застосовуватися як для основного, так і для поверхневого (передпосівного) обробітку. У технології вирощування цукрових буряків його доцільно використовувати як альтернативу традиційним культиваторам КПСП-4.

З метою визначення ефективності застосування різних ґрунтообробних агрегатів під час виконання передпосівного обробітку передбачається провести розрахунки для агрегатів у складі Т-150К + 2КПСП-4 та Т-150К + КПС-10. Крім того, доцільно проаналізувати склад зазначених агрегатів, щоб обґрунтувати вибір найбільш раціонального варіанта агрегатування. Оцінювання слід здійснювати шляхом порівняння показників продуктивності праці, витрат пального, створення умов для накопичення і збереження вологи в ґрунті, що в підсумку сприятиме підвищенню загальної ефективності вирощування цукрових буряків.

3.2. Призначення операції

Виходячи з наведених положень, висунуто припущення про можливість підвищення результативності виробництва завдяки покращенню якості виконання передпосівного обробітку та використанню культиватора КПС-10 після незначної модернізації його конструкції — оснащення менш енергоємними боронами.

Передпосівний обробіток проводиться з метою розпушування верхнього шару ґрунту на глибину загортання насіння до дрібногрудкуватої структури без

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перемішування і винесення на поверхню зволжених шарів, вирівнювання поля, знищення сходів бур'янів і проростків, а також загортання гербіцидів у ґрунт. Для обробітку ущільнених ґрунтів у господарстві застосовують парові культиватори КПСП-4 у комплекті із середніми або важкими зубовими боронами. Однак аналіз існуючих знарядь свідчить, що в подібних умовах більш високої якості можна досягти при використанні культиватора, обладнаного додатковими робочими органами у вигляді борін із плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт. Такі борони менше забиваються рослинними рештками та характеризуються зниженим тяговим опором під час роботи.

Слід також зазначити, що рівень урожайності цукрових буряків значною мірою залежить від якості виконання всього комплексу технологічних заходів. Це можливо забезпечити лише за умови суворого дотримання агротехнічних вимог до кожної операції, зокрема і до передпосівного обробітку ґрунту.

3.3. Агротехнічні вимоги на передпосівний обробіток ґрунту

Передпосівний обробіток ґрунту необхідно проводити з дотриманням установлених агротехнічних вимог [6, 7]:

- роботи слід розпочинати тоді, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає $+5...6$ °С; обробіток виконують одночасно із сівбою, випереджаючи посівний агрегат на 3–4 проходи, а за умов підвищеної вологості — на 5–6 проходів, щоб уникнути налипання ґрунту на робочі органи сіялки;
- тривалість виконання робіт на одному полі не має перевищувати 1–1,5 доби;
- глибина розпушування після проходу агрегату повинна становити залежно від рівня зволоження:
 - за достатнього — 40 ± 5 мм;
 - за нестійкого — 50 ± 5 мм;
 - за недостатнього — 60 ± 5 мм;

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- у розпушеному шарі частка грудок розміром понад 20 мм не повинна перевищувати 10 % від маси відібраної проби;
- перекриття попереднього проходу культиватора має бути в межах 15–20 см (особливо у випадку одночасного внесення гербіцидів);
- не допускаються пропуски чи необроблені ділянки, як у межах ширини захвату, так і між суміжними проходами агрегату;
- робочі органи культиватора не повинні піднімати на поверхню нижні зволожені шари ґрунту.

3.4. Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату для поверхневого обробітку ґрунту та визначення режимів його роботи

Згідно з поширеною технологією вирощування цукрових буряків для виконання передпосівного обробітку застосовують ґрунтообробний агрегат у складі трактора Т-150К, зчіпки, двох культиваторів КПСП-4 та восьми борін БЗСС-1.

Як альтернативу пропонується використати агрегат у складі трактора Т-150К і культиватора КПС-10. Для вибору більш раціонального варіанта з двох зазначених необхідно виконати відповідні розрахунки [8, 9].

Робоча швидкість, за якої здійснюється поверхневий передпосівний обробіток, перебуває в межах 9–12 км/год [8].

На основі технічної характеристики трактора визначимо передачі, придатні для виконання цієї операції, а також відповідні значення тягового зусилля на гаку. Швидкість до 10 км/год трактор Т-150К забезпечує на II та III передачах.

Для вибраних передач розраховують тягове зусилля на гаку трактора Т-150К ($P_{\text{гак}}$, кН) з урахуванням конкретних умов експлуатації [8, 9].

$$P_{\text{гак}} = \frac{10^4 \cdot N_c \cdot i_m \cdot \eta_{\text{мп}}}{n_{\text{дв}} \cdot r} - G_{\text{мп}} \cdot (f + i) \quad (3.1)$$

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

де N_e – ефективна технічна потужність двигуна - $N_e = 121,4$ кВт ;

i_T - передаточне число трансмісії трактора - $i_T^2 = 52,5$; $i_T^3 = 42,7$;

$\eta_{тр}$ - механічний ККД трансмісії трактора - $\eta_{тр} = 0,92$;

$n_{дв}$ – оптимальна частота обертання колінчастого вала, $хв^{-1}$ - $n_{дв} = 2100$
 $хв^{-1}$;

r_0 – дотичний радіус ведучих коліс трактора, м (із технічної характеристики та з урахуванням прогину шин - $r_0 = 0,64$ м) ;

$G_{тр}$ – маса трактора, Н - $G_{тр} = 76000$ Н ;

F - коефіцієнт опору кочінню коліс - $f = 0,19$;

I - коефіцієнт максимальної величини схилів на полі ($i = 0,03$)

$$P_{закT-150}^{II} = \frac{10^4 \cdot 121,4 \cdot 52,5 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 76000 \cdot (0,19 + 0,03) = 26,90 \text{ кН}$$

$$P_{закT-150}^{III} = \frac{10^4 \cdot 121,4 \cdot 42,7 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 76000 \cdot (0,19 + 0,03) = 18,8 \text{ кН}$$

Визначимо теоретичну швидкість на взятих передачах

$$v_T = 0,377 \cdot \frac{n_{дв} \cdot r_0}{i_T} \quad (3.2)$$

$$v_{mT-150}^{II} = \frac{0,377 \cdot 2100 \cdot 0,64}{52,5} = 9,65 \text{ км / год}$$

$$v_{mT-150}^{III} = \frac{0,377 \cdot 2100 \cdot 0,64}{42,7} = 11,86 \text{ км / год}.$$

Визначимо робочу швидкість ґрунтообробного агрегату з урахуванням пробуксовування коліс трактора, км/год.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$v_p = v_t \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \quad (3.3)$$

де δ - коефіцієнт пробуксовування ($\delta = 6 \dots 20\%$), при обробітку минулорічного зябу для тракторів марки Т-150К $\delta = 10 \dots 15\%$ (приймаємо $\delta = 10\%$).

$$v_{pT-150}^{II} = 9,65 \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 8,68 \text{ км/год}$$

$$v_{pT-150}^{III} = 11,86 \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 10,67 \text{ км/год}$$

Згідно експериментальних даних наданих підприємством-виробником максимальний питомий тяговий опір комбінованого культиватора КПС-10 з додатковими робочими органами в вигляді борін з плоскими зубами на 1м ширини захвату та при глибині обробітку 0,06м становить $K_{\text{кпс}} = 2,0$ кН при робочій швидкості $V=5$ км/год. Для культиваторів КПСП-4 $K_{\text{кпсп}} = 1,8 \dots 2,3$ кН, для борін зубових $K_{\text{бор}} = 0,6 \dots 1,0$ кН. Для агрегату у складі культиватора КПСП-4, борін БЗСС-1 та зчіпки приймаємо $K_{\text{кпсп+бор+зч}} = 2,4$ кН

Значення питомого опору при збільшенні робочої швидкості визначимо за формулою:

$$K_o^v = K_o \cdot \left[1 + 0.006(V_p^2 - V^2) \right] \quad (3.4)$$

$$K_{\text{КПС}}^{v,II} = 2,0 \cdot \left[1 + 0.006(8.68^2 - 5^2) \right] = 2,6 \text{ кН}$$

$$K_{\text{КПС}}^{v,III} = 2,0 \cdot \left[1 + 0.006(10,67^2 - 5^2) \right] = 3,06 \text{ кН}$$

$$K_{\text{КПСП}}^{v,II} = 2,4 \cdot \left[1 + 0.006(8,68^2 - 5^2) \right] = 3,12 \text{ кН}$$

$$K_{\text{КПСП}}^{v,III} = 2,4 \cdot \left[1 + 0.006(10,67^2 - 5^2) \right] = 3,67 \text{ кН}$$

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Визначимо робочий тяговий опір комбінованого культиватора з урахуванням його конструкційної ширини захвату.

$$R_{\text{вк}} = K_o^v \cdot B \quad (3.5)$$

де B – конструкційна ширина захвату агрегату

$$B_{\text{кпс}}=10\text{м}, B_{\text{кпсп}} = 8\text{м}$$

Для трактора Т-150К

$$R_{\text{кпс}}^{\text{II}} = K_{\text{ксп}}^{v\text{II}} \cdot B = 2,6 \cdot 10 = 26 \text{кН}$$

$$R_{\text{кпс}}^{\text{III}} = K_{\text{ксп}}^{\text{III}} \cdot B = 3,06 \cdot 10 = 30,6 \text{кН}$$

$$R_{\text{кпсп}}^{\text{II}} = K_{\text{кспп}}^{v\text{II}} \cdot B = 3,12 \cdot 8 = 24,96 \text{кН}$$

$$R_{\text{кпсп}}^{\text{III}} = K_{\text{кспп}}^{v\text{III}} \cdot B = 3,67 \cdot 8 = 29,36 \text{кН}$$

Отже, з усіх розглянутих варіантів, за тяговим зусиллям і при швидкостях передбачених в інструкціях по експлуатації ґрунтообробних знарядь прийнятними виявляється варіант з використанням трактора К-150К при експлуатації його на другій робочій передачі. При цьому він буде забезпечувати робочу швидкість $v_{p,T-150K}^{\text{II}} = 8,68 \text{км/год}$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора.

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{вк}}}{P_{\text{гак}}}; \quad (3.6)$$

$$\eta_{\text{кпс}}^{\text{II}} = \frac{R_{\text{ксп}}^{\text{II}}}{P_{\text{гак}}^{\text{II}}} = \frac{26}{26,9} = 0,96;$$

$$\eta_{\text{кпсп}}^{\text{II}} = \frac{R_{\text{кспп}}^{\text{II}}}{P_{\text{гак}}^{\text{II}}} = \frac{24,96}{26,9} = 0,92$$

Визначимо змінну продуктивність, га/зм

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot \vartheta_p \cdot T_p \quad (3.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

ϑ_p – робоча швидкість агрегату;

T_p – тривалість робочого часу зміни;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau; \quad (3.8)$$

де $T_{зм}$ - час зміни, регламентується законодавством ($T_{зм} = 7\text{год}$);

τ – коефіцієнт, що характеризує використання часу зміни (для агрегатів поверхневого обробітку $\tau_{КПС} = 0,86$, для $\tau_{КПСП} = 0,83$, так як в агрегаті з культиваторами КПСП більше часу витрачають на складання агрегату і з'єднання його з трактором через зчіпку;

$$T_{рКПС} = 7 \cdot 0,86 = 6,02\text{год}.$$

$$T_{рКПСП} = 7 \cdot 0,83 = 5,81\text{год}.$$

За таких умов

$$W_{зм,КСП}^II = 0,1 \cdot 10 \cdot 8,68 \cdot 6,02 = 52,25\text{га} / \text{зм}$$

$$W_{зм,КПСП}^II = 0,1 \cdot 8 \cdot 8,68 \cdot 5,81 = 40,34\text{га} / \text{зм}$$

Розрахуємо витрати палива в кг/га за формулою [8,9]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}; \quad (3.9)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива при роботі агрегату протягом зміни, кг/зм;

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z; \quad (3.10)$$

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_{pg}, Q_x, Q_z - відповідні годинні витрати палива при виконанні робочих та холостих ходів, а також на зупинках з працюючим двигуном, кг/год
 t_x, t_z - відповідно час затрачений на холості ходи та зупинки з працюючим двигуном, год.

Рекомендовано приймати [8] $t_x = t_z$

$$t_x = t_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2} \quad (3.11)$$

$$t_{xKPC} = t_z = \frac{7 - 6,02}{2} = 0,49 \text{ год.}$$

$$t_{xKPCII} = t_z = \frac{7 - 5,81}{2} = 0,595 \text{ год.}$$

Згідно з [8,9] для тракторів Т-150К, на другій передачі $Q_p = 33 \text{ кг/год}$;
 $Q_x = 17,5 \text{ кг/год}$; $Q_z = 5,0 \text{ кг/год}$.

Отже, $Q_{zmKPC} = 33 \cdot 6,02 + 17,5 \cdot 0,49 + 5,0 \cdot 0,49 = 209,6 \text{ кг/зм}$

$$Q_{zmKPCII} = 33 \cdot 5,81 + 17,5 \cdot 0,595 + 5,0 \cdot 0,595 = 205,1 \text{ кг/зм}$$

Згідно (3.9) витрати палива в кг/га становитимуть:

$$Q_{ga}^{KPC} = \frac{Q_{zm}}{W_{zm}^{II}} = \frac{209,6}{52,25} = 4,01 \text{ кг/га} \quad (3.12)$$

$$Q_{ga}^{KPCII} = \frac{Q_{zm}}{W_{zm}^{II}} = \frac{205,1}{40,34} = 5,08 \text{ кг/га}$$

Наведені розрахунки свідчать, що агрегат у складі трактора Т150К і універсального комбінованого культиватора КПС-10 шириною захвату 10м може забезпечити більшу продуктивність при менших витратах палива на другій

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передачі порівняно з агрегатом у складі якого зчіпка та два культиватори КПСП-4 з зубовими боронами.

3.5. Підготовка ґрунтообробного агрегату до роботи

Підготовка агрегату до експлуатації передбачає перевірку технічного стану культиватора і трактора з подальшим усуненням виявлених несправностей, а також раціональне розміщення робочих органів культиватора й коліс трактора відповідно до виробничих потреб. Для забезпечення якісного виконання робіт у польових умовах необхідно здійснити попереднє налаштування як трактора, так і культиватора.

Під час підготовки трактора слід дотримуватися таких вимог:

- на передні лонжерони за допомогою кронштейнів встановлюють додаткові вантажі;
- тиск повітря в шинах передніх коліс має становити 0,16–0,17 МПа, а в шинах задніх — 0,23 МПа.

Підготовка культиватора до роботи включає виконання таких основних операцій:

- приєднання культиватора до причіпного пристрою трактора з фіксацією зчіпного пальця шплінтом, який має виходити за площину стінки замка, що унеможливорює випадкове роз'єднання агрегату під час роботи; при цьому культиватор повинен бути розташований по центру відносно поздовжньої осі трактора;
- контроль правильності встановлення робочих органів, перевірка їх технічного стану та надійності кріплення;
- встановлення лап у горизонтальне положення відносно поверхні майданчика;
- вирівнювання ступеня натягу стабілізуючих пружин на всіх підвісках пружинних борін;

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підкладання під опорні колеса дерев'яних брусків або дощок, висота яких на 1–1,5 см менша за заплановану глибину обробітку (з урахуванням занурення коліс у ґрунт);
- послаблення регулювальних гвинтів глибини обробітку, опускання робочих органів до поверхні майданчика та подальше закручування гвинтів до їх упору в пластини вилок опорних коліс.

3.6. Підготовка поля і рух агрегату в загінці.

Підготовка поля передбачає виконання таких заходів: проведення огляду ділянки з метою визначення способу обробітку та оптимальних строків його початку; вибір напрямку руху агрегату; розмічування поворотних смуг.

Термін початку виконання робіт встановлює агроном з урахуванням фактичного стану ґрунту. Розмір перекриття під час суміжних проходів визначається технічним станом культиватора та прийнятим способом руху агрегату в загінці. Ширина поворотних смуг залежить від складу машинно-тракторного агрегату й типу виконуваних поворотів. Орієнтовне значення ширини поворотних смуг визначають за відповідною розрахунковою формулою.

Виконаємо розрахунок параметрів поворотних смуг для випадку застосування петльових поворотів.

$$E = 3R_{\min} + L_a \quad (3,12)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м;

L_a – кінематична довжина агрегату, м;

$$R_{\min} = 1,7B \text{ [8]} \quad R_{\min} = 1,7 \cdot 10 = 17 \text{ м.} \quad (3.13)$$

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_3 + L_m \quad (3.14)$$

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$L_{тр}$ – кінематична довжина трактора, м ; $L_з$ – кінематична довжина зчіпки, м; $L_м$ – кінематична довжина культиватора, м.

Так як в нашому випадку культиватор агрегатується з трактором без зчіпки, то

$$L_a = L_{тр} + L_м \quad (3.15)$$

$$L_a = 1,15 + 3,4 = 4,55 \text{ м.}$$

$$E = 3 \cdot 17,5 + 4,55 = 57,05 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги має бути кратною ширині захвату культиватора, так, щоб при її обробітку ґрунтообробний агрегат проходив ціле число разів.

$$E = k B_p, \quad (3.16)$$

$$\text{де } k = \frac{E}{B_p} \quad (3.17)$$

заокругливши до цілого числа та підставивши значення

$$k = \frac{57,05}{10} = 5,705 = 6$$

перерахувавши отримуємо

$$E = 6 \cdot 10 = 60 \text{ м.}$$

Довжина робочого ходу агрегату (робочої заїмки):

$$L_p = L - 2E \quad (3.18)$$

$$L_p = 1200 - 2 \cdot 60 = 1080 \text{ м}$$

Поворотні смуги по краях заїмок рекомендовано відмічати борознами для візуалізації процесу.

3.7. Розбивання поля на заїмки.

Доцільно ширину заїмки вибрати кратною ширині захвату агрегату

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot W_{зм}}{L}, \quad (3.19)$$

де $W_{зм}$ - змінна продуктивність агрегату, га/ зм. (52,25 га/зм);

L- загальна довжина загінки, м, (1200м);

(1) – тривалість роботи в загінці, змін., згідно з агровимогами

$$C = \frac{10^4 \cdot 1 \cdot 52,25}{1200} = 435,4 м,$$

Враховуючи ширину поля в 900м , припустимо, що ширина загінки рівна 440м, тоді загальна кількість загінок становитиме 2,04шт. Очевидно, що потрібно прийняти ширину загінок рівною 450м.

3.8. Контроль якості виконання технологічного процесу

Якість виконання технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту має відповідати встановленим агротехнічним вимогам, що передбачають контроль певних показників під час роботи агрегату, а в окремих випадках — і після її завершення. До основних із них належать глибина обробітку, ступінь гребенистості поверхні поля, структурно-агрегатний склад розпушеного шару ґрунту та інші показники [8].

Глибину розпушування визначають у такій послідовності: по діагоналі поля виконують 10–15 вимірювань за допомогою лінійки, після чого обчислюють середнє значення глибини обробітку.

Ступінь кришення ґрунту (вміст грудок діаметром понад 20 мм, %) встановлюють таким чином: по діагоналі ділянки через кожні 80–100 м відбирають 5–10 проб із площі 40 × 25 см у межах розпушеного шару. Кожну відібрану пробу зважують, просіюють через сито з отворами діаметром 20 мм і визначають масу часток, що залишилися на ситі, виражаючи її у відсотках від загальної маси проби.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9. Розробка операційної технологічної карти на передпосівний обробіток ґрунту

В операційній технологічній карті відображають: умови виконання робіт та встановлені агротехнічні вимоги; порядок підготовки машинно-тракторного агрегату й поля до початку роботи; прийнятий спосіб руху та швидкісний режим; показники продуктивності агрегату і норми витрат палива; методи контролю якості виконання технологічного процесу.

Крім того, у карті наводять додаткові розрахункові показники, зокрема тривалість одного робочого циклу, довжину заїмки, технічну продуктивність за цикл, кількість циклів протягом зміни, а також загальні витрати палива за зміну.

Для визначення тривалості одного циклу користуються формулою [8,9]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot \vartheta_p} + 2t, \quad (3.20)$$

де L_p – робоча довжина заїмки, м;

ϑ_p - робоча швидкість ґрунтообробного агрегату, км/год;

t – час на поворот в кінці заїмки, хв ($t = 1,5$)

$$L_p = L - 2E, \quad (3.21)$$

де L – довжина заїмки (поля), м ($L = 1200$);

E – ширина поворотної смуги, м ($E = 60$ м)

Робоча довжина заїмки становить, м (1080м)

Тоді

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1080}{100 \cdot 8,68} + 2 \cdot 1,5 = 17,9 \text{ хв} \approx 0,3 \text{ год}$$

Технічна продуктивність агрегату за один цикл становить, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 B_{\text{р}} \cdot v_{\text{р}} \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau \quad (3.22)$$

Використавши отримані раніше значення складових, $B_{\text{р}}$, $v_{\text{р}}$, $T_{\text{ц}}$, τ отримаємо

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 10 \cdot 8,68 \cdot 0,3 \cdot 0,86 = 2,23 \text{ га/ц}$$

Кількість циклів, які виконує агрегат за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{52,25}{2,23} = 23,4 \text{ / зміна} \quad (3.23)$$

На підставі проведених розрахунків заповнюємо операційну технологічну карту, представлену в ілюстративних матеріалах роботи.

Враховуючи обґрунтовані зміни в складі агрегату для виконання поверхневого обробітку, а також нові режими його роботи, витрати палива, затрати праці та продуктивність, пропонуємо для використання в господарствах, які вирощують цукрові буряки на великих площах нову технологічну карту, яка також представлена в ілюстраційних матеріалах роботи.

Можна припустити, що запропоновані зміни в технології вирощування цукрових буряків дозволять знизити затрати праці на 3,94 люд.год/ 100 га підвищити продуктивність праці на 11,91 га за зміну та зменшити загальні витрати пального на 1,07 кг/га.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4. Інженерна частина

4.1. Особливості конструкції культиватора

Культиватор призначено для розпушення ґрунтів в осінній та весняний період під час виконання основного та поверхневого обробітку ґрунту та при необхідності закриття в ґрунт мінеральних добрив.

Комбінований культиватор:

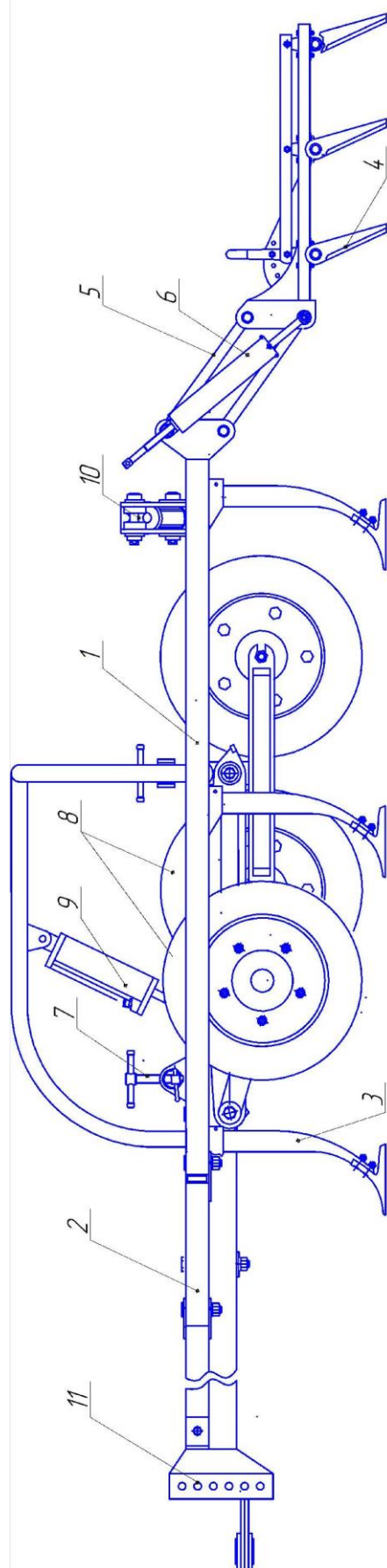
- агрегується з тракторами тягового класу 3-5. Спосіб агрегування – причіпний.
- може експлуатуватися на полях зі схилами до 8^0 на ґрунтах при вологості до 27% та твердості до 3,5 МПа.
- є рамна конструкція з трирядним рівномірним розташуванням робочих органів.

Культиватор КПС-10 (рис.4.1) складається з таких основних частин: рами-1, причіпного пристрою (сниці) - 2, важких культиваторних лап на жорстких стійках-3, борін з плоскими зубами і тупим кутом входження в ґрунт – 4, які з'єднуються з рамою через паралелограмні навіски - 5 і притискаються до ґрунту притискними пристроями - 6. Глибина обробітку ґрунту встановлюється гвинтовими механізмами -7 зміною положення опорних коліс - 8 в робочому положенні. Заглиблення і виглиблення робочих органів забезпечується гідроциліндрами – 9, передачею зусилля через вилки опорних коліс - 8. Переведення з робочого в транспортне положення забезпечується гідроциліндром – 10, який через кронштейни підіймає в вертикальне положення бокові секції машини. Гідравлічна система культиватора сприймає мастило під тиском від гідравлічного мотора трактора.

Рама культиватора – зварна конструкція з пустотілих брусів.

З'єднання культиватора з трактором виконується за допомогою сниці. На сниці прикріплено сектор -11 з шарніром для регулювання висоти положення шарніра з урахуванням конструкційних особливостей причіпного пристрою трактора.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1-Рамa; 2 - Причіп; 3 - Культиваторні лaпи; 4 - Борони; 5 - Паралелограмний механізм навіски борін; 6 - Натискний пристрій; 7 - Гвiнтaвий механізм регулювання глибини обробіткy; 8 - Опорно-регулювальні колеса; 9 - Гідроциліндри заглиблення та вигиблення робочих органів та транспортного положення; 10 - Гідроциліндр підйомання докових секцій; 11 - Сектор з шарніром причіпного пристрою.

Рис. 4.1. Культиватор комбінований КПС-10

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПС 00.000.ПЗ

Арк.

35

Транспортна ширина культиватора не перевищує 4,4 м, що дає змогу безпечно перевозити його дорогами загального користування. Переведення машини з робочого положення у транспортне і навпаки здійснюється з кабіни тракториста за допомогою гідросистеми трактора.

Механізм регулювання глибини ходу виконаний у вигляді гвинтової пари. Під час закручування або відкручування гвинта змінюється положення опорного колеса відносно рами. Один повний оберт гвинта забезпечує зміну глибини обробітку на 15 мм.

Робочими органами є стрілчасті лапи шириною захвату 420 мм, що мають індивідуальне кріплення та забезпечують розпушування ґрунту на задану глибину. Додатково культиватор оснащують зубовими боронами, призначеними для подрібнення шару, попередньо розпушеного лапами. Вони розміщуються позаду лап по всій ширині агрегату.

Конструкція кронштейнів рами дає можливість установлювати борони різних типів. Під час комплектування агрегату тип борін обирають залежно від стану ґрунту: для обробітку ущільнених і запливаючих ґрунтів застосовують важкі борони. Для формування агрегату використовують борони однієї марки.

При використанні стандартних зубових борін перевіряють довжину зубів у кожній ланці: ланку встановлюють на рівну поверхню та контролюють, щоб зазор між кінцями зубів і майданчиком не перевищував 10 мм. Укорочені зуби підлягають заміні. Зуби зі скошеними кінцями повинні бути орієнтовані однаково — скосом в один бік. За парної кількості борін їх розміщують симетрично відносно центра бруса культиватора. З'єднання борін із культиватором здійснюється паралелограмними механізмами. Під час роботи всі зуби мають працювати на однаковій глибині.

З огляду на те, що в багатьох агропромислових підприємствах з'явилися енергонасичені трактори тягового класу 3-5, виникає потреба в ефективному їх використанні шляхом збільшення ширини захвату машин та забезпечення якісного розпушування ґрунту.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Для розв'язання цього завдання пропонується розробити борони з плоскими зубами, адаптовані до базового культиватора КПС-10, із можливістю регулювання кута входження зубів у ґрунт. Така конструкція дозволить змінювати інтенсивність впливу на ґрунт, зменшити забивання рослинними рештками та підвищити надійність виконання технологічного процесу і якість обробітку.

4.2. Обґрунтування параметрів зубової борони

Культиватор комплектується боронами з плоскими зубами та тупим кутом входження в ґрунт, але розташування зубового поля є аналогічним до звичайних зубових борін, тому обґрунтування параметрів будемо проводити як для важких зубових борін [10,11].

Для визначення основних параметрів зубової борони необхідно виходити з умов її пристосування до рельєфу ґрунту, маси та жорсткості конструкції.

Одним з важливих параметрів зубової борони є відстань b між зубами. Відстань b залежить від кута сколювання ґрунту α . Суцільний обробіток ґрунту без огріхів для зубових борін з вертикальними зубами забезпечується при

$b = 2atg\alpha/2$. При $b \leq 2atg\alpha/2$ буде зайве перемішування ґрунту та порушено рівномірність ходу машини. При $b \geq 2atg\alpha/2$ залишаться необробленими полоси.

Кут α залежить від форми зуба, маси борони і складає для важких борін $\alpha=30^\circ \dots 50^\circ$

Для борін з зубом, що має нахил, аналогічно, відстань між суміжними боріздками складає [11]

$$b = S + \frac{2atg\frac{\alpha}{2}}{\cos(\varphi + \alpha)} = 10 + \frac{2 \cdot 60 \cdot tg\frac{30^\circ}{2}}{\cos(20^\circ + 30^\circ)} = 58,5 \text{ мм} \quad (4.1)$$

де S – ширина зуба, мм (10мм);

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

φ – кут сколювання ґрунту зубом борони у вертикальній площині, рекомендовані середні значення $\varphi = 20^\circ \dots 30^\circ$.

З конструкційних міркувань приймаємо $b = 50$ мм

Після виконання простих розрахунків отримуємо основні конструкційні параметри борони, та схему її зубового поля (рис.4.2).

Для важкої борони, яка прийнята для використання в складі культиватора, $b = 50$ мм, $b_1 = 200$ мм, $C = 370$ мм, $L = 1000$ мм, навантаження на один зуб становить до 28,4 Н.

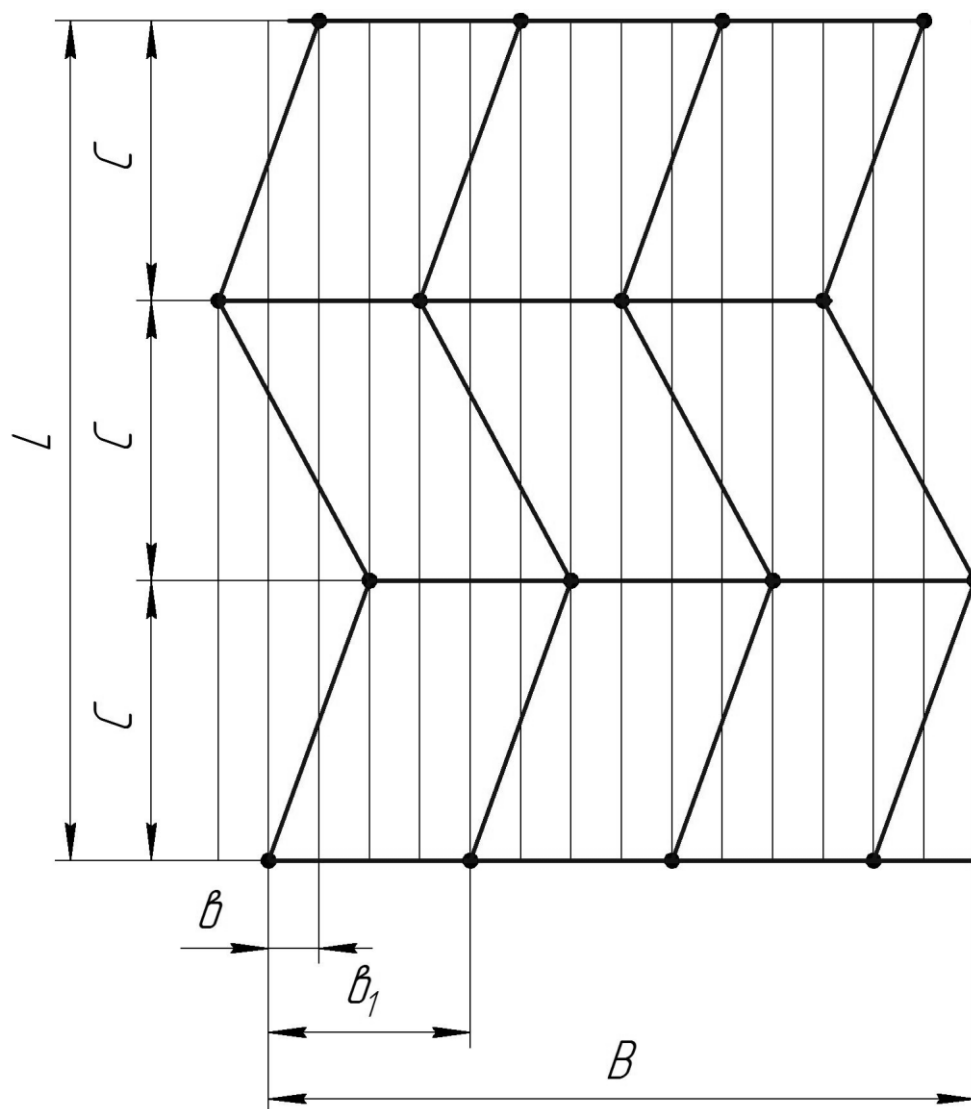


Рис. 4.2 – Схема зубового поля експериментальної борони

4.3. Розрахунок на міцність стійки культиваторної лапи

Стійку лапи розраховуємо на згин [11,12]. Зусилля R_{zx} , яке діє на робочий орган, при розрахунку перетину стійки рекомендовано збільшувати в 1,5рази, щоб врахувати можливі нерівномірності навантаження.

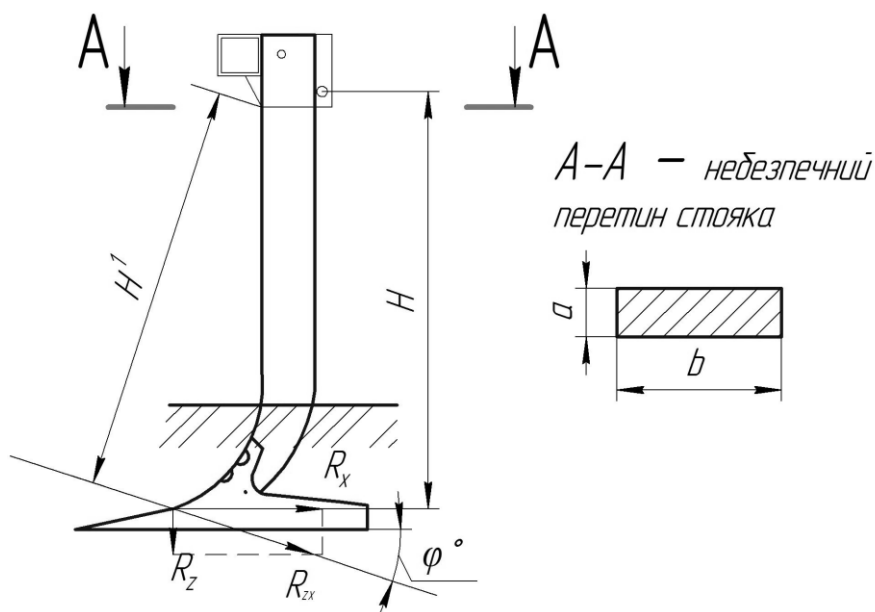


Рис. 4.3. Схема для розрахунку стійки лапи

$$M_3 = 1,5 \cdot R_{zx} \cdot H^1 \text{ (рис.4.3) -} \quad (4.2)$$

де - $R_{zx} = R_x / \cos \varphi$ або

$$R_{zx} = q \cdot B / n \cdot \cos \varphi \quad (4.3)$$

де - R_x – рівнодіюча в горизонтальній площині;

φ – кут нахилу рівнодіючої R_x до горизонту, який дорівнює 20° ;

q – питомий опір, який приходить на 1 м ширини захвату. З попередніх розрахунків $q = 320 \text{ кг/м}$; (розд.3)

B – ширина культиватора, м, $B = 10 \text{ м}$.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

n – кількість робочих органів $n = 27$.

Перетворюємо формулу (4.2) і отримуємо

$$M_3 = (q \cdot B / n \cdot \cos \varphi) \cdot 1,5 \cdot H^1 \quad (4.4)$$

Підставивши значення і отримаємо

$$M_3 = (320 \cdot 10 / 27 \cdot \cos \varphi) \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 113,8 \text{ кг} = 1138 \text{ Нм}$$

Визначимо необхідний перетин стійки, з урахуванням того, що стійку виготовляють з матеріалу Ст 5 Гпс для якого $B = 1600 \text{ кг/см}^2$.

Тоді

$$W = M_3 / B = 113,8 \cdot 10^2 / 1600 = 7,11 \text{ см}^3$$

Приймаємо поширену ширину стійки $a = 3 \text{ см}$, тоді довжина стійки b становитиме

$$b = 6W / a^2 = 6 \cdot 7,11 / 2^2 = 9,1 \text{ см}$$

З урахуванням того, що при розрахунках було прийняте значення питомого опору ґрунту яке діє при основному обробітку ґрунту то необхідно врахувати, що дані робочі органи при виконанні поверхневого обробітку сприйматимуть значно менші навантаження. На підставі цього приймаємо стандартне значення $a \times b = 30 \times 70 \text{ мм}$.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

5. Охорона праці

5.1. Особливості умов праці при вирощуванні цукрових буряків

Під час вирощування цукрових буряків здійснюють комплекс технологічних операцій, перелік яких наведено в технологічному розділі. Розглянемо ключові вимоги охорони праці та безпеки під час виконання основних етапів робіт.

Перед проведенням обробітку ґрунту обов'язково перевіряють технічний стан та повноту комплектації агрегату. На рівному горизонтальному майданчику здійснюють підтягування гайок кріплення робочих органів і перевіряють надійність усіх різьбових з'єднань.

У процесі підготовки дискових борін або луцильників контролюють міцність кріплень та виконують регулювання чистиків. Під час налаштування положення дисків для запобігання травмуванню рук їхніми гострими кромками необхідно працювати в захисних рукавицях.

Регулювання чи заміну робочих органів ґрунтообробних машин проводять виключно на рівному майданчику, що не лише спрощує процес налаштування, а й підвищує рівень безпеки.

До початку польових робіт поле обстежують і, за потреби, готують до роботи: засипають ями, вирівнюють канами. Поблизу ярів і схилів встановлюють попереджувальні знаки для запобігання нещасним випадкам.

Переміщення тракторного агрегату до поля та у зворотному напрямку здійснюють лише за маршрутом, погодженим керівником господарства. Заборонено виконувати різкі повороти, якщо робочі органи знаходяться в заглибленому стані.

За умов підвищеної запиленості, під час завантаження туковисівних апаратів або заточування робочих елементів обов'язково застосовують індивідуальні засоби захисту — окуляри та рукавиці.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед початком сівби перевіряють комплектність посівної машини, справність її механізмів і вузлів, а також надійність з'єднань, виконуючи їх підтягування за необхідності.

Початок руху причіпного агрегату дозволяється лише після подачі сигналу трактористом і отримання відповідного підтвердження від старшого на агрегаті (якщо він призначений). Під час завантаження сухих мінеральних добрив працівник повинен розташовуватися з підвітряного боку та користуватися респіратором.

Пристрої для очищення сошників мають бути оснащені дерев'яними ручками. Усунення несправностей і очищення сівалки допускається тільки після повної зупинки агрегату. Під час руху забороняється переходити з однієї сівалки на іншу. Для роботи у вечірній або нічний час заздалегідь перевіряють справність системи освітлення.

Перед висівом протруєного насіння працівники проходять обов'язковий інструктаж з техніки безпеки та застосовують засоби індивідуального захисту — респіратори, рукавиці й захисні окуляри.

Перед початком збирання врожаю, після отримання завдання від бригадира та проведення інструктажу, комбайнер зобов'язаний ознайомитися зі схемою руху, оцінити рельєф ділянки та визначити місця виконання поворотів.

Керування комбайном дозволяється лише працівникам, які офіційно закріплені за конкретною машиною наказом по господарству. Під час роботи в загінці комбайнер повинен постійно контролювати, щоб на обертові елементи жатки не намотувалися стебла, адже внаслідок тертя можливе виникнення займання. Очищення здійснюють спеціальним гачком, використовуючи рукавиці. На поворотах і розворотах швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 0,8–1,1 м/с.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

5.2. Заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому культиваторі в агрегаті з трактором.

Гідравлічна система машини під'єднується до гідросистеми трактора через розривні муфти, що запобігають потраплянню та розбризкуванню мастила в бік механізатора у разі роз'єднання.

Конструктивні елементи культиватора спроектовані таким чином, щоб не обмежувати огляд із робочого місця та не створювати перешкод для спостереження за об'єктами, які потребують постійного контролю.

У зонах із ускладненим доступом передбачено одноразове змащування підшипників на весь міжремонтний період експлуатації. Точки змащення марковані спеціальними кольоровими індикаторами, що контрастують із загальним забарвленням машини, що полегшує їх ідентифікацію.

Культиватор укомплектований додатковим набором інструментів, які не входять до стандартного оснащення тракторів. Для ручного видалення налиплого ґрунту чи рослинних решток з робочих органів передбачені спеціальні чистики. Розміщення робочих елементів забезпечує зручний та безпечний доступ до них під час очищення.

Рівень шумового навантаження на робочому місці оператора перебуває в межах допустимих норм і не перевищує встановлених вимог.

Кольорове вирішення машини відповідає визначеним вимогам безпеки: основний колір агрегату контрастує з фоном середовища експлуатації (зокрема з кольором поля);

поверхні, що постійно знаходяться в полі зору оператора під час роботи, пофарбовані матовою фарбою, яка зменшує відблиски.

На машині нанесені інформаційні та попереджувальні написи, що застерігають від неправильних дій і інформують про потенційно небезпечні ситуації у разі порушення правил експлуатації.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Загальні висновки

Удосконалення технології вирощування цукрових буряків, що передбачає застосування культиватора КПС-10 під час виконання передпосівного обробітку ґрунту, забезпечило зростання продуктивності ґрунтообробного агрегату, а також дало можливість зменшити витрати пального і трудові затрати на виконання цієї операції.

Запропоновані зміни в технології вирощування культури обґрунтовані відповідними інженерними розрахунками щодо вибору раціонального складу машинно-тракторного агрегату та оптимальних режимів його роботи. За результатами аналізу розроблено вдосконалену технологічну карту і операційну технологічну карту проведення передпосівного обробітку ґрунту.

Для підвищення якості виконання технологічного процесу в інженерній частині проєкту здійснено модернізацію культиватора КПС-10. Запропоновано оновлену конструкцію борін із плоскими зубами та можливістю регулювання кута їх заглиблення в ґрунт. Реалізація цих конструкційних рішень сприятиме інтенсивнішому подрібненню поверхневого шару ґрунту, підвищенню надійності технологічної операції та покращенню її якості.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано специфіку умов праці під час вирощування цукрових буряків, розроблено комплекс заходів щодо безпечної експлуатації агрегату та розглянуто питання безпечного використання ґрунтообробної техніки для поверхневого обробітку ґрунту.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Література

1. Бондарь В.С. Буряково-цукровий підкомплекс АПК України – на ринкові рейки. // Цукрові буряки.-1998.-№ 5.-ст.5.

2. Технічні культури. Цукрові буряки. chrome-extension://mhjfbmdgcfjbbpaeojfohofegiehjai/index.html

3. Цукровий буряк. Основні характеристики.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjZmf7T_vySAxVBPxAIHbtbMOcQFnoECCUQAQ&url=http%3A%2F%2Fzemliak.com%2Fkultury%2F8762-cukroviy-buryak&usg=AOvVaw0x24BdYlAMS_nhFmK3d1cM&opi=89978449

4. Технологія вирощування цукрових буряків: особливості, підготовка ґрунту, сівба та головні моменти, які потрібно проконтролювати.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjqrH5_ySAxULFBAIHf9hEn0QFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.syngenta.ua%2Fsites%2Fg%2Ffiles%2Fkgtny1466%2Ffiles%2Fmedia%2Fdocument%2F2016%2F12%2F20%2Fsugar_beet_30-12-2014-fin.pdf&usg=AOvVaw3Md3jscp0QzjdZOXg0eLJh&opi=89978449

5. В.В.Медведєв, В.Ф.Пашенко, Т.Є.Линдіна. Технологія вирощування цукрових буряків в умовах Лісостепу України. Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім.О.Н.Соколовського. <http://www.minagro.kiev.ua/page/?2096>

6. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; за ред. В.Д. Гречкосія.– 2-е вид. Перероб. і доп.– К.: Урожай, 1991.– 400 с.

7. О. Гайденко. Основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту та сівби. / Механізація АПК / Вівторок, 11 серпня 2020 15:15. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/18415-osnovni-ahrotekhnichni-vymohy-do-obrobitku-gruntu-ta-sivby.html>

8. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Механізація, електрифікація, автоматизація сільськогосподарського

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва», розділ «Експлуатація Машино-тракторного парку» для студентів спеціальності -7.130102 – «Агрономія»/Укл.: П.Г.Лузан, І.М.Осипов, В.М.Сало, С.М.Мороз. – Кіровоград. КДТУ, 1999.-44с.

9. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник.– К. Вища шк., 1995.– 237 с

10. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч.закл. із спец. „Машини та обладнання с.-г. вир-ва”/За ред. М.І.Черновола. К.: Урожай, 2001.- 384с.

11. Проектування сільськогосподарських машин. Навчально-методичний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. – Кам'янець-подільський: ФОП Сисин О.В., 2010. – 640 с. ISBN 978-611-539-016-8

12. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко. К.: Вища школа, 1993. 655 с.

13. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві.- К.: "Урожай", 1991.

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ДОДАТКИ

					КПС 00.000.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		