

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 секції сівалки

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи АІ-23мб-1.2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Кравченко Дмитро Володимирович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____Володимир АМОСОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

канд. техн. наук, ст. викл.

_____ОлександрЛІВІЦЬКИЙ

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2026 року

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

_____ Кравченко Дмитро Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням конструкції секції сівалки
2. Керівник роботи (проекту) Амосов Володимир Васильович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 12.06.2026 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Підвищення ефективності технології вирощування цукрових буряків та вдосконалення конструкції бурякової сівалки ССТ-12Б для покращення її експлуатаційних показників
5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта; 2. Операційно-технологічна карта; 3. Сівалка – функціональна схема; 4. Колесо прикочувальне – складальне креслення; 5. Деталювання. Всього 5,0 аркушів формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Амосов В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	27.05.2026 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	30.05.2026 р.	
3	Виконання розділу 4		
	Графічна частина арк. 3, 4, 5	05.06.2026 р.	
4	Виконання розділів 5, 6	08.06.2026 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки,		
	графічної частини, підготовка до захисту.	10.06.2026 р.	

Дата видачі завдання
«13» квітня 2026 р.

Підпис керівника

_____ Амосов В.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Кравченко Д.В.
(прізвище та ініціали)

Анотації

Кравченко Дмитро Володимирович
Kravchenko Dmytro

Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням конструкції секції сівалки

Mechanization of sugar beet cultivation with improved design of the seeder section

У кваліфікаційній роботі вдосконалено технологію вирощування цукрових буряків та модернізовано прикочувальне колесо сівалки ССТ-12В, що дозволило підвищити схожість насіння та зменшити затрати ручної праці. Проведені технологічні, кінематичні і енергетичні розрахунки сівалки, розрахунки на міцність. У розділі охорони праці запропоновані заходи для зменшення дії шкідливих факторів на оператора бурякової сівалки.

In the qualification work, the technology of growing sugar beets was improved and the trailing wheel of the SST-12B planter was modernized, which allowed to increase seed germination and reduce the cost of manual labor. Technological, kinematic and energy calculations of the planter, strength calculations were carried out. In the labor protection section, measures are proposed to reduce the effect of harmful factors on the operator of the beet planter.

**технологічна карта, сівалка, цукровий буряк, прикочувальне колесо
technological map, planter, sugar beet, roller wheel**

Кравченко Д. В. Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням конструкції секції сівалки: кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 208 «Агроінженерія» / наук. кер. В. В. Амосов ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2026. – 53 с.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			<u>МВБ 00.000 ПЗ</u>	Пояснювальна записка		
A1			<u>МВБ 00.000 ТК</u>	Технологічна карта	1	
A1			<u>МВБ 00.000 ОК</u>	Операційно-технологічна карта на посів цукрових буряків	1	
A1			<u>МВБ 00.000 С2</u>	Сівалка ССТ-12В	1	
				<u>Документація по складальних одиницях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A3			<u>МВБ 00.2410 СК</u>	Прикотуюче колесо	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			<u>МВБ 00.681</u>	Вісь	1	
A4			<u>МВБ 00.006</u>	Втулка	1	
A3			<u>МВБ 00.404</u>	Диск	1	
A3			<u>МВБ 00.108</u>	Маточина	1	

МВБ 00.000 ВП							
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата			
Розроб.	Кравченко				Лист	Аркуш	Аркуші
Перевір.	Амосов						1
Н.контр.	Артемюк				ЦНТУ		
Затвер.	Васильченко				гр. АІ-23м6-1.2		

Відомість проекту

ЗМІСТ

стор.

ЗМІСТ	5
1 ВСТУП	6
2 АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ	7
3 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ ЦУКРОВОГО БУРЯКА	16
4 ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	27
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	47
6 ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТКИ	54

1 ВСТУП

Забезпечення населення високоякісними продуктами харчування неможливе без розвитку галузі вирощування цукрових буряків, оскільки дана культура має важливе значення як для створення кормової бази тваринництва, так і для виробництва цукру в харчовій промисловості.

Серед комплексу агротехнічних заходів, що застосовуються під час вирощування цукрових буряків, одне з основних місць займає посів. Від якості його виконання значною мірою залежить розвиток рослин, рівномірність сходів та рівень майбутньої врожайності.

Сучасний розвиток посівної техніки спрямований на вдосконалення конструкцій машин з метою підвищення їх продуктивності, зменшення маси, покращення якості виконання технологічних операцій та забезпечення надійності в роботі.

Для висіву насіння цукрових буряків використовують сівалки точного висіву, які в більшості випадків оснащуються пристроями для одночасного внесення мінеральних добрив, що дозволяє підвищити ефективність проведення посівних робіт.

У зв'язку зі зменшенням кількості працівників у сільськогосподарському виробництві особливо важливим є створення високопродуктивної, економічної та надійної у використанні техніки.

Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності технології вирощування цукрових буряків та вдосконалення конструкції бурякової сівалки ССТ-12Б для покращення її експлуатаційних показників.

					МВБ 00. 000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Кравченко				Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням конструкції секції сівалки			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Амосов									
								ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.2		
Н.контр.	Артеменко									
Затвер.	Васильковськи									

2 АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

Цукровий буряк (*Beta vulgaris saccharifera*) – це дворічна рослина родини лободових, яка має важливе значення у сільському господарстві та харчовій промисловості. Дана культура була створена шляхом селекційного відбору природних гібридів листкових форм буряка з високоврожайними коренеплідними видами. Активне впровадження цукрового буряка у сільськогосподарське виробництво розпочалося у XVIII–XIX століттях[4].

У перший рік розвитку рослина формує потовщений коренеплід із високим вмістом цукру та розетку великих черешкових листків. На другий рік після висаджування коренеплодів у ґрунт утворюються квітконосні стебла, на яких досягає насіння. Середня маса коренеплоду становить приблизно 400–500 г, хоча окремі екземпляри можуть досягати 1–2 кг і більше[4].

На початкових етапах вирощування цієї культури вміст цукру в коренеплодах був порівняно невисоким – близько 5–7 %. Однак у результаті тривалої селекційної роботи, яка проводилася понад 150 років, показник цукристості значно зріс і сьогодні, залежно від сорту та умов вирощування, становить у середньому 16–20 %, а іноді перевищує 21–22 %[4].

Цукровий буряк має велике народногосподарське значення. Насамперед його вирощують як основну сировину для виробництва цукру – важливого продукту харчування. Під час переробки коренеплодів також отримують побічні продукти – жом і мелясу, які широко використовуються у тваринництві та інших галузях.

Найкращі умови для вирощування цукрових буряків створюються на чорноземних ґрунтах із глибоким гумусовим шаром та хорошими агрофізичними властивостями. Водночас високі врожаї можна отримувати і

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

на сірих опідзолених ґрунтах за умови внесення достатньої кількості органічних та мінеральних добрив.

На ґрунтах із підвищеним рівнем кислотності необхідно проводити вапнування, а також вносити органічні та мінеральні добрива. На солонцюватих і засолених ґрунтах високі врожаї цукрових буряків можна отримати за умови проведення відповідних агроеліоративних заходів, зокрема гіпсування ґрунтів різного ступеня засолення.

Піщані ґрунти менш придатні для вирощування цукрових буряків, ніж суглинкові та глинисті. Проте при достатньому зволоженні, внесенні органічних і мінеральних добрив, а також використанні сидеральних культур можна отримувати високі врожаї з хорошими показниками цукристості й на таких ґрунтах.

На торфових ґрунтах за внесення фосфорно-калійних добрив і препаратів, які вміщують мідь, також формуються високі врожаї, однак вміст цукру в коренеплодах при цьому знижується. Тому в подібних умовах доцільніше вирощувати буряки як кормову культуру для тваринництва.

Цукровий буряк є культурою, досить вимогливою до забезпечення вологою та теплом. Для районів, сприятливих до його вирощування, річна кількість опадів повинна становити приблизно 450–600 мм, а за вегетаційний період – 250–350 мм. Потреба культури в теплі характеризується сумою активних температур понад 10 °С, яка має становити 2500–3500 °С[4].

У теплу та суху осінню погоду, коли переважають сонячні дні, у коренеплодах накопичується більше цукру, і цукристість може досягати 19–20 %. Якщо ж осінь прохолодна, волога та похмура, вміст цукру зазвичай знижується до 16–17 %[4].

Технологія вирощування цукрових буряків залежить від багатьох чинників. Найважливішими серед них є ґрунтово-кліматичні умови, тип і механічний склад ґрунтів, ступінь прояву водної та вітрової ерозії, рівень розвитку методів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, а також

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

економічні можливості господарства щодо використання сучасної техніки, добрив і засобів захисту рослин.

Важливе значення для отримання високих урожаїв має дотримання науково обґрунтованих сівозмін. У західних та північних районах Лісостепу, де спостерігається достатнє зволоження, цукрові буряки найчастіше висівають після озимих культур, розміщених по багаторічних бобових травах однорічного використання, зайнятих парах або після зернобобових культур, таких як горох чи кормові боби.

У степових регіонах України цукрові буряки переважно висівають після озимої пшениці, яку розміщували по ранніх зайнятих або чистих парах із внесенням органічних добрив, а також після озимих культур, що вирощувалися після гороху.

У центральній частині Лісостепу, де характерне нестійке зволоження, посіви цукрових буряків найчастіше розташовують після озимих культур, вирощених по ранніх зайнятих парах із вико-вівсяними та вико-житніми сумішками, кукурудзи на ранній силос, чистих парів і гороху.

Основний обробіток ґрунту під цукрові буряки включає лущення стерні та проведення глибокої зяблевої оранки.

У районах із достатнім рівнем зволоження стерню зазвичай лущать на глибину 6–8 см. У більш посушливих умовах ефективнішим є глибше лущення – до 10–12 см із одночасним боронуванням поверхні поля[4].

Після виконання лущення проводять глибоку зяблеву оранку. Її виконують у другій половині серпня або у вересні, а в західних областях із підвищеною вологістю – не пізніше середини жовтня.

У передових господарствах зон достатнього зволоження широко застосовується напівпаровий спосіб обробітку ґрунту.

На зрошуваних землях глибока оранка сприяє покращенню водно-повітряного режиму ґрунту. Для формування 1 ц урожаю рослини цукрових буряків споживають приблизно 8–10 м³ води. У степових і лісостепових районах із недостатнім зволоженням для накопичення вологи

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

рекомендується проводити снігозатримання за допомогою валкоутворювачів СВУ-2,6, а навесні – заходи із затримання талих вод. Використання цих агротехнічних прийомів дає можливість підвищити врожайність цукрових буряків більш ніж на 60 ц/га[4].

Для контролю бур'янів на посівах застосовують різні види гербіцидів, зокрема метамітрон, диметенамід-П, метолахлор, етофумезат, пропізохлор, фенмедифам, десмедифам, етофумезат, трифлусульфурон-метил та їх комбіновані суміші.

Цукрові буряки характеризуються високим винесенням поживних речовин із ґрунту порівняно із зерновими культурами. Особливо великою є потреба рослин у азоті та калії, споживання яких у 2–3 рази перевищує аналогічні показники зернових культур.

Із врожайністю 1036 ц/га коренеплодів та 332 ц/га гички цукрові буряки виносять із ґрунту приблизно 477 кг/га азоту, 114 кг/га фосфору та 498 кг/га калію. Найінтенсивніше поглинання основних елементів живлення (N, P, K) спостерігається у липні, коли рослини перебувають у фазі найактивнішого росту.

Серед органічних добрив, які застосовують під цукрові буряки, найпоширенішим є гній, при цьому найбільш ефективною формою вважається напівперепрілий гній.

Система удобрення цукрових буряків включає три основні етапи: основне внесення добрив під час глибокої зяблевої оранки, рядкове внесення під час сівби та підживлення рослин у період вегетації. Розміщення добрив у різних шарах орного горизонту забезпечує рівномірне та безперервне живлення рослин протягом усього вегетаційного періоду.

Норми внесення органічних і мінеральних добрив визначаються з урахуванням типу ґрунту, попередника та кліматичних умов. У зонах нестійкого зволоження на чорноземах зазвичай вносять 20–30 т/га гною, тоді як на сірих опідзолених ґрунтах – 30–40 т/га. У районах достатнього

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

зволоження та на зрошуваних землях рекомендована норма також становить 30–40 т/га[4].

У разі вирощування цукрових буряків після озимої пшениці, яка розміщувалась по удобрених гноєм зайнятих парах або після багаторічних бобових трав, дозу азотних добрив доцільно зменшувати. Аналогічне зниження норм азоту рекомендується після гороху та кормових бобів на родючих ґрунтах.

На осушених торфових ґрунтах застосовують переважно фосфорно-калійні добрива у дозах: фосфорні – 50–60 кг/га, калійні – 120–150 кг/га діючої речовини. Додатково рекомендується внесення 5–6 ц/га піритного недогарку[4].

Для удобрення цукрових буряків можуть використовуватися різні види мінеральних добрив. Ефективним є поєднання внесення фосфоритного борошна під зяблеву оранку з локальним внесенням гранульованого суперфосфату в рядки та подальшим підживленням у період вегетації.

Вплив різних форм азотних добрив (натрієвої, кальцієвої та аміачної селітри, сечовини і сірчанокислового амонію) на формування врожаю цукрових буряків загалом є близьким за ефективністю. Водночас на дерново-підзолистих ґрунтах певну перевагу демонструє кальцієва селітра. Для підживлення буряків також цінним джерелом азоту є аміачна вода.

При вирощуванні культури на кислих ґрунтах під зяблеву оранку доцільно вносити 3–4 т/га дефекату, що забезпечує приріст урожайності на рівні 20–40 ц/га. Проведення вапнування підзолистих ґрунтів дає змогу підвищити продуктивність цукрових буряків приблизно на 30–50 ц/га[4].

Внесення добрив у рядки під час сівби сприяє більш швидкому розвитку рослин, підвищує їхню стійкість до несприятливих умов вирощування, а також до ураження хворобами та пошкодження шкідниками. За результатами тривалих польових досліджень, застосування такого прийому забезпечує підвищення врожайності в середньому на 25–30 ц/га і більше[4].

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Для сівби використовують насіння цукрових буряків із схожістю не нижче 75 %, чистотою не менше 97 % та вологістю, що не перевищує 14,5 %[4].

При пунктирному способі сівби насіння обов'язково проходить калібрування. Для цього насіння однонасінних форм буряків на зерноочисних машинах розділяють на фракції залежно від діаметра клубочків (3,5–4,5 мм та 4,5–5,5 мм). Більш крупне насіння, яке виходить за межі зазначених фракцій, допускається до висіву звичайними сівалками за умови зменшеної норми висіву[4].

Сівбу цукрових буряків розпочинають тоді, коли температура ґрунту на глибині 5–10 см досягає 7–8 °С. Надто ранній посів є небажаним, оскільки за низьких температур насіння повільно проростає, затримується поява сходів і підвищується ризик ураження рослин коренеїдом[4].

Посів здійснюють рядковим способом із використанням спеціальних бурякових сівалок із одночасним внесенням мінеральних добрив у рядки. Стандартна ширина міжрядь становить 45 см, а в умовах зрошення її збільшують до 60 см для полегшення проведення поливів по борознах.

Останнім часом усе більшого поширення набуває пунктирний спосіб сівби цукрових буряків, який передбачає висів невеликих норм дражованого насіння з рівномірним розміщенням у рядках. Для цього застосовують спеціальні пунктирні сівалки або сівалки точного висіву типу ССТ-12В. Норма висіву для багатонасінних форм становить 25–30 кг/га, для однонасінних – Насіння цукрових буряків при сівбі необхідно загортати у вологий шар ґрунту. На важких ґрунтах за умов достатнього зволоження оптимальна глибина загортання становить 2,5–3 см. На легких ґрунтах і структурних чорноземах насіння висівають дещо глибше – на 3–4 см. У посушливих умовах південних і східних районів, коли верхній шар ґрунту швидко пересихає, глибину загортання збільшують до 4–5 см. Для покращення контакту насіння з ґрунтом і забезпечення дружніх сходів після

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

сівби проводять коткування кільчастими котками впоперек напрямку рядків[4].

Для зменшення забур'яненості та розпушування поверхневого шару за 3–4 дні до появи сходів застосовують досходове боронування. Поле обробляють легкими боронами ЗБП-0,6 або райборінками З-ОР-0,7 на глибину 2–2,5 см. Такий захід дає змогу знищити до 70–80 % бур'янів[4].

Перше міжрядне розпушування ґрунту за інтенсивною технологією проводять у фазі неповних сходів цукрових буряків на глибину 2,5–3 см. Для цього використовують культиватори УСМК-5,4А, оснащені плоскорізальними лапами, захисними дисками та ротаційними робочими органами. Захисна зона з обох боків рядка становить 6–7 см, а робоча швидкість агрегату – близько 4 км/год[4].

Для боротьби з шкідниками, зокрема довгоносом, посіви обробляють інсектицидами з групи піретроїдів. Також проти довгоносиків і дротяників застосовують препарат БІ-58 поліпшений, який одночасно стримує поширення бурякових блішок.

На сильно ущільнених ґрунтах, де легкі борони не забезпечують достатнього розпушування поверхневого шару, використовують середні зубові борони. Обробіток проводять уперек рядків або по діагоналі. У період появи сходів боронування не виконують, щоб не пошкодити рослини.

У разі утворення ґрунтової кірки її руйнують за допомогою ротаційних мотик, які ефективно розпушують ущільнений шар і не травмують сходи. Як альтернативу можуть застосовуватися легкі кільчасті котки.

Друге післясходове боронування проводять після появи сходів буряків у фазі першої пари справжніх листочків. У цей час корінці рослин мають довжину до 30 см і рослини майже не пошкоджуються. Якщо посіви зріджені (на 1 м рядка менше 25 рослин), боронування проводять пізніше – на початку утворення другої пари листочків.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

У посушливих умовах на добре розпушених і малозабур'ячених ґрунтах проведення боронування є недоцільним. Також не рекомендується боронувати надто зрізнені сходи, щоб не погіршити їх збереженість.

Робочі органи проріджувальних агрегатів повинні заглиблюватися в ґрунт на 2–3 см, при цьому робоча швидкість агрегату становить до 7 км/год.

За прогресивною технологією вирощування цукрових буряків перше глибоке міжрядне розпушування проводять на глибину 12–14 см одночасно з внесенням мінеральних добрив після формування оптимальної густоти рослин. Кількість міжрядних обробітків визначається типом ґрунту, кліматичними умовами та рівнем забур'яненості посівів. У районах із підвищеною кількістю опадів і схильністю ґрунтів до ущільнення виконують 4–5 розпушувань, тоді як на легких і структурних ґрунтах достатньо 3–4[4].

Глибина міжрядного обробітку залежить від стану ґрунту та погодних умов. На сильно ущільнених ґрунтах і в зонах із високим зволоженням для покращення аерації кореневої системи глибину збільшують до 10–12 см. У посушливих регіонах та на пухких ґрунтах її зменшують до 6–8 см[4].

Глибокі розпушування виконують культиваторами, оснащеними долотоподібними робочими органами, у поєднанні з ротаційними пристроями типу РБ-54, тоді як для неглибокого обробітку використовують лапи-леза. Після першого глибокого розпушування обов'язково проводять наступне – більш поверхневе. Друге глибоке розпушування здійснюють через 8–10 днів після першого. Для запобігання утворенню ґрунтової кірки наступні обробітки виконують на зменшену глибину. Робоча швидкість агрегатів становить 6–7 км/год.

Під час механізованого міжрядного обробітку з обох боків рядка залишають захисну зону 12–15 см. Щоб уникнути пошкодження рослин, на тракторах і культиваторах встановлюють листовідхилювачі[4].

Максимальне накопичення цукрів у коренеплодах та найвища якість соку при мінімальному вмісті азотистих сполук спостерігаються у фазі технічної стиглості цукрових буряків. У цей період темпи приросту маси

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

коренів і накопичення цукру поступово знижуються, рядки змикаються слабше, а зовнішні листки прикореневої розетки починають в'янути, жовтіти та відмирати. У провідних бурякосійних регіонах у першій половині вересня рослини ще продовжують активний ріст і накопичення цукру, а за умов теплої затяжної осені вегетація може тривати навіть до початку жовтня.

Для збирання цукрових буряків широко застосовується комплекс шестирядних машин, до якого входять причіпні гичкозбиральні агрегати БМ-6, БМ-6А, самохідні коренезбиральні машини КС-6, а також навантажувачі СПС-4,2 і СНТ-2.

Коренеплоди, які не були одразу транспортовані на цукрові заводи, тимчасово зберігають у великих кагатах, укриваючи їх шаром вологої землі. Сучасна технологія передбачає доставку буряків на переробні підприємства без попереднього ручного доочищення. Гичку при цьому силосують окремо або разом із кукурудзою.

Залежно від забезпеченості господарства технікою та транспортом застосовують потоковий, перевалочний або потоково-перевалочний способи збирання буряків.

При поточковій технології викопані та очищені корені безпосередньо завантажуються в транспортні засоби комбайном і доставляються на бурякопункти без ручного доочищення.

Перевалочний спосіб відрізняється тим, що викопані корені спочатку розвантажують на краю поля, де формують кагати. Надалі, залежно від ступеня забруднення, їх або очищають вручну, або без додаткової обробки завантажують буряконавантажувачами у транспорт і відправляють на переробні підприємства.

Потоково-перевалочний спосіб поєднує елементи обох технологій: буряки від комбайна транспортують і складують у бурти на краю поля, після чого з них завантажують у транспортні засоби та доставляють на цукрові заводи [4].

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

3 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

Якість виконання посівних робіт і витрати механічної енергії значною мірою залежать від правильного комплектування посівного агрегату. Ефективність агрегату визначається насамперед відповідністю між трактором та сільськогосподарською машиною, яка використовується для виконання певної технологічної операції, а також оптимальним співвідношенням тягового зусилля трактора і робочого опору знаряддя, що входить до складу агрегату.

Перед вибором марки і типу трактора, а також підбором відповідної сільськогосподарської машини, необхідно враховувати низку факторів. До основних із них належать: наявність у господарстві енергетичних засобів та машин, придатних для виконання конкретної операції; природно-кліматичні умови роботи, зокрема тип ґрунту, попередник, стан поверхні поля, його конфігурація, довжина гонів, величина ухилів тощо.

Для визначення доцільності використання як енергетичного засобу трактора Т-70С або МТЗ-80/82 проведемо відповідні розрахунки. Також буде встановлено, на якій передачі робота агрегату буде найбільш ефективною.

МТЗ-80 – IV передача (6,7 км/год);

Т-70С – V передача (6,67 км/год).

Визначаємо тягове зусилля тракторів за формулою [6]

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_r \cdot \eta_{\text{тп}}}{n_{\text{дв}} \cdot r_0} - G_{\text{тп}} \cdot (f + i) \quad (3.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, (для МТЗ-80 – $N_e=58,9$;
для Т-70С – $N_e=51,5$);

i_r – передаточне число трансмісії, (для МТЗ-80 $i_r=68$; для Т-70С $i_r=33,1$);

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

η_{mp} – механічний ККД трансмісії, (для МТЗ-80 $\eta_{mp}=0,92$; для Т-70С $\eta_{mp}=0,92$);

r_0 – дотичний радіус ведучих коліс, або ведучої зірочки, (для МТЗ-80 $r_0=0,73$; для Т-70С $r_0=0,326$ [6]);

G_{mp} – маса трактора, (для МТЗ-80 $G_{mp}=33400$ Н; для Т-70С $G_{mp}=44800$ Н[6]);

f – коефіцієнт опору кочення, ($f=0,19$);

i – максимальна величина підйому схилів на полі, ($i=0,03$).

Для МТЗ-80

$$P_{зак}^{IV} = \frac{10^4 \cdot 58.9 \cdot 68 \cdot 0.92}{2200 \cdot 0.73} - 33400 \cdot (0.19 + 0.03) = 15.6 \text{ кН.}$$

для Т-70С

$$P_{зак}^{VI} = \frac{10^4 \cdot 51.5 \cdot 33.1 \cdot 0.92}{2100 \cdot 0.326} - 44800 \cdot (0.19 + 0.03) = 13.1 \text{ кН.}$$

Визначаємо тяговий опір сівалки ССТ-12В [6]

$$R_m = \kappa \cdot B \quad (3.2)$$

де B – ширина захвату машини, м ($B=5,6$ м);

κ – питомий опір машини визначається, як

$$\kappa = \kappa_0 \cdot (1 + \Delta\kappa \cdot (V_p - V_0)) \quad (3.3)$$

де κ_0 – питомий тяговий опір машини (при швидкості $V_0=7$ км/год,

$$\kappa_0 = 1,0 \dots 1,8 \text{ кН/м[6]);}$$

$\Delta\kappa$ – збільшення питомого опору при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год, $\Delta\kappa=0,02$ [5].

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \quad (3.4)$$

де V_p – теоретична швидкість, км/год;

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

δ – коефіцієнт буксування (для Т-70С – $\delta=6\%$; для МТЗ – 80 $\delta=12\%$ [5]).

Отже, для Т-70С теоретична швидкість

$$V_p^{IV} = 6.7 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 6.3 \text{ км/год};$$

для МТЗ-80

$$V_p^V = 6.67 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 5.87 \text{ км/год}.$$

Визначаємо питомий опір машини

Для Т-70С

$$k = 1.8(1 + 0.04(6.3 - 6)) = 1.82 \text{ кН/м};$$

для МТЗ-80

$$k = 1.8(1 + 0.04(5.87 - 6)) = 1.79 \text{ кН/м}.$$

Виходячи з цього, опір сівалки ССТ-12В

Для МТЗ-80

$$R_M = 1.79 \cdot 6,3 = 11,277 \text{ кН};$$

для Т-70С

$$R_M = 1.82 \cdot 6,3 = 11,466 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [5]:

$$\eta = \frac{R_M}{P_{кр}}; \quad (3.5)$$

для МТЗ-80

$$\eta = \frac{11,277}{15,6} = 0,73;$$

для Т-70С

$$\eta = \frac{11,466}{13,1} = 0,88.$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Виходячи з вище розрахованого, в якості тягового засобу приймаємо трактор Т-70С при роботі на V передачі (фактична швидкість – 6,67 км/год).

Визначаємо змінну продуктивність, га/зм

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (3.6)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

V_p – робоча швидкість, м/с;

T_p – робочий час зміни

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (3.7)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, ($T_{зм}=7$ годин);

τ – коефіцієнт використання часу зміни (для посівних агрегатів $\tau=0,75$).

$$T_p = 7 \cdot 0,75 = 5,25 \text{ годин.}$$

За даних умов при агрегуванні з трактором Т-70С маємо

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 6,3 \cdot 6,67 \cdot 5,25 = 22,06 \text{ га/зм.}$$

Розрахунок витрати палива в кг/га визначаємо за формулою

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}} \quad (3.8)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, кг/зм;

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z \quad (3.9)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива під час роботи та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

t_x, t_z – відповідно затрачений час на робочі ходи та зупинки з працюючим двигуном, год. (в більшості випадків приймаємо $t_x = t_z$).

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \quad (3.10)$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,25}{2} = 0,875.$$

Згідно з таблиць для трактора Т-70С на п'ятій передачі $Q_p = 12$ кг/год; $Q_x = 7$ кг/год; $Q_3 = 6$ кг/год[6].

Отже

$$Q_{3м} = 12 \cdot 5,25 + 7 \cdot 0,875 + 1,6 \cdot 0,875 = 70,525 \text{ кг/зм.}$$

Витрати палива в кг/га становлять

$$Q_{2a} = \frac{70,525}{22,06} = 3,19 \text{ кг/га.}$$

З приведених розрахунків видно, що при роботі трактора Т-70С і сівалки бурякової ССТ-12В, продуктивність більша і менші витрати палива ніж з трактором МТЗ-80/82. Тому доцільніше використовувати при сівбі саме агрегат Т-70С і дві сівалки бурякові ССТ-12В.

3.1. Розрахунок величини поворотних смуг

При гонових способах руху на краях поля потрібно залишати смугу для холостих заїздів. Ширина поворотних смуг залежить від складу агрегату і ширини поворотів. В нашому випадку, при петльових поворотах ширина поворотної смуги буде дорівнювати [6]

$$E = 3 \cdot R_{min} + l_a \quad (3.11)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, м (для трактора Т-70С – $R_{min} = 3,6$ м[6]);

l_a – довжина виїзду агрегату, м

$$l_a = 0,2 \cdot l_k \quad (3.12)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату, м

$$l_k = l_T + l_M \quad (3.13)$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

де l_T і l_M – відповідно кінематична довжина трактора і сільськогосподарського знаряддя.

Для Т-70С і двох ССТ-12В

$$l_k = (1.85 + 2.0) \cdot 2 = 7.70 \text{ м.}$$

Довжина виїзду

$$l_a = 0.2 \cdot 7.70 = 1.44 \text{ м.}$$

Мінімальна ширина поворотної смуги

$$E_{\min} = 3 \cdot 3.6 + 1.44 = 12.24 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу

$$L_x = 6 \cdot R + 2 \cdot E_{\min}; \quad (3.14)$$

$$L_x = 6 \cdot 3.6 + 2 \cdot 12.24 = 45.08 \text{ м.}$$

Робоча довжина загінки

$$L_p = L - 2 \cdot E_{\min}; \quad (3.15)$$

де L – довжина поля ($L=800$ м)

$$L_p = 800 - 2 \cdot 12.24 = 774.06 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}; \quad (3.16)$$

$$K_p = \frac{776.86}{776.86 + 44.74} = 0.95.$$

Оптимальна ширина загінки

$$C_{opt} = \frac{n_e \cdot W_{зм} \cdot 10^4}{L}; \quad (3.17)$$

$$C_{opt} = \frac{2 \cdot 22.06 \cdot 10^4}{800} = 530 \text{ м.}$$

Узгодимо розміри загінки з робочою шириною машини. Для цього визначимо кількість проходів агрегату при проході однієї загінки.

$$n = \frac{C_{opt}}{B_p}; \quad (3.18)$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$n = \frac{530}{6.3} = 84.1$$

Приймаємо $n=84$, тоді

$$C_{onm} = 84 \cdot 6,3 = 529,2 \text{ м.}$$

Кількість заїнок визначаємо за формулою

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C_{onm}}; \quad (3.19)$$

де F – площа поля ($F=5$ га);

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 5}{800 \cdot 529,2} = 11,8$$

Ширина поля площею 5 га і довжиною загінки 800 м складає 62,5 м, тоді кількість проходів сівалки складає

$$n_n = \frac{62.5}{6.3} = 9.9$$

Приймаємо кількість проходів рівною 10.

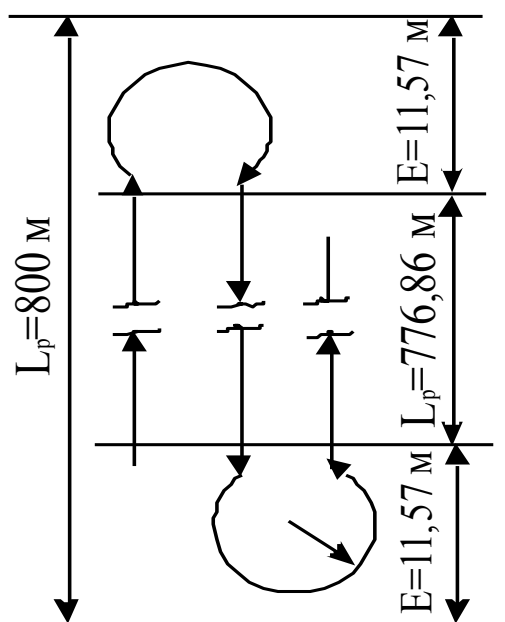


Рис.3.2. Схема руху агрегату при виконанні одного циклу.

3.2. Розробка технологічної карти вирощування цукрових буряків

В базовому господарстві існує така технологія виробництва цукрових буряків, яка приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

**Технологічна карта вирощування цукрових буряків
у базовому господарстві**

№ п/п	Найменування операції	Склад агрегату	
		трактор	машина
1	2	3	4
1	Лущення стерні	Т-150К	ЛДГ-15
2	Навантажування мін. добрив.	ЮМЗ-6	ПФ-0,5
3	Внесення мін. добрив.	Т-150К	МВУ-8Б
4	Глибока оранка	Т-150К	ПЛН-5-35
5	Культивація	МТЗ-80	УСМК-5,4
6	Закриття вологи	Т-70С	БЗТС-1,0
7	Вирівнювання грунту	Т-150К	ЗЗКШ-6
8	Передпосівна культивация	МТЗ-80	УСМК-5,4
9	Внесення гербіцидів	МТЗ-80	ПОМ-630
10	Посів (20-25 шт./п.метр.)	МТЗ-80	ССТ-12В
11	Коткування	МТЗ-80	ЗКВГ-1,4
12	Боронування до появи сходів	Т-70С	БЗТС-1,0
13	Шарування	Т-70С	УСМК-5,4
14	Формування густоти рослин	вручну	вручну
15	Міжрядне рихлення	МТЗ-80	УСМК-5,4
16	Збирання гички	МТЗ-80	БМ-6
17	Збирання коренеплодів	КС-6	

В даній кваліфікаційній роботі ми пропонуємо дещо нову технологію вирощування цукрових буряків. Вона буде розроблена без затрат ручної праці на проривання і формування густини рослин.

Так як нами пропонується використання сидератів (що вище приведено), операція луцення стерні нам буде не потрібна. Тому що стерня з люпином були переорані як зелене добриво.

Операції культивування і закриття вологи ми об'єднаємо в одну. Трактором Т-70С можна зробити дану операцію, приєднавши до нього культиватор УСМК-5,4 і борону БЗТС-1,0. Це допоможе зменшити витрати палива, затрати праці і скоротити терміни виконання операції.

Одночасно з посівом цукрових буряків ми пропонуємо вносити гербіциди полосовим методом безпосередньо в зону рядка. Це дасть можливість зменшити кількість гербіцидів і підвищити ефективність їх дії.

В базовому господарстві при сівбі цукрових буряків висівають 20–25 насінин цукрового буряку на погонний метр. При таких нормах висіву виникає необхідність проведення такої операції як формування густини рослин. Ця операція несе за собою великі затрати ручної праці, так як механізованих проріджувачів сходів базове господарство не має.

З метою зменшення затрат, ми пропонуємо висівати 8–10 насінин цукрового буряка на погонний метр, тобто проводити висів на кінцеву густину. **При цьому схожість насіння повинна бути не менше 90–95%.**

Також замість трактора МТЗ-80, який використовується в господарстві, ми пропонуємо використовувати трактор Т-70С, що є більш доцільним (порівняння приведені в підрозділі 3.3.).

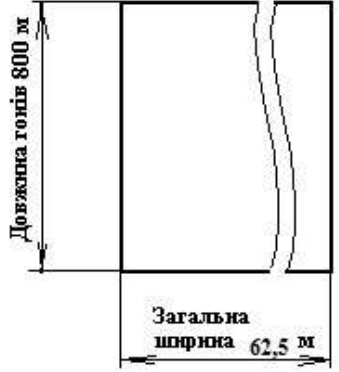
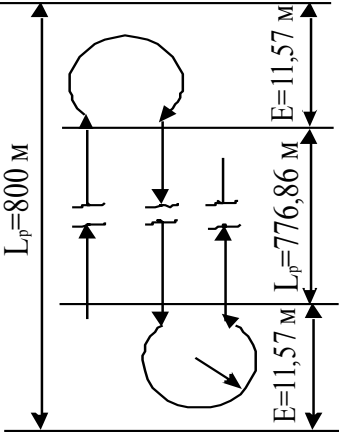
Нову, запропоновану технологію вирощування цукрового буряка, приводимо в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Операційно-технологічну карту на сівбу наводимо в таблиці 3.2.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Таблиця 3.2

Операційно-технологічна карта на сівбу

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 5 га, загальна довжина гонів – 800 м , загальна ширина поля 62,5 м.	
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь ± 1 см. Відхилення від необхідної норми сівби $\pm 3\%$; нерівномірність висівання між апаратами сівалки не допускається більш ніж 3%. Відхилення середньої глибини сівби не більше ± 1 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-70С, сівалка ССТ-12В. Робоча ширина 5,4 м, Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і сівалки.	
Підготовка поля	Перед початком роботи поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 11,57 м.	
Спосіб руху	Спосіб руху – човниковий, спосіб повороту – грушовидний	

Продовження табл. 3.2

Швидкість руху	Робоча передача – IV, робоча швидкість 7,38 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 13,9 хв, технічна продуктивність за цикл – 2,17 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 26,1 га/зм, кількість циклів за зміну 9 цикл/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки ССТ-12В	Коливання ширини міжрядь ± 1 см. Відхилення від необхідної норми висіву $\pm 3\%$; нерівномірність висівання між апаратами сівалки не більше, ніж 3%. Відхилення середньої глибини сівби не більше ± 1 см.	

4 ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Аналіз агротехнічних вимог та умов виконання посіву цукрових буряків

Агротехнічні вимоги визначають основні параметри роботи різних типів посівних машин. Для сівби цукрових буряків встановлюються такі показники якості виконання технологічного процесу (відповідно до підручника [3]):

1. Дотримання способу сівби передбачає точне витримування заданої ширини міжрядь як у межах захвату сівалки, так і між суміжними проходами агрегату. Відхилення ширини основних міжрядь не повинно перевищувати ± 1 см, а стикових міжрядь – ± 5 см.
2. Відхилення фактичної норми висіву від заданого значення допускається не більше ± 3 %.
3. Коефіцієнт варіації інтервалів між насінинами в рядку, залежно від встановленої норми висіву, має знаходитися в межах 35–55 %.
4. Середня нерівномірність висіву насіння просапних культур, як правило, не повинна перевищувати 3 %.
5. Під час висіву пошкодження насіннєвого матеріалу практично не допускається.
6. При висіванні цукрових буряків на глибину 5...8 см допустиме відхилення глибини загортання насіння становить не більше ± 1 см. Не допускається залишення незагорнутого насіння на поверхні ґрунту [3].

4.2. Загальна будова і принцип роботи машини, недоліки

4.2.1. Призначення сівалки та основні технічні дані

Сівалка ССТ-12В призначена для пунктирної сівби каліброваного звичайного і дражованого насіння цукрових буряків з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив.

При комплектуванні відповідними пристроями сівалка може висівати насіння проса, гречки, сої, квасолі (крім крупних сортів).

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Сівалка ССТ-12В агрегатується з універсальними просапними тракторами класу 1,4-2,0.

Основні технічні характеристики:

Робоча швидкість, км/год	4,7-7,1
Ширина захвату, м	5,4
Основна ширина міжрядь, см	45
Глибина загортання, см	2-6
Глибина загортання добрив, см	2-6

4.2.2. Загальна будова та робота сівалки

Сівалка ССТ-12В (рис.4.1.) представляє собою навісну машину, до рами



Рис.4.1. Загальний вид сівалки ССТ-12В.

якої прикріплено дванадцять висівних секцій, шість туковисівних апаратів, два кронштейни з лівим та правим маркерами. З правого боку до рами прикріплений начіпний пристрій, а з лівого боку кронштейн для закріплення опорних коліс при транспортуванні сівалки на значні відстані. В робочому положенні сівалка з'єднується з трактором за допомогою центральної автозчепи. По сліду правого колеса трактора за секціями рухається закріплений до рами слідоутворювач.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МВБ 00.000 ПЗ

Арк.

Під час роботи сівалка спирається на два опорно-приводні колеса 1 (рис. 4.2), оснащені механізмами передач 2. Кожен із механізмів забезпечує передачу обертання від опорно-приводного колеса до шести насіннєвисівних 11 та трьох туковисівних апаратів 6. Передача крутного моменту від опорно-приводних коліс до вхідного вала коробки передач здійснюється за допомогою ланцюгової передачі 3.

Із вихідного вала 4 коробки передач обертання передається на вал трансмісії, а далі через ланцюгову передачу – на зірочки 9 висівних апаратів 11. Кожна висівна секція приєднується до рами через паралелограмний начіпний механізм 17, що забезпечує стабільне копіювання рельєфу поля. До корпусу висівного апарата болтовими з'єднаннями закріплені насіннєвий бункер 10 та кілеподібний сошник 16.

Секція спирається на переднє копіювальне колесо і заднє прикочувальне колесо 12. За прикочувальним колесом розташовані пластинчасті загортачі 13 і 14, які забезпечують загортання насіння ґрунтом. Перед кожною секцією встановлено туковий сошник 18, призначений для внесення мінеральних добрив 7, які надходять із бункера 6 через тукопровід 8 за допомогою шнекового туковисівного апарата.

Туковисівний апарат використовується для внесення стартових доз мінеральних добрив та їх сумішей у гранульованому, порошкоподібному або кристалічному вигляді під час сівби різних сільськогосподарських культур. Його привід здійснюється від вхідного вала механізму передач через ланцюгову передачу 5.

Туковий сошник 18 одночасно виконує функцію грудковідбивача. Добрива, які надходять у сошник, за допомогою розподільника спрямовуються в борозну двома потоками по обидва боки рядка, що висівається. Заглиблення тукового сошника забезпечується пружиною 19, натяг якої регулюється спеціальним гвинтом.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

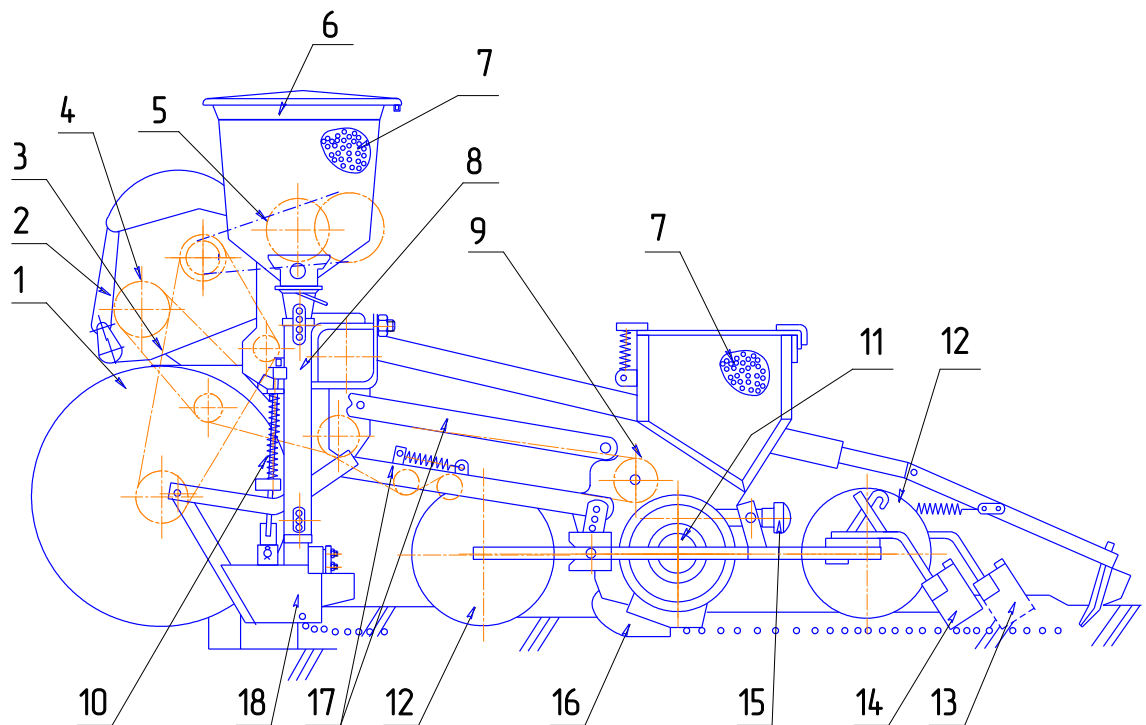


Рис.4.2. Схема сівалки ССТ-12В.

Посівна секція має такі особливості:

- насіннєвий бункер, закріплений на корпусі висівного апарата, знаходиться між двома прикочувальними колесами. Завдяки такому розміщенню сошники рівномірно заглиблюються на відповідну глибину висіву насіння;
- наральник насіннєвого сошника має кілевидну форму, завдяки якій формується вузька клиноподібна боріздка, яка виключає перекошування насіння вздовж рядка;
- тукові сошники і грудковідбивач встановлені попереду копіювального котка на окремій навісці.

4.2.3. Технологічний процес роботи сівалки

Опорно-приводне колесо 1 під час руху сівалки забезпечує передачу обертального моменту через механізм передач на диски насіннєвисівних апаратів. Насіння, яке знаходиться в бункері, заповнює комірки висівного диска та переміщується до зони скидання. Зчісуючий

					МВБ 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата			

ролик, обертаючись, видаляє надлишкові насінини з комірок, забезпечуючи їх поодинокі розміщення. У нижній частині апарата насіння по одному примусово виштовхується з комірок і потрапляє в борозну, сформовану насіннєвим сошником.

Висів мінеральних добрив здійснюється туковисівним апаратом, пружинні шнеки якого з лівою та правою навивкою подають добрива з бункера до приймальних лійок. Далі розсіювачі, здійснюючи коливальні рухи біля вихідних отворів лійок, рівномірно розподіляють потік туків, після чого вони надходять у трубопроводи і далі – в борозни, сформовані туковими сошниками.

Борозна з внесеними добривами закривається ґрунтом у процесі його природного осипання та ущільнення переднім прикочувальним колесом 12 секції (рис. 4.2). Аналогічно борозна з насінням закривається шляхом самоосипання ґрунту та прикочування заднім колесом. Пластинчасті загортачі 13 і 14, розташовані позаду секції, додатково забезпечують присипання насіння вологим шаром ґрунту.

Недоліки сівалки ССТ-12В:

1. Відносно велика експлуатаційна маса сівалки призводить до того, що при агрегуванні з тракторами класу 1,4 передні колеса трактора можуть бути недостатньо навантажені, що підвищує ризик втрати стійкості агрегату на схилах.

2. Обмежена можливість роботи на підвищених швидкостях руху.

3. Недостатня надійність конструкції, що пов'язано з використанням не завжди довговічних матеріалів.

4. Схильність елементів до корозійного зношування, що збільшує витрати на зберігання та консервацію.

5. Невисока якість загортання насіння, оскільки воно здійснюється переважно за рахунок самоосипання ґрунту. За недостатньої вологості прикочувальне колесо не забезпечує належного ущільнення, що погіршує

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

рівномірність проростання та, відповідно, знижує врожайність цукрових буряків.

4.3. Пропозиції по вдосконаленню сівалки ССТ-12В

У попередньому підрозділі було наведено основні недоліки сівалки ССТ-12В. Повністю усунути всі виявлені конструктивні та експлуатаційні недоліки в межах даної роботи неможливо, однак частину з них можна мінімізувати шляхом удосконалення окремих робочих органів. Основну увагу в даному дослідженні приділено процесу загортання насіння під час сівби цукрових буряків.

Загортання насіння при роботі сівалки ССТ-12В здійснюється переважно за рахунок самоосипання ґрунту в борозну. Такий спосіб не забезпечує стабільної якості загортання, оскільки частина насіння залишається відкритою, а інша – має недостатній контакт із ґрунтовим середовищем. За умов недостатнього зволоження це може призводити до затримки проростання та нерівномірних сходів цукрових буряків.

У межах даної кваліфікаційної роботи запропоновано вдосконалення конструкції шляхом заміни заднього прикочувального колеса на більш ефективний робочий орган. Зокрема, розглядається застосування V-подібного прикочувального котка, який складається з двох дисків у формі зрізаних конусів.

Ущільнення поверхневого шару ґрунту в цьому випадку здійснюється V-подібним котком, встановленим на горизонтальній осі. Після проходження кілеподібного сошника, який формує борозну та укладає насіння, V-подібний коток утворює невеликий ґрунтовий валик, ущільнюючи його з обох боків. При цьому безпосередньо над насінням (у зоні між дисками) залишається неущільнена ділянка, що сприяє вільному розвитку проростка і його виходу на поверхню.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Для реалізації такого процесу необхідно налаштувати посівну секцію таким чином, щоб основне навантаження від її маси припадало на задній прикочувальний вузол, що забезпечить стабільну роботу запропонованого котка.

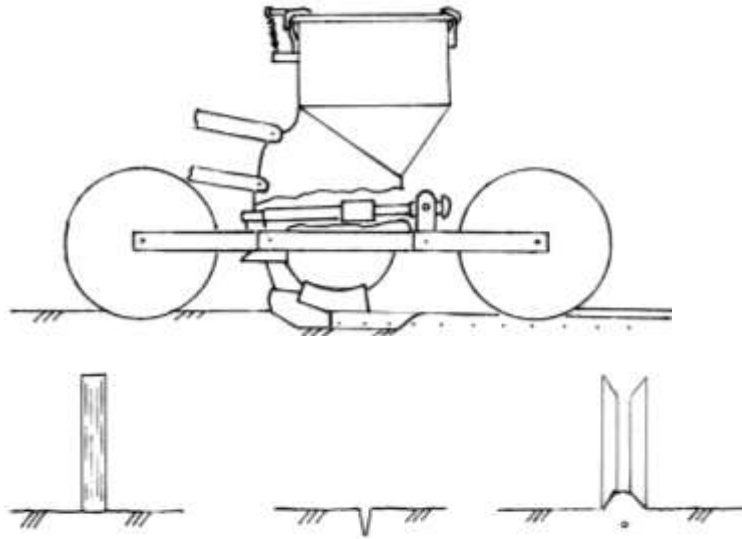


Рис.4.5. Робота проектної посівної секції.

Даний процес дасть можливість насінню контактувати з ґрунтом, забезпечить насіння більш вологим ґрунтом, не дозволить вивітрювати вологу, а також звільнить вихід ростку через не ущільнену (поміж дисків) частину пагорба.

В умовах високої вологості ґрунту даний коток не зможе працювати так як буде залипатись вологим ґрунтом. Цю проблему можна усунути, розробивши гумові накладки.

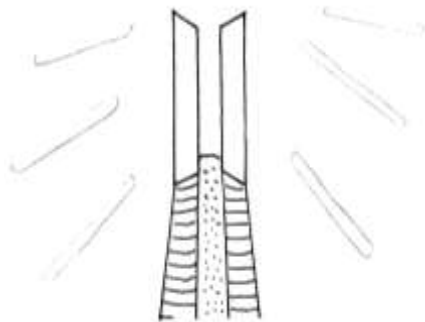


Рис.4.6. Вид ззаду зверху.

Розглянуті технологічні і технічні рішення дозволяють виконувати зароблювання насіння диференційовано, в залежності від ґрунтово-

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

кліматичних умов. Це сприяє ефективному досягненню основної мети процесу – створенню оптимальних умов для проростання і розвитку сходів.



Рис. 4.7. Проростання рослини.

4.4. Технологічні розрахунки

4.4.1. Визначення діаметра ролика-відбивача

Умова, коли друга насінина западе в комірку у найбільш несприятливих умовах, але не буде пошкодженою роликом [4].

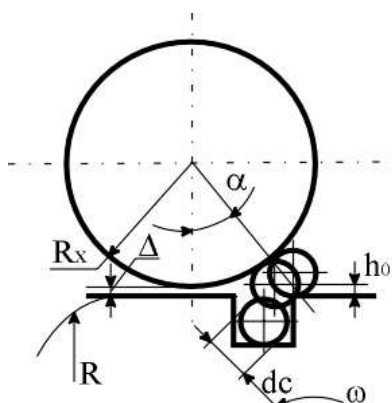


Рис.4.8. Схема роботи ролика-відбивача.

Радіус ролика за вказаної умови визначимо як:

$$R_x \leq \frac{d_0 \left(\frac{d_0}{2} + R \cos \alpha \right)}{0,7(R(1 - \cos \alpha) - d_0)}; \quad (4.1)$$

де d_0 - діаметр насінини;

R - радіус висівного диска;

$$\cos \alpha = 1 - h_0 / r_0; \quad (4.2)$$

де h_0 - величина зазору між верхом насінини та вершиною висівного диска;

r_0 - радіус насінини;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата

МВБ 00.000 ПЗ

Арк.

$$\cos\alpha = 1 - 0,6/2,5 = 0,76.$$

Тоді радіус ролика буде:

$$R_x \leq \frac{5_0 \left(\frac{5}{2} + 110 \cdot 0,76 \right)}{0,7(110(1 - 0,76) - 5)} = 28,7 \text{ мм.}$$

Діаметр ролика $D_x = 2R_x = 2 \cdot 28,7 = 57,4 \text{ мм.}$

Приймаємо зі стандартного ряду $D_x = 55 \text{ мм.}$

4.5. Кінематичні розрахунки механізму приводу висівних апаратів сівалки ССТ-12В

Вихідні данні: кількість комірок однорядного диска $z = 90$,
швидкість руху сівалки $V = 5,4 \text{ км/год}$,

норми висіву насіння $q = 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 24; 28; 32; 36; 40 \text{ шт/м.}$

Загальне передаточне число до висівного апарату обчислимо з формули [4].

$$i = \frac{\pi \cdot D_k \cdot q}{z \cdot k}; \quad (4.23)$$

де i - загальне передавальне число;

$D_k = 0,51 \text{ м}$ - діаметр опорно-приводного колеса;

k - кількість робочих рядів диска ($k = 1, 2, 3$).

Визначимо передаточне число при $k = 1$ і $q = 8$

$$i = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 8}{90 \cdot 1} = 0,142.$$

Частота обертання колеса визначиться як:

$$n_k = \frac{60 \cdot V_M}{\pi \cdot D_k}; \quad (4.24)$$

$$n_k = \frac{60 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 0,51} = 56,2 \text{ об/хв.}$$

Визначимо частоту обертання диска

$$n_d = n_k \cdot i; \quad (4.25)$$

$$n_d = 56,2 \cdot 0,142 = 7,98 \text{ об/хв.}$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Аналогічне значення передаточного відношення і частоти обертання диска буде при нормах висіву $q=10$ і 20 шт/м при кількостях робочих рядів диска, відповідно 2 і 3.

Аналогічно визначимо передаточні числа для інших норм висіву, та занесемо їх до таблиці 4.1.

Визначимо передаточне число при $\kappa=1$ і $q=10$

$$i = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 10}{90 \cdot 1} = 0,178.$$

Частота обертання диска буде

$$n_d = n_k \cdot i = 56,2 \cdot 0,178 = 10 \text{ об/хв.}$$

Аналогічне значення передавального відношення і частоти обертання диска буде при нормах висіву $q=20$ і 30 шт/м при кількостях робочих рядів диска, відповідно 2 і 3.

Визначимо передавальне число при $\kappa=1$ і $q=12$.

$$i = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 12}{90 \cdot 1} = 0,213.$$

Частота обертання диска буде:

$$n_d = n_k \cdot i = 56,2 \cdot 0,213 = 12 \text{ об/хв.}$$

Аналогічне значення передавального відношення і частоти обертання диска буде при нормах висіву $q=24$ і 36 шт/м при кількостях робочих рядів диска, відповідно 2 і 3.

Визначимо передавальне число при $\kappa=1$ і $q=14$:

$$i = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 14}{90 \cdot 1} = 0,249.$$

Частота обертання диска буде:

$$n_d = n_k \cdot i = 56,2 \cdot 0,249 = 14 \text{ об/хв.}$$

Аналогічне значення передавального відношення і частоти обертання диска буде при нормах висіву $q=28$ і 42 шт/м при кількостях робочих рядів диска, відповідно 2 і 3.

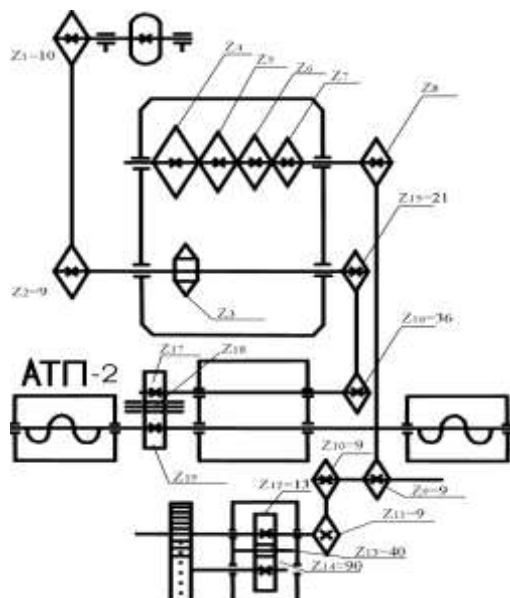


Рис. 4.13. Схема механізму приводу сівалки

Таблиця 4.1.

Кінематичні параметри механізму передач сівалки

Норма висіву, шт/м	42	36	30	28	24	20	16	14	12	10	8
Кількість рядів диска	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
Загальне передавальне число	0,249	0,213	0,178	0,249	0,213	0,178	0,142	0,249	0,213	0,178	0,142
Частота обертання диска, об/хв	14	12	10	14	12	10	8	14	12	10	8

Нами отримано чотири варіанти передаточних чисел, які в сукупності з застосуванням дисків із відповідною рядністю можуть забезпечити дванадцять норм висіву насіння цукрового буряка. Це дозволить зменшити кількість зірочок у коробці зміни передач удвічі - з восьми до чотирьох.

Розіб'ємо загальне передавальне число по ступенях (рис.4.13.).
Отримаємо:

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6; \quad (4.26)$$

де i_1 - передавальне відношення передач „колесо-первинний вал редуктора”;

i_2 - передавальне число редуктора;

i_3 - передавальне число передач „ведений кінцевий вал

редуктора-вал приводу висівних апаратів”;

i_4 - передавальне число передачі „вал приводу висівних апаратів – первинний вал висівного апарату”;

i_5 - передавальне відношення зубчастої передачі приводу паразитної шестерні;

i_6 - передавальне відношення зубчастої передачі приводу висівного диска.

Приймаємо кінематичні параметри передач „колесо-первинний вал редуктора” та „кінцевий вал редуктора - висівний диск” як у базової машини. Тоді передавальні відношення визначаються як:

$$i_1 = z_1/z_2 = 10/9 = 1,111;$$

$$i_3 = z_8/z_9 = 14/9 = 1,555;$$

$$i_4 = z_{10}/z_{11} = 9/9 = 1;$$

$$i_5 = z_{12}/z_{13} = 13/40 = 0,325;$$

$$i_6 = z_{13}/z_{14} = 40/90 = 0,444.$$

Загальне передаточне число передачі „кінцевий вал редуктора – висівний диск” буде:

$$i_{3.6} = i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 = 1,555 \cdot 1 \cdot 0,325 \cdot 0,444 = 0,225.$$

Визначимо частоти обертання первинного та кінцевого вала редуктора:

Первинного:

$$n_2 = n_k \cdot i_1 = 56,2 \cdot 1,111 = 62,44 \text{ об/хв.}$$

Кінцевого:

$$n_3 = n_2/i_{3.6}. \quad (4.27)$$

Для забезпечення чотирьох частот обертання висівного диска частота обертання вихідного вала редуктора буде становити:

$$n_3^1 = 8/0,225 = 35,55 \text{ об/хв}; \quad n_3^2 = 10/0,225 = 44,44 \text{ об/хв};$$

$$n_3^3 = 12/0,225 = 53,33 \text{ об/хв}; \quad n_3^4 = 14/0,225 = 62,22 \text{ об/хв}.$$

Визначимо передаточні відношення редуктора за формулою:

$$i_2 = n_2/n_3. \quad (4.28)$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Передавальні відношення по ступенях редуктора будуть:

$$n^1_3 = 62,44/35,55 = 1,756; \quad n^2_3 = 62,44/44,44 = 1,405;$$

$$n^3_3 = 62,44/53,33 = 1,171; \quad n^4_3 = 62,44/62,22 = 1,003.$$

Визначимо найбільш прийнятні числа зубців зірочок редуктора з урахуванням рекомендацій.

$$z_i = z_3 \cdot i_i.$$

(4.29)

Результати розрахунків занесемо до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Визначення раціональної кількості зубців зірочок редуктора

Число зубців ведучої зірочки Z_3	Числа зубців ведених зірочок			
	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7
7	12,3	9,8	8,2	7
8	14	11,2	9,4	8
9	15,8	12,6	10,5	9
10	17,6	14	11,7	10
11	19,3	15,4	12,9	11
12	21,1	16,9	14	12
13	22,8	18,3	15,2	13
14	24,6	19,7	16,4	14
15	26,3	21,1	17,6	15
16	28,1	22,5	18,7	16
17	29,8	23,9	19,9	17

Як видно з таблиці, найбільш раціональними будуть передачі при числах зубців ведучої зірочки $z_3=12$ та $z_3=17$. У цих випадках похибки передаточних відношень будуть мінімальні, оскільки розрахункові числа зубців близькі до цілих значень.

Приймаємо для використання варіант $z_3=12$, як найбільш прийнятний з точки зору мінімізації металоємності, а значить і маси конструкції.

Приймаємо кількості зубців на ведених зірочках:

$$z_4=21, \quad z_5=17, \quad z_6=14, \quad z_7=12.$$

Визначимо дійсні значення передаточних відношень редуктора за формулою:

$$i_2 = z_i/z_3; \quad (4.30)$$

Дійсні передаточні відношення по ступенях редуктора будуть

$$i_2^1 = 21/12 = 1,75; \quad i_2^2 = 17/12 = 1,417;$$

$$i_2^3 = 14/12 = 1,167; \quad i_2^4 = 12/12 = 1.$$

Загальні передавальні відношення будуть:

$$i' = i_1 \cdot i_2^1 \cdot i_{3-6} = 1,111 \cdot 1,75 \cdot 0,225 = 0,428;$$

$$i'' = i_1 \cdot i_2^2 \cdot i_{3-6} = 1,111 \cdot 1,417 \cdot 0,225 = 0,354;$$

$$i''' = i_1 \cdot i_2^3 \cdot i_{3-6} = 1,111 \cdot 1,167 \cdot 0,225 = 0,284;$$

$$i'''' = i_1 \cdot i_2^4 \cdot i_{3-6} = 1,111 \cdot 1 \cdot 0,225 = 0,249.$$

Визначаємо дійсні норми висіву по ступенях редуктора. Для однорядного диска норми висіву будуть:

$$q^i = \frac{i^i \cdot z \cdot k}{\pi \cdot D_k}; \quad (4.31)$$

$$q' = \frac{i' \cdot z \cdot k}{\pi \cdot D_k} = \frac{0,428 \cdot 90 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,51} = 8,025 \text{ шт/м};$$

$$q'' = \frac{0,354 \cdot 90 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,51} = 9,9 \text{ шт/м};$$

$$q''' = \frac{0,284 \cdot 90 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,51} = 12,4 \text{ шт/м};$$

$$q'''' = \frac{0,249 \cdot 90 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,51} = 14,04 \text{ шт/м}.$$

Для трьох варіантів дисків (одно-, двох- та трьохрядних) дійсні норми висіву насіння будуть:

$q = 8,025; 9,9; 12,04; 14,04; 16,05; 19,82; 24,08; 28,08; 29,73; 36,12$
та $42,12 \text{ шт/м}$.

Максимальне абсолютне відхилення норми висіву насіння $0,09 \text{ шт/м}$ або $0,9\%$ при нормі 10 шт/м , що не може суттєво вплинути на витрати насіннєвого матеріалу.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

4.6. Розрахунки на міцність

4.6.1. Розрахунок ланцюгової передачі контр-приводу

Дані:

1. Крутний момент на ведучому валу $M_{кр} = 435,3 Нм$;
2. Зірочка: ведуча $Z = 14$; ведена $Z_{12} = 9$.

Попередньо приймаємо ланцюг привідний роликів ПР-31,75-88,5 ГОСТ 13568-75 з кроком $t = 31,75 мм$ і руйнівним навантаженням $88,5 кН$.

Оптимальна міжосьова відстань a :

$$a = (30 \dots 50) ; \quad t = (30 \dots 50) 31,75 = 952 \dots 1587 мм.$$

Фактична між осьова відстань при $i=3$ визначається за формулою

$$Q_{min} = 0.5(De_1 + De_2) + (30 \dots 50); \quad (4.32)$$

де De_1 і De_2 - діаметри кіл виступів відповідно для ведучої і веденої зірочок;

$$De = t(k + ctg180^\circ / 2); \quad (4.33)$$

k - коефіцієнт висоти зуба.

При $Z(11 \cdot k = 0.58$; при $Z = 11 - 16 k = 0.56$

Тоді

$$De = 31.56(0.56 + ctg180^\circ / 14) = 105.6 мм;$$

$$De_1 = 31.56(0.58 + ctg180^\circ / 9) = 157 мм ;$$

$$Q_{min} = 0.5(157 + 105.6) + (30 \dots 50) = 161 \dots 181 см .$$

Прийнята між осьова відстань більше мінімальної.

Діаметри додаткових окружностей визначаємо за формулою

$$De = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z}}; \quad (4.34)$$

$$De_{1.4} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{Z_{1.4}}} = 142,68 мм ;$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$De_{(9)} = \frac{31,75}{\sin \frac{180}{9}} = 92,83 \text{ мм.}$$

Діаметр кола впадин:

$$Di = De - 2r; \quad (4.35)$$

де $r = 0,5025(D + 0,05) \text{ мм}$;

D - діаметр ролика для $D = 10,16 \text{ мм}$.

Тоді:

$$Di = De - 2(0,5025(10,16 + 0,05)) = De - 10,31 \text{ мм}$$

$$Di_{14} = 142,68 - 10,31 = 132,37 \text{ мм};$$

$$Di_8 = 92,83 - 10,31 = 82,52 \text{ мм ширина зірочки } B = 8 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Радіус закруглень торцевих площин зуба:

$$R = B = 8 \text{ мм.}$$

Робоче зусилля на ведучій ланці ланцюга:

$$P = \frac{2M}{De}; \quad (4.36)$$

$$P = \frac{2 \cdot 435,3}{0,142} = 6131 \text{ Н} \approx 6,131 \text{ кН} < [T] = 88,5 \text{ кН}.$$

Величина допустимого навантаження на ланцюг

$$F = d(V_{вн} - 2S); \quad (4.37)$$

де $d = 5,08 \text{ мм}$ - діаметр ролика ланцюга ;

$V_{вн} = 9,65$ - ширина ланцюга ;

$S = 2,6 \text{ мм}$ - товщина пластини.

$$F = 5,08(9,65 - 2 \cdot 2,6) = 22,6 \text{ м}^2$$

Допустиме навантаження:

$$T = \frac{PF}{K\epsilon}; \quad (4.38)$$

де

$$K\epsilon = K_1 K_2 K_3;$$

де K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти, враховуючі умови роботи

$$K_1 = 1,1; K_2 = 1,1; K_3 = 1,0; K\epsilon = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 1,21.$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Тоді:

$$T = \frac{350 \cdot 22,6}{1,21} = 6537 \text{ Н} \approx 6,54 \text{ кН} > 6,13 \text{ кН}.$$

Таким чином ланцюг задовольняє умови міцності [8].

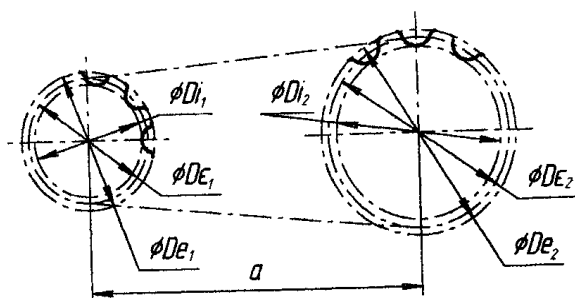


Рис. 4.14. Схема ланцюгової передачі.

4.6.2. Розрахунок штирів кріплення гідроциліндра маркера

Розрахунок проводимо з умов передачі повного зусилля гідроциліндра.

$$F_{\max} = 12,56 \text{ кН}$$

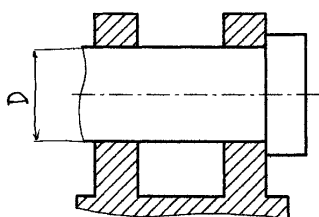


Рис. 4.15. Розрахункова схема штиря кріплення гідроциліндра.

Штирі працюють на зріз

$$\tau_{cp} = \frac{F_{\max}}{2S} \leq [\tau_{\phi}]; \quad (4.39)$$

де S - площа перерізу штиря;

$$S = \frac{\pi d^2}{4}; \quad (4.40)$$

$$[\tau_{\phi}] = 650 \text{ МПа}$$

$$\frac{F_{\max}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau_{cp}]; \quad (4.41)$$

звідси

$$d = \sqrt{\frac{2F_{\max}}{\pi[\tau_{cp}]}}; \quad (4.42)$$

МВБ 00.000 ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата	

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 12560}{3,14 \cdot 6500}} = 11 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d=16 \text{ мм.}$

4.6.3. Розрахунок вала-шестерні висівного апарата

Дані для розрахунку:

$$\eta = 850 \text{ об/хв.}; \quad M_{IV} = 217,7 \text{ Нм}; \quad M_{\text{ва}} = \frac{M_{IV}}{6} = \frac{217,7}{6} = 36,3 \text{ Нм.}$$

Розрахункове навантаження на вал від натягу ланцюга:

$$Q = P_{\text{ва}} + 2K_0 \cdot A; \quad (4.43)$$

де

$$P_{\text{ва}} = \frac{2M_{\text{ва}}}{De}; \quad (4.44)$$

$$P_{\text{ва}} = \frac{2 \cdot 36,3}{0,093} = 782 \text{ Нм};$$

$$De = \frac{t_0}{\sin 180/Z}; \quad (4.45)$$

$$De = \frac{31,75}{\sin 180/8} = 92,8 \text{ Нм};$$

$A = 0,5$ - відстань між осями;

$G = 0,5 \text{ кгс/м} = 5,8 \text{ Н/м}$ - питома вага ланцюга.

Тоді:

$$Q = 782 + 2 \cdot 2,3 \cdot 5,8 \cdot 0,5 = 795,3 \text{ Н.}$$

Крутний момент на ведучій зірочці вала $M_{\text{ва}}$ передається на зубчасту передачу і відбиваючий ролик $M_{\text{ва}} = M_{\text{ш}} + M_{\text{р}}$.

$$M_{\text{ш}} = P_{\text{кол}} \frac{D_{\text{см}}}{2}; \quad (4.46)$$

$$P_{\text{кол}} = \frac{M_{\text{ш}}}{D_{\text{см}}} = \frac{M_{\text{ва}}}{D_{\text{см}}}; \quad (4.47)$$

$$P_{\text{кол}} = \frac{2 \cdot 36,3}{0,026} = 2792 \text{ Н.}$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$D_{cm} = m \cdot z; \quad (4.48)$$

$$D_{cm} = 2 \cdot 13 = 26 \text{ мм} = 0,026 \text{ м}.$$

Радіальне зусилля що діє на шестерню:

$$T = P_{кол} \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (4.49)$$

$$T = 2792 \cdot 0.364 = 1016 \text{ Н}.$$

Вертикальна сила тиску на вал:

$$Q_z = Q \cdot \sin 30^\circ; \quad (4.50)$$

$$Q_z = 795.3 \cdot 0.5 = 398 \text{ Н}.$$

Горизонтальна сила тиску на вал:

$$Q_x = Q \cdot \cos 30^\circ; \quad (4.51)$$

$$Q_x = 795.3 \cdot 0.866 = 689 \text{ Н}.$$

Для визначення небезпечного перерізу вала визначаємо згинаючі моменти в горизонтальній і вертикальній площинах:

$$\sum M_{Bz} = 0; \quad Q_z(a+b) - R_{az}(b) + P_{кол} \cdot C = 0$$

$$R_{az} = \frac{a_z(a+b) + P_{кол} \cdot C}{b}; \quad (4.52)$$

$$R_{az} = \frac{398(42+46) + 272 \cdot 18}{40} = 2072 \text{ Н}.$$

Згинальний момент у вертикальній площині:

$$M_{az} = Q_{az} = 398 \cdot 40 = 15.92 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{bz} = Q_{bz}(a+b) - R_{az} \cdot b = 398(42+46) - 2072 \cdot 40 = -40.2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сумарні згинальні моменти над опорами А і В.

$$M_a \sqrt{M_{ax}^2 + M_{az}^2} = \sqrt{28.9^2 + 15.92^2} = 33 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_b \sqrt{M_{bx}^2 + M_{bz}^2} = \sqrt{18.3^2 + 40.2^2} = 44.1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Небезпечний переріз проходить над опорою В. Діаметр вала визначаємо за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1[\tau]}}; \quad (4.53)$$

$$M_{екв} = \sqrt{M_a^2 + 0,45 M_{кр}^2} = \sqrt{44,1^2 + 0,45 \cdot 36,3^2} = 5037 \text{ мДж/см}^2;$$

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

$$d = \sqrt[3]{\frac{503,7}{0,1 \cdot 1200}} = 1,61 \text{ см} .$$

Приймаємо діаметр вала $d=17$ мм, довговічність якого буде на весь строк служби висівного апарата [4].

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів під час використання бурякової сівалки

Відповідно до вимог стандарту ГОСТ 12.0.003–74 було проведено оцінку можливих небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникати під час експлуатації модернізованої машини.

Залежно від характеру впливу на людину виробничі небезпеки поділяються на такі основні групи [9]:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізичні фактори

Під час роботи модернізованої машини можливий вплив таких фізичних небезпечних факторів [9]:

- рухомі та обертові частини механізмів. У процесі роботи агрегат переміщується, а опорно-приводні колеса та елементи ланцюгових передач можуть становити небезпеку травмування обслуговуючого персоналу;
- підвищений рівень шуму на робочому місці оператора. Основним джерелом шуму є двигун трактора, що працює під час виконання технологічного процесу;
- вібраційний вплив, який виникає внаслідок роботи двигуна, а також можливого порушення балансування окремих елементів приводу.

Хімічні фактори

У процесі експлуатації машини можуть проявлятися такі хімічні небезпеки:

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

- загальнотоксичний вплив мінеральних добрив, що використовуються під час технологічного процесу. У разі недотримання вимог безпеки вони можуть негативно впливати на організм людини.

Психофізіологічні фактори

До психофізіологічних факторів належать:

- нервово-психічне навантаження оператора. Під час роботи тракторист повинен постійно контролювати рух агрегату та якість виконання технологічної операції, що потребує високої концентрації уваги. Крім того, монотонність роботи сприяє швидкому виникненню втоми.

Біологічні фактори

Під час роботи даної машини біологічні небезпечні та шкідливі фактори практично відсутні [9].

5.2 Заходи для створення безпечних і комфортних умов праці під час роботи з буряковою сівалкою

Під час експлуатації бурякової сівалки необхідно суворо дотримуватись правил безпеки та вимог охорони праці.

У процесі роботи слід виконувати такі вимоги:

- вмикання автомата підйому тракторист повинен здійснювати лише після того, як переконається у відсутності людей поблизу плуга чи робочих органів агрегату;
- очищення робочих органів бурякової сівалки необхідно проводити спеціальними чистиками з гладкими ручками;
- очищення корпусів плуга дозволяється виконувати тільки після повної зупинки агрегату та переведення робочих органів у безпечне положення.

Під час переїзду агрегату з начіпними машинами з одного поля на інше допоміжний працівник повинен перебувати поряд із трактористом.

При проведенні технічного обслуговування бурякових сівалок робочі органи необхідно опускати на поверхню ґрунту, що запобігає самовільному опусканню машини під час огляду або ремонту.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Перед початком виконання посівних робіт кришки насінневих і тукових ящиків потрібно щільно закривати та надійно фіксувати гачками.

Переведення маркера у робоче або транспортне положення слід виконувати лише після повної зупинки агрегату. Працівник при цьому має знаходитися позаду маркера або використовувати гідравлічний привід його переведення.

Під час розворотів або транспортування посівного агрегату маркери та сошники необхідно переводити з робочого положення у транспортне.

При внесенні гербіцидів обслуговуючий персонал повинен дотримуватись установлених вимог безпеки, користуватись засобами індивідуального захисту та спеціальним одягом.

Під час проведення обприскування рух агрегату по полю рекомендується здійснювати перпендикулярно напрямку вітру. Роботи доцільно виконувати у ранкові або вечірні години за відсутності роси.

Тривалість робочого дня при виконанні робіт, пов'язаних із внесенням хімічних препаратів, не повинна перевищувати 6 годин.

5.3 Заходи для забезпечення безпеки під час роботи з буряковою сівалкою

Категорично забороняється допускати до роботи з мінеральними добривами осіб молодше 18 років, вагітних жінок, а також матерів, які годують дітей груддю.

Працівники, діяльність яких пов'язана із застосуванням добрив, повинні обов'язково проходити медичний огляд.

Транспортування сівалки на значні відстані необхідно здійснювати лише у транспортному положенні. При цьому штанги маркерів мають бути надійно зафіксовані у замкових скобах. Під час транспортування забороняється перебування людей на сівалці, а також перевезення сторонніх предметів.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

Монтаж, складання, технічне обслуговування та усунення несправностей сівалки, навішеної на трактор, дозволяється виконувати тільки при вимкненому двигуні та встановлених під раму опорах і стійках транспортного пристрою.

Під час навішування сівалки на трактор забороняється перебувати між трактором і машиною або поблизу них. Увімкнення гідромеханізму трактора необхідно здійснювати лише з робочого місця тракториста.

Не допускається експлуатація несправної сівалки в агрегаті з трактором.

Під час роботи категорично забороняється:

- перебувати перед трактором або сівалкою;
- сідати на трактор чи сходити з нього під час руху;
- очищати сошники;
- виконувати ремонт, регулювання або заправку сівалки;
- ставати на бункери насіннєвисівних апаратів;
- класти на бункери мішки чи інші сторонні предмети.

Заправлення сівалки насінням і мінеральними добривами слід проводити лише після повної зупинки агрегату.

Очищення сошників необхідно виконувати тільки спеціальним чистиком із довгою ручкою.

При роботі з мінеральними добривами та протруєним насінням необхідно суворо дотримуватись вимог безпеки та правил особистої гігієни. Кришки бункерів повинні бути щільно закриті. Під час роботи з протруєним насінням обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту.

Під час виконання робіт забороняється палити, вживати їжу, а також очищати бункери насіннєвисівних і туковисівних апаратів руками. Після завершення роботи з добривами та протруєним насінням сівалку необхідно ретельно промити водою [9].

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

5.4 Заходи протипожежної безпеки

Відповідно до вимог стандартів та нормативних документів, трактор обов'язково повинен бути оснащений вогнегасником. Його місце розташування має бути таким, щоб оператор міг легко дістати та використати його без застосування будь-якого додаткового інструменту[9].

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

6 ВИСНОВКИ

Вдосконалена базова технологія виробництва цукрових буряків. Розроблена нова технологічна карта, з якої вилючено операцію «Лущення стерні», тому що стерня з люпином були переорані як зелене добриво. Операції «Культивация» і «Закриття вологи» об'єднано в одну, приєднавши до трактора Т-70С культиватор УСМК-5,4 і борону БЗТС-1,0. Це допоможе зменшити витрати палива, затрати праці і скоротити терміни виконання операції.

На операції «Сівба» використовуємо модернізовану сівалку ССТ-12В. Вдосконалення її посівної секції дозволить підвищити якість розподілу насінин та висівати 8–10 насінин цукрового буряка на погонний метр замість 18–20 за базовою технологією. Разом з економією насіння це зменшить затрати ручної праці на формування густини рослин. Одночасно з посівом цукрових буряків ми пропонуємо вносити гербіциди смуговим методом безпосередньо в зону рядка. Це дасть можливість зменшити кількість гербіцидів і підвищити ефективність їх дії.

В розділі «Інженерна частина» на основі аналізу недоліків конструкції сівалки запропоновано замінити заднє прикочувальне колесо на два V-подібно розташованих диска у формі зрізаних конусів. Параметри робочих органів модернізованої машини, що змінилися, обґрунтовані розрахунками.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано основні шкідливі та небезпечні фактори, що можуть виникати під час роботи посівного агрегату, та заходи для мінімізації їх негативного впливу.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. „Машини та обладн. с.-г. вир-ва”. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; за ред. М.І. Черновола. Київ : Урожай, 2001. 384 с.

2. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Д.Г.Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.

3. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посібник для виконання курсових проектів з розробки с.-г. техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / І.М. Бендера, Я.В. Козій, А.В. Рудь та ін. ; за ред. І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. 640 с.

4. Прима І.Д. та ін. Буряківництво. Київ : Колобіг, 2009. 460 с.

5. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання МТП в рослинництві. Київ : Вища школа, 1995.

6. Ільченко В.Ю. та ін. Практикум з використання машин у рослинництві. Дніпропетровськ, 2002.

7. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник. Київ : Вища школа, 1993. 556 с.

8. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студ. машинобуд. спец. усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.

9. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги : навч. посібник. Київ : «Основа», 2011. 551 с.

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		

ДОДАТКИ

					МВБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпи.	Дата		