

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 2020 р.

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

Механізація вирощування цукрових буряків
з модернізацією культиватора УСМК-5,4

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-18-2сг

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Стаценко Сергія Івановича

« ____ » _____ 2020 р.

Керівник проекту

професор, докт.техн.наук

_____ Василь САЛО

« ____ » _____ 2020 р.

Рецензент _____

Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки	
				Документація загальна			
				Заново розроблена			
A4			УСМК 00.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1		
A1			МВЦБ 00.000.01.ТЧ	Технологічна карта	1		
A1			МВЦБ 00.000. 02.ТЧ	Операційна технологічна карта	1		
				на передпосівний обробіток			
				грунту			
				Документація			
				по складальних одиницях			
				Заново розроблена			
A1			УСМК 00 000СБ	Універсальний буряковий	1		
				культиватор УСМК-5,4			
A1			УСМК 00.050 СБ	Ротор дисковий	1		
				Документація по деталях			
				Заново розроблена			
A3			УСМК 00.444	Диск	1		
A3			УСМК 00.622	Вісь	1		
				УСМК 00.000.ВР			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість роботи		
Розроб.		Стаценко С.І.					
Перевір.		Сало В.М.					
Н. контр.		Осипов І.М.					
Затверд.		Свірень М.О.			ЦНТУ, гр. АІ-18-2ск		
					Літера	Аркуш	Аркушів
						4	2

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
1	Вступ	5
2	Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення	7
2.1	Біологічні особливості культури.	7
2.2	Місце в сівозміні	9
2.3	Обробіток ґрунту	10
2.4	Підживлення	11
2.5.	Підготовка насіння, сівба	13
2.6.	Догляд за посівами	14
2.7.	Збирання врожаю	16
2.8.	Розрахунок основних показників роботи сільськогосподарського агрегату для передпосівного обробітку ґрунту	19
3	Операційна технологія передпосівного обробітку ґрунту	23
3.1.	Умови роботи	23
3.2.	Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту	23
3.3.	Комплектування і підготовка агрегату до роботи	24
3.4.	Підготовка поля до роботи	27
3.5.	Організація роботи агрегату в загінці	28
3.6.	Контроль якості виконання технологічного процесу	31
4	Інженерна частина	32
4.1.	Обґрунтування модернізації	32
4.2	Технологічні розрахунки	36
4.3	Силкові розрахунки	45
4.4	Розрахунки на міцність	46
5	Охорона праці	50
	Висновки	53
	Список використаної літератури	54
	Додатки	56

Вступ

Цукрові буряки є основним джерелом для виробництва цукру в світі – життєво необхідного продукту харчування. Крім того один гектар цукрових буряків при врожайності 300 ц/га дає 150-200 ц гички, близько 200 ц жому та 15-20 ц меляси, які йдуть на годівлю сільськогосподарських тварин [1,2].

Грунтово-кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування цукрових буряків, тому вона є і залишається однією з провідних країн світу за площею посіву, обсягом виробництва коренеплодів та переробки їх на цукор. Проте висока трудомісткість технологічних процесів не сприяє поширенню вирощування цукрових буряків. Скорочення площ посіву цукрових буряків, недостатня забезпеченість галузі матеріальними ресурсами, недосконалість взаємовідносин між виробниками цукросировини і переробними підприємствами, а також порушення технології вирощування культур майже перетворили галузь в збиткову.

Для припинення спаду та подальшого нарощування обсягів виробництва цукросировини та цукру, науковці розробляють нові підходи до технології вирощування цукрових буряків. Невід’ємною частиною Української технології вирощування цукрових буряків є застосування гербіцидів, які відіграють визначну роль в підвищенні продуктивності коренеплодів, але на даний час на перше місце по важливості виходить питання виробництва екологічно чистої продукції, бажано без застосування хімічних засобів взагалі [3].

Одним із шляхів підвищення ефективності вирощування цукрових буряків може бути застосування універсальних технічних засобів здатних не тільки зменшити число марок машин в системі, а й забезпечити підвищення якості виконання технологічних операцій.

Так при застосуванні сучасних технологій виробництва пропонується, після нескладного переобладнання та модернізації конструкції культиваторів УСМК-5,4, використання їх для виконання як міжрядного так і передпосівного обробітку ґрунту з цілком можливим підвищення якості.

2. Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення

2.1. Біологічні особливості культури.

Цукрові буряки в Україні є основною сировиною для цукрової промисловості. Корені цукрових буряків містять 17 — 20 % цукру [4,5].

Цукор має високі смакові якості, швидко засвоюється організмом, відновлюючи його енергію і працездатність. Цукрові буряки мають високу кормову цінність. При врожайності 300 ц/га коренів вихід кормових одиниць становить понад 100 ц/га. Гичка цукрових буряків є цінним зеленим кормом. Використовують її і для виготовлення силосу. 100 кг гички відповідає 20 кормовим одиницям, а на кожну кормову одиницю її припадає близько 90 г перетравного протеїну, багато вітамінів і мінеральних речовин. Як продукт переробки на цукрових заводах одержують жом, який має високу кормову цінність. 100 кг свіжого жому відповідає 8 кормовим одиницям. Патоку, яка залишається після переробки цукрових буряків і містить до 60% цукру, використовують для виробництва спирту, дріжджів та інших продуктів. Кормова цінність цукрових буряків майже у два рази вища, ніж кормових. Відходи переробки цукрових буряків (дефекаційна грязь), використовують для вапнування кислих ґрунтів.

Цукрові буряки мають важливе агротехнічне значення. Під них застосовують глибоку оранку, вносять органічні і мінеральні добрива. Вони як просапна культура сприяють очищенню поля від бур'янів [1,4,5].

Найбільше цукрових буряків сіють у господарствах Вінницької, Черкаської, Київської, Хмельницької, Полтавської, Харківської і Тернопільської областей. Цукрові буряки належать до найбільш урожайних культур. У передових господарствах країни на великих

площах збирають по 400—500 ц/га коренів де застосовується прогресивна технологія виробництва при мінімальних затратах або без затрат ручної праці.

Середня врожайність цукрових буряків в Україні — 473 ц/га. В Кіровоградській області найнижча врожайність по Україні – 369 ц/га [6].

Насіння цукрових буряків проростає при температурі 4—5°C, сходи з'являються при 8 — 9 °C. Весняні і осінні приморозки рослини переносять досить добре, тому в Україні їх можна збирати до кінця жовтня.

Оптимальна температура для росту цукрових буряків 20—22 °C.

Цукрові буряки також добре переносять високі температури. При температурі близько 40 °C процеси дихання переважають над процесами асиміляції. При достатньому освітленні у вересні і достатньому вмісті в повітрі CO₂ фотосинтез і нагромадження цукру в коренях триває і при температурі 8—10 °C.

Забезпечення буряків достатньою кількістю вологи і поживних речовин (підживлення і зрошування у посушливих районах) також посилює фотосинтез. Якщо в ґрунті не вистачає вологи, дихання рослин посилюється, особливо у другій полонині дня, і внаслідок цього затримується їх ріст, збільшується витрата нагромадженого цукру і знижується врожай.

Оптимальна вологість ґрунту для одержання високих урожаїв цукрових буряків 60—80 % повної вологості. Зменшення або збільшення вологості ґрунту знижує врожайність.

Добре розвинена коренева система цукрових буряків використовує вологу з глибоких шарів ґрунту, чим пояснюється їх досить висока посухостійкість. При значних запасах вологи у ґрунті збирають високі врожаї, незважаючи на незначну кількість опадів протягом літа.

Існує залежність між кількістю опадів у липні і серпні та величиною врожаю буряків. Цукрові буряки можна вирощувати у різних кліматичних

умовах, однак у лісостепових районах України, та у західних областях, складаються найбільш сприятливі умови.

Буряки досить вимогливі до світла. Особливо у другій половині літа, коли відбувається інтенсивне нагромадження цукру в коренях. Для нормального розвитку рослин протягом вегетаційного періоду, що становить 150—170 днів, потрібна сума температур 2200—2400°.

Цукрові буряки досить економно витрачають вологу. Транспіраційний коефіцієнт коливається від 200 до 400. У північних і західних районах транспіраційний коефіцієнт їх вищий, а у південних і східних — нижчий. При високій агротехніці транспіраційний коефіцієнт також зменшується. Велике значення для підвищення врожайності цукрових буряків має нагромадження і зберігання вологи в ґрунті.

Для цукрових буряків найбільш придатні родючі з глибоким орним шаром водопроникні ґрунти [7,8]. Добре ростуть вони при нейтральній або лужній реакції ($\text{pH} = 6,5\text{—}7,5$) ґрунтового розчину. Кислу реакцію переносять погано. Цукрові буряки можна вирощувати і на осушених низинах та в річкових долинах. Якщо буряки висівають на меліорованих ґрунтах, ґрунтові води повинні залягати на глибині 100—120 см від поверхні ґрунту. На осушених і глибоко переораних торфових ґрунтах при застосуванні аераційного кротового дренажу також вирощують досить високі врожаї цукрових буряків.

Корені цукрових буряків містять 75 % води і 25 % сухої речовини. У сухій речовині переважають вуглеводи, насамперед цукор (16—20 % і більше маси кореня). Крім того, в корені є клітковина і геміцелюлоза (близько 2 %), азотисті речовини (1,5 %) і зола (близько 0,7 %).

2.2. Місце в сівозміні.

У західних і північних районах лісостепової зони (райони достатнього зволоження) цукрові буряки розміщують після озимих, які вирощували після багаторічних бобових трав однорічного використання або по зайнятих парах, а також після зернобобових культур (кормових бобів, гороху) [1].

У степових районах цукрові буряки розміщують після озимої пшениці, яку висівали по ранніх зайнятих і чистих парах, де вносили гній, та після озимих, що вирощували після гороху.

У центральних районах лісостепової зони (райони нестійкого зволоження) цукрові буряки висівають після озимих по ранніх зайнятих парах виковихсяною і викожитньою сумішками, кукурудзи на ранній силос, по чистих парах, а також після гороху.

Цукрові буряки є добрим попередником у сівозміні для багатьох сільськогосподарських культур. Після цукрових буряків на великих площах вирощують кукурудзу, ярі зернові, зернобобові, просо.

2.3.Обробіток ґрунту.

Основний обробіток ґрунту під цукрові буряки складається з раннього лушення стерні і глибокої зяблевої оранки.

У районах достатнього зволоження глибина лушення стерні становить 6—8 см. В більш посушливих районах ефективніше лушення стерні на глибину 10—12 см з одночасним боронуванням.

Після лушення стерні проводять глибоку зяблеву оранку у другій половині серпня і у вересні, а у вологих районах західних областей — не пізніше 15 жовтня.

У передових господарствах районів достатнього зволоження широко застосовують напівпаровий обробіток ґрунту.

У посушливих умовах доцільно застосовувати поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту. Слідом за збиранням зернових поле лущать на глибину 5—6 см дисковими лущильниками вздовж і впоперек поля. Через 10—12 днів проводять лушення на глибину 12—14 см лемішними лущильниками в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками і райборінками. Поля, де осот відріс і перебуває у фазі розеток, обробляють гербіцидами групи 2,4-Д, а через 3—4 дні культивують на глибину 6-8 см з одночасним боронуванням райборінками. Глибоку оранку (30—32 см) плугами з передплужниками треба провести до 15 жовтня.

Восени ґрунт необхідно розпушувати на глибину 16—20 см плугами без полиць або плоскорізами під прямим кутом до напрямку оранки. Одночасно з розпушуванням слід внести добрива.

Глибока оранка на зрошуваних землях поліпшує водний і повітряний режим ґрунту. Рослини буряків на формування 1 ц врожаю потребують 8—10 м³ води. У степових і лісостепових районах недостатнього зволоження для нагромадження і зберігання її на полях рекомендується проводити валкування снігу валкоутворювачами СВУ-2,6, а навесні затримувати талі води. Ці заходи збільшують урожай цукрових буряків на 60 ц/га і більше.

Весняний обробіток ґрунту в засушливих умовах починають рано навесні з розпушування при настанні фізичної стиглості ґрунту. Ущільнений ґрунт розпушують агрегатом з важких зубових борін з райборінками в 1—2 сліди. Слідом вирівнюють поверхню ґрунту агрегатом, що складається із шлейф-борін ШБ-2,5 і райборінок З-ОР-0,7. Передпосівний обробіток ґрунту проводять культиватором УСМК-5,4А, обладнаним стрілочастими лапами, шлейф-балками і боронами на глибину 5-6 см з наступним передпосівним обробітком на глибину загортання насіння. Перед сівбою площу ущільнюють ребристими котками.

Для боротьби з бур'янами на посівах цукрових буряків застосовують такі гербіциди: далапон, ТХА (трихлорацетат натрію), ленацил, ептам, роніт, бетанал, феназон, тиллам, їх суміші та ін. [1].

2.4. Підживлення.

Цукрові буряки виносять з ґрунту значно більше поживних речовин, ніж зернові культури. Особливо багато потребують нони азоту і калію (у 2—3 рази більше, ніж зернові).

З урожаєм 1036 ц/га коренів і 332 ц/га гички цукрові буряки виносять з ґрунту 477 кг/га азоту, 114 кг/га фосфору і 498 кг/га калію. Найбільше засвоюють рослини азоту, фосфору і калію у липні, тобто під час найінтенсивнішого росту [1,4,7].

При поєднаному внесенні органічних і мінеральних добрив рослини рівномірніше забезпечуються поживними речовинами.

З місцевих добрив під цукрові буряки найчастіше вносять гній. Найбільш ефективний напівперепрілий гній.

Система удобрення цукрових буряків, складається з основного удобрення (під глибоку зяблеву оранку), рядкового (під час сівби) та підживлення (у період вегетації). Внесення добрив на різну глибину орного шару забезпечує безперебійне живлення рослин протягом вегетаційного періоду[4,7,8].

Норми органічних і мінеральних добрив встановлюють залежно від типу ґрунтів, попередника та особливостей клімату. В районах нестійкого зволоження на чорноземах під цукрові буряки вносять 20—30, а на сірих опідзолених ґрунтах — 30—40 т/га гною. На зрошуваних землях, а також у районах достатнього зволоження гною вносять 30—40 т/га. Нажаль, у зв'язку з занепадом тваринництва в Україні, органічні добрива практично не вносяться, а якщо в окремих господарствах це і відбувається то норми зовсім не відповідають рекомендованим.

Якщо цукрові буряки вирощують після озимої пшениці, яку висівали по удобрених гноєм зайнятих парах або після червоної конюшини, норми азотних добрив рекомендується зменшувати. При сівбі цукрових буряків після кормових бобів і гороху на родючих ґрунтах норми азотних добрив під буряки також зменшують.

На осушених торфових ґрунтах вносять фосфорно-калійні добрива: фосфорних — 50—60, а калійних—120—150 кг/га діючої речовини. Крім того, на цих ґрунтах треба вносити 5— 6 ц/га піритного недогарку.

Під цукрові буряки можна вносити різні мінеральні добрива. Доцільно поєднувати внесення фосфоритного борошна під зяблеву оранку з внесенням гранульованого суперфосфату в рядки і підживлення.

Внесення добрив у рядки під час сівби прискорює ріст і розвиток рослин, підвищує їх стійкість проти несприятливих умов вирощування, хвороб і шкідників. За даними багаторічних дослідів, врожайність

цукрових буряків при цьому підвищується в середньому на 25—30 ц/га і більше.

З мінеральних добрив у рядки вносять гранульований суперфосфат, натрієву або аміачну селітру і хлористий або сірчано-кислий калій з розрахунку азотних і калійних по 10—15, а фосфорних 10—30 кг/га діючої речовини.

Підживлення невеликими дозами мінеральних добрив підвищує врожайність цукрових буряків на 20—40 ц/га і більше. Його проводять одночасно з міжрядним обробітком. При першому підживленні після букетування і проріджування рослин вносять аміачну селітру або аміачну воду (15—20 кг/га діючої речовини), суперфосфат (20—25 кг/га) і калійну сіль або хлористий калій (15—20 кг/га) на глибину 10—12 см і на такій самій відстані від рядків. Вдруге рослини підживлюють фосфорно-калійними добривами (РзоКзо) через 10 днів, вносячи добрива на глибину 12—14 см посередині міжрядь. Крім збільшення врожаю підживлення сприяє підвищенню вмісту цукру в коренях. На зрошуваних землях дозу добрив дещо збільшують. На чорноземах і солонцюватих ґрунтах можна збільшувати дозу фосфорних, а на підзолистих ґрунтах — азотних і калійних добрив.

Добрива при підживленні вносять культиваторами-рослино-підживлювачами. Сухі добрива можна вносити також буряковими сівалками, які обладнані спеціальними лапами або сошниками.

Рідкі азотні добрива вносять на глибину 10—12 см. з використанням культиваторів — рослинопідживлювачів обладнаних спеціальними пристроями.

Позакореневе підживлення цукрових буряків як захід підвищення цукристості коренів рекомендують проводити за 3—4 тижні до збирання врожаю. Посіви обприскують слабкими розчинами калійних і фосфорних добрив з розрахунку 30 кг/га хлористого калію (в 400 л води) або 50 кг/га суперфосфату (у 800 л води). Обприскувати посіви найкраще з літаків, але

сучасні польові штангові обприскувачі також досить якісно виконують дані процеси.

2.5. Підготовка насіння, сівба.

Для сівби цукрових буряків використовують насіння, схожість якого не нижча за 75 %, чистота — 97 і вологість — не вища 14,5 %.

При висіванні пунктирним способом сівалками ССТ-8 насіння обов'язково калібрують. Для цього насіння однонасінних буряків на зерноочисних машинах

поділяють на дві фракції залежно від діаметру клубочків (3,5—4,5 і 4,5—5,5 мм). При використанні для сівби пневмомеханічних сівалок необхідність виконання даної операції відпадає. Хоча в більшості випадків посівний матеріал накупується у провідних фірм, де посівний матеріал і калібрується і дражується.

Дражують насіння на спеціальній машині поживною сумішшю, що складається з нейтралізованого суперфосфату або торфофосу, перегною і мергельної глини. Дражоване насіння швидше проростає і дає дружні вирівняні сходи. Дражування підвищує врожайність на 15—20 ц/га і зменшує затрати праці при догляді за посівами на 25—30 %.

Сіяти цукрові буряки починають тоді, коли ґрунт на глибині 5—10 см прогріється до температури 7—8 °С. Не слід занадто рано сіяти буряки, оскільки при низькій температурі насіння проростає повільно, затримується поява сходів, рослини пошкоджуються коренеїдом.

Сіють цукрові буряки широкорядним пунктирним способом спеціальними пневмомеханічними комбінованими сівалками з одночасним внесенням у рядки мінеральних добрив – УПС-8, ВЕГА-8 та ін. Ширина міжрядь становить 45 см. В умовах зрошення ширину міжрядь збільшують до 60 см, що полегшує поливи по борознах.

Норма висіву однонасінних цукрових буряків при пунктирному способі сівби становить 10—15 кг/га.

Насіння під час сівби потрібно загортати у вологий шар ґрунту. На важких ґрунтах за умов достатнього зволоження буряки слід висівати на

глибину 2,5—3, а на легких ґрунтах і структурних чорноземах — 3—4 см. Тільки у посушливі роки на легких ґрунтах у південних і східних районах, де під час сівби верхній шар ґрунту швидко підсихає, насіння треба висівати на глибину 4—5 см.

2.6. Догляд за посівами.

Для забезпечення появи дружніх сходів, після сівби проводять коткування кільчастими котками впоперек напрямку рядків.

Для розпушування ґрунту і знищення бур'янів за 3—4 дні до появи сходів поле боронують легкими боронами ЗБП-0,6 або райборінками З-ОР-0,7 на глибину 2—2,5 см. Досходовим боронуванням знищується до 70—80 % бур'янів.

Перше неглибоке розпушування ґрунту в міжряддях за проресивною технологією здійснюють при появі неповних сходів цукрових буряків на глибину 2,5—3 см культиваторами УСМК-5.4А, обладнаними плоскорізальними лапами, захисними дисками і ротаційними робочими органами. З кожного боку рядка залишають захисні смуги 6—7 см. Швидкість руху агрегатів 4 км/год.

Коли на рослинах буряків з'являється друга пара листків, проводять друге розпушування ґрунту культиваторами УСМК-5.4А, обладнаними односторонніми плоскорізальними лапами і ротаційними робочими органами. У міжряддях ґрунт розпушують на 3—4, а в рядку — на 2—3 см.

На дуже ущільнених ґрунтах, де легкі борони недостатньо розпушують верхній шар ґрунту, застосовують середні зубові. Боронують посіви впоперек напрямку рядків або по діагоналі. Під час появи сходів не слід боронувати посіви. Кірку у цей період знищують ротаційними мотиками, які розпушують ущільнений ґрунт і не пошкоджують рослин.

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.

У посушливу погоду на розпушених і чистих від бур'янів ґрунтах боронування проводити недоцільно. Не боронують і дуже зріджені сходи.

Густота рослин на 1 га на початок збирання врожаю в зоні достатнього зволоження повинна становити 100, нестійкого — 90 тис. рослин.

При прогресивній технології вирощування цукрових буряків перше глибоке, розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 12—14 см проводять одночасно з підживленням мінеральними добривами. Кількість розпушувань залежить від типу ґрунту, кліматичних умов, забур'яненості посівів. У бурякосійних районах, де випадає більше опадів і ґрунт швидше ущільнюється, проводять 4—5, а на структурних і легких ґрунтах—3—4 розпушування.

Глибина розпушувань залежить від стану ґрунту і метеорологічних умов. На дуже ущільненому ґрунті і в районах з великою кількістю опадів для поліпшення доступу повітря до коренів буряків розпушування проводять на глибину 10—12 см. У посушливих районах і на пухких глибину розпушувань зменшують до 6—8 см. Глибокі розпушування проводять культиваторами, обладнаними долотами, в агрегаті з ротаційними робочими органами РБ-54, а неглибокі—лапами-лезами. Після першого глибокого розпушування проводять неглибоке. Друге глибоке розпушування проводять після перевірки, через 8—10 днів після першого. Щоб запобігти утворенню ґрунтової кірки, наступні розпушування для знищення бур'янів проводять на меншу глибину. Швидкість руху агрегатів 6—7 км/год.

При механізованих розпушуваннях з кожного боку рядка залишають захисну зону шириною 12—15 см, а щоб запобігти пошкодженню рослин, на трактори і культиватори встановлюють листовідхилювачі.

2.7. Збирання врожаю

Найбільше цукрів нагромаджується у коренях і висока якість соку при найменшому процентному вмісті азотистих речовин спостерігається під час технічної стиглості цукрових буряків. У цей період приріст маси коренів і нагромадження цукру в них зменшуються, рядки буряків розмикаються, зовнішні листки прикореневої розетки в'януть, жовкнуть і обпадають. В основних бурякосійних районах у першій половині вересня цукрові буряки ще ростуть, збільшується їх маса, нагромаджується цукор, а за умов теплої і тривалої осені вони вегетують ще й на початку жовтня.

В основній зоні бурякосіяння України рекомендується збирати буряки з 20 вересня по 20 жовтня, щоб забезпечити нормальну роботу цукрових заводів. При запізненні із збиранням підмерзлі корені швидко загнивають у кагатах і вихід цукру внаслідок інверсії сахарози набагато зменшується.

Буряки збирають бурякозбиральними комбайнами РКС-6, РКМ-6, бурякозбиральними комбайнами СКС-624-1, бурякозбиральними агрегатами АЗК-6, “Уманьферммаш”, комбайнами Holmer та іншою технікою [9,10].

Для збирання цукрових буряків широко використовують комплекс шестирядних машин — причіпної гичкозбиральної БМ-6, БМ-6А, самохідної коренезбиральної КС-6, АЗК-6 і навантажувачів СПС-4,2 і СНТ-2

Корені буряків, які відразу не вивезли на цукрові заводи, складають у великі кагати і вкривають вологою землею.

Нова технологія передбачає вивезення коренів на цукрові заводи без ручного доочищення [1,7]. Гичку цукрових буряків силосують з кукурудзою.

Залежно від забезпеченості господарства бурякозбиральними машинами і транспортними засобами буряки збирають потоковим, перевалочним або потоково-перевалочним способом.

При потоковому способі викопані і обрізані корені комбайном навантажують у транспортні засоби і відвозять на приймальні бурякопункти без ручного доочищення.

Перевалочний спосіб відрізняється від потокового тим, що корені цукрових буряків розвантажують на краю поля і кагатують. Потім залежно від ступеня забрудненості їх доочищують вручну або без доочищення навантажують буряковантажувачами у транспортні засоби і вивозять на цукрові заводи.

При потоково-перевалочному способі автомашинами від комбайна, що працює, буряки відвозять і складають у бурти на краю полів. З буртів корені завантажують у транспортні засоби і відвозять на завод.

Технологія, яка застосовується в господарстві, представлена таблицею 2.1.

Аналіз представленої технології свідчить про можливість скорочення типів машин задіяних у виробництві шляхом використання для виконання таких робіт як ранньовесняний обробіток, передпосівна культивація та розпушування міжрядь з удобренням удосконаленої конструкції культиватора УСМП-5,4. За рахунок обладнання культиватора дисковими роторами замість пружинних, очікується підвищення інтенсивності кришення поверхневих шарів ґрунту, а при виконанні суцільного ранньовесняного та передпосівного обробітку підвищується продуктивність праці в результаті більшої ширини захвату машини

Технологічна карта на вирощування цукрових буряків

Площа 200 га. Урожайність, ц/га: коренеплодів, т/га – 300; гички, т/га – 12,0

Найменування технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Затрати праці, люд. год	Витрати	
		трактори	с/г машини	трактористи кількість	роб. ручної праці кількість			пального ц	матеріали, ц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Лушення стерні, (в два сліди), га	400	Т-150К	ЛДГ-15А	1		66,5	21	5,4	
4. Глибока оранка, га	200	Т-150	ПНЯ-4-40	1		4,2	166,6	15,8	
5. Доставка аміачної води, т	50	Т-40	ЗВЖ-1,8А	1		38	9,1	0,6	
6. Внес-ня аміачної води в гр., га	200	Т-150К	2КПС-4	1		30	23,1	3,5	7980
7. Ранньовесняний обробіток. га	200	МТЗ-80	КПС-4	1		18,62	39,9	5,2	
8. Навантаження мінеральних добрив, т	22	МТЗ-82	П-10	1	1	65	2,8	0,03	
9. Транспортування мінеральних добрив, т	22	Т-40	2ПТС-4-887Б	1		15	4,9	0,13	
10. Завантаження мін добрив у сівалки, т	22	вручну			1	3	25,9		
11. Приготування робочого розчину гербіцидів, т	40	МТЗ-80	АПЖ-12		2	27	14,7	0,4	
12. Транспортування робочого розчину гербіцидів, т	40	Т-40	ЗВЖ-1,8А	1		12	11,9	0,24	
13. Внесення гербіцидів до сівби, га	200	МТЗ-80	ОП-2000-2	1		28	28	1,5	8000
14. Передпосівна культивування, га	200	МТЗ-80	КПС-4	1		18,62	39,9	5,2	
15. Транспортування насіння, т	2,0	Т-40	2ПТС-4	1		15	0,2	0,01	
16. Сівба, т	2,0	МТЗ-82	ССТ-12В	1		14	99,4	3,01	2,0
17. Коткування після сівби, га	200	МТЗ-82	ЗККШ-6	1		47	14,7	1,35	
18. Борокування до появи сходів, га	200	ХТЗ-121	С-11У, ЗБЗСС-1,0	1		22	56	3,6	
19. Приготування робочого розчину гербіцидів, т	20	МТЗ-80	АПЖ-12	1	2	27	8,4	0,2	
20. Доставка розчину гербіцидів у поле, т	20	Т-40	ЗЖВ-1,8А	1		12	5,6	0,1	
21. Внесення гербіцидів по сходах, га	200	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1		23	28	1,5	200
22. Доставка аміачної води в поле, т	20	Т-40	ЗЖВ-1,8А	1		38	3,5	0,2	
23. Розпушування міжряд з внесенням аміачної води, га	200	МТЗ-82	КОЗР-5,4-02	1	2	16	44,1	2,9	560
24. Приготування робочого розчину гербіцидів, т	40	МТЗ-80	АПЖ-12	1		25	14,7	0,2	
25. Розпушування міжряд з удобренням, га	200	МТЗ-80	УСМК-5,4Б	1		12	116,2	1,32	224
26. Збирання гички, га	200	МТЗ-80	БМ-6А,	2		5,1	274,4	13	
27. Транспортування гички з поля, т	2400	МТЗ-80	ПСЕ-12,5	1		20	20790	6	
28. Збирання коренеплодів, т	6000	КС-6Б, РКС-6		2		5,1	274,4	13	
29. Транспортування коренеплодів до приймального пункту, т	6000	автомобілі							28000
Разом по технології								140,0	125240

2.8. Розрахунок основних показників роботи сільськогосподарського агрегату для передпосівного обробітку ґрунту

Для внесення відповідних змін до складу технологічної карти виконаємо розрахунок основних показників роботи сільськогосподарського агрегату для передпосівного обробітку ґрунту у складі трактора МТЗ-80 та культиватора УСМК-5,4Б.

Обсяг робіт у фізичних одиницях становить:

$$\Omega = F \cdot k, \text{ га}, \quad (2.1)$$

де F – площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k – коефіцієнт кратності виконання операції;

$$\Omega = 200 \cdot 1 = 200 \text{ га}$$

Агротехнічний час виконання або тривалість днів $D_{тр}$ виконання операцій встановлюють на основі агровимог, весняне боронування триває 2 дні.

Тривалість робочого часу за добу встановлюють на основі прийнятого у господарстві робочого дня становить 21 годину. Тривалість зміни – 7 годин.

Коефіцієнт змінності $K_{зм}$ підраховують за формулою [11]:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} = \frac{21}{7} = 3, \quad (2.2)$$

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

Змінну норму виробітку агрегату $W_{зм}$ визначаємо за формулою:

$$W_{зм} = W_{\partial\partial} \cdot T_{зм} = 4,64 \cdot 7 = 32,4 \text{ га}, \quad (2.3)$$

де $W_{зм}$ – виробіток агрегату за зміну, га/год, т/год, м³/год;

$W_{\partial\partial}$ – виробіток агрегату за годину змінного часу, га/год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год (7 год.).

Якщо норма виробітку не встановлена (особливо для нових машин та агрегатів закордонного виробництва), то її визначають за технічною характеристикою машини та використання часу зміни:

$$W_{\partial\partial} = W_{\text{тех.}\partial\partial} \cdot \tau = 5,4 \cdot 0,86 = 4,64, \text{ га} \quad (2.3)$$

де $W_{\text{тех.}\partial\partial}$ – виробіток агрегату за годину чистого часу (за характеристикою машини), га/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни [12].

Витрату палива на одиницю роботи приймають за довідниковою

літературою [9].

Розрахунок витрат палива в кг/га

$$g_n = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.5)$$

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

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \quad (2.6)$$

де Q_p ; Q_x ; Q_3 – відповідно годинна витрата палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном

$$Q_p^{MT3} = 15,4 \text{ кг/год}; \quad Q_x = 9,7 \text{ кг /год}; \quad Q_3 = 1,9 \text{ кг /год}$$

t_x і t_3 – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, год

$$\text{беремо } t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \quad t_x = t_3 = \frac{7 - 6,02}{2} = 0,49 \quad (2.7)$$

$$g_n^{MT3+УСМК} = \frac{15,4 \cdot 6,02 + 9,7 \cdot 0,49 + 1,9 \cdot 0,49}{32,4} = 3,03 \text{ кг/га}$$

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт кількість агрегатів n_a визначають за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} \cdot K_{зм} \cdot D_{mp}} = \frac{200}{32,4 \cdot 3 \cdot 2} = 1,02. \quad (2.8)$$

Кількість днів D_{mp} , протягом яких буде виконана робота підраховують діленням обсягу роботи Ω на кількість агрегатів n_a (графа 17) та добову продуктивність агрегату W_ϕ , тобто:

$$D_\phi = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_\phi} = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}} = \frac{200}{1,02 \cdot 32,4 \cdot 3} = 2,01 \text{ дні}. \quad (2.9)$$

Отже роботи можна виконати одним агрегатом за два дні.

Поділивши обсяг роботи Ω на нормативну змінну продуктивність агрегату $W_{зм}$ отримаємо число нормо-змін $N_{зм}$ необхідних для виконання роботи.

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}} = \frac{200}{32,4} = 6,1. \quad (2.10)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначають за формулами:

$$n_m = m_m \cdot n_a \cdot K_{zm} = 1 \cdot 3 = 3, \text{ механізатори} \quad (2.11)$$

$$n_d = m_d \cdot n_a \cdot K_{zm},$$

де n_m і n_d – відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників на один агрегат; n_a – кількість агрегатів. (допоміжні робітники не приймають участь у виконанні даного виду робіт.)

Кількість палива, необхідного для виконання усієї роботи:

$$G_n = \Omega \cdot g_n = 200 \cdot 3,03 = 606 \text{ кг}. \quad (2.13)$$

Затрати праці на виконання роботи підраховують за формулою:

$$Z_n = \frac{m_m + m_d}{W_{zod}} = \frac{1}{4,68} = 0,21, \text{ люд.- год/га}; \quad (2.14)$$

де Z_n – затрати праці, люд.- год/га;

W_{zod} – виробіток агрегату за годину змінного часу, га/год.

З внесенням запропонованих змін в технологію вирощування цукрових буряків, технологічна карта матиме вигляд (табл.2.2)

Таблиця 2.2

**Технологічна карта
на вирощування цукрових буряків**

Площа 200 га. Урожайність, ц/га: коренеплодів, т/га – 300; гички, т/га – 12,0

Найменування технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал		Норма виробітку	Затрати праці, люд. год	Витрати	
		трактори	с/г машини	трактористи кількість	роб. ручної праці кількість			пального ц	матеріали, ц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Лушення стерні, (в два сліди), га	400	Т-150К	ЛДГ-15А	1		66,5	21	5,4	
4. Глибока оранка, га	200	Т-150	ПНЯ-4-40	1		4,2	166,6	15,8	
5. Доставка аміачної води, т	50	Т-40	ЗВЖ-1,8А	1		38	9,1	0,6	
6. Внес-ня аміачної води в гр., га	200	Т-150К	2КПС-4	1		30	23,1	3,5	7980
7. Ранньовесняний обробіток. га	200	MT3-80	УСМК-5,4	1	-	32,4	42	3,03	
8. Навантаження мінеральних добрив, т	22	MT3-82	П-10	1	1	65	2,8	0,03	
9. Транспортування мінеральних добрив, т	22	Т-40	2ПТС-4-887Б	1		15	4,9	0,13	
10. Завантаження мін добрив у сівалки, т	22	вручну			1	3	25,9		
11. Приготування робочого розчину гербіцидів, т	40	MT3-80	АПЖ-12		2	27	14,7	0,4	
12. Транспортування робочого розчину гербіцидів, т	40	Т-40	ЗВЖ-1,8А	1		12	11,9	0,24	
13. Внесення гербіцидів до сівби, га	200	MT3-80	ОП-2000-2	1		28	28	1,5	8000
14. Передпосівна культивация, га	200	MT3-80	УСМК-5,4	1	-	32,4	4	3,03	
15. Транспортування насіння, т	2,0	Т-40	2ПТС-4	1		15	0,2	0,01	
16. Сівба, т	2,0	MT3-82	УПС-12	1		14	99,4	3,01	2,0
17. Коткування після сівби, га	200	MT3-82	ЗККШ-6	1		47	14,7	1,35	
18. Борокування до появи сходів, га	200	ХТ3-121	С-11У, ЗБЗСС-1,0	1		22	56	3,6	
19. Приготування робочого розчину гербіцидів, т	20	MT3-80	АПЖ-12	1	2	27	8,4	0,2	
20. Доставка розчину гербіцидів у поле, т	20	Т-40	ЗЖВ-1,8А	1		12	5,6	0,1	
21. Внесення гербіцидів по сходах, га	200	MT3-80	ОП-2000-2-01	1		23	28	1,5	200
22. Доставка аміачної води в поле, т	20	Т-40	ЗЖВ-1,8А	1		38	3,5	0,2	
23. Розпушування міжряд з внесенням аміачної води, га	200	MT3-82	КОЗР-5,4-02	1	2	16	44,1	2,9	560
24. Приготування робочого розчину гербіцидів, т	40	MT3-80	АПЖ-12	1		25	14,7	0,2	
25. Розпушування міжряд з удобренням, га	200	MT3-80	УСМК-5,4	1		12	116,2	1,32	224
26. Збирання гички, га	200	MT3-80	БМ-6А,	2		5,1	274,4	13	
27. Транспортування гички з поля, т	2400	MT3-80	ПСЕ-12,5	1		20	2079 0	6	
28. Збирання коренеплодів, т	6000	КС-6Б, РКС-6		2		5,1	274,4	13	
29. Транспортування коренеплодів до приймального пункту, т	6000	автомобілі							6000
Разом по технології							1539,5	160,1	14993

3. Операційна технологія передпосівного обробітку ґрунту.

3.1. Умови роботи.

В господарстві під вирощування цукрових буряків відведена площа в 200га. Середня площа поля на якій здійснюється вирощування становить 700 га, при середній довжині гонів 700м. Поверхні поля не є ідеально рівною, але величина схилів не перевищує 4⁰. За механічним складом ґрунти представлені важким суглинком. Обробляти такі ґрунти досить складно, вони потребують досить вагомих затрат енергії не тільки при виконанні процесів обробітку ґрунту, але й при збиранні врожаю – викопуванні коренеплодів, тому саме до машин, які задіяні у виконанні даних процесів повинна приділятися особлива увага, щоб забезпечувати агротехнічні вимоги.

3.2. Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту.

Виконання передпосівного обробітку ґрунту повинно здійснюватися згідно з агротехнічними вимогами, а саме :

- обробіток поля необхідно розпочинати коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає +5...6⁰ С, і проводити одночасно з сівбою випереджаючи посівний агрегат на 3-4 проходи, а в умовах підвищеної вологості на 5 – 6 проходів, щоб запобігти залипанню робочих органів посівної техніки [4,6];

- тривалість робіт на однім полі не повинна перевищувати 1 – 1,5 дні;

- глибина розпушування шару ґрунту після проходу агрегату повинна становити в залежності від зволоження:

достатнього	-40...±5 мм
нестійкого	- 50...±5 мм
недостатнього	- 60...±5 мм

- в обробленім шарі ґрунту вміст грудок розміром більше 20 мм не повинен перевищувати 10% від маси проби;
- ширина перекриття попереднього проходу культиватора не повинна перевищувати 15 ... 20 см (особливо при внесенні гербіцидів одночасно з обробітком ґрунту). Не допускаються пропуски і огріхи як в межах захвату, так і між суміжними проходами агрегату;
- робочі органи культиватора не повинні виносити на поверхню нижні вологі шари ґрунту.

3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

3.3.1. Комплектування агрегату

Враховуючи те, що на підставі аналізу технології вирощування цукрових буряків було визначено можливість підвищення ефективності виробництва за рахунок покращення якості виконання таких технологічних операцій як ранньовесняний та передпосівний обробіток і можливістю використання для цього, як і міжрядного обробітку культиватора УСМК-5,4 після незначного удосконалення його конструкції, розглянемо питання, що стосуються передпосівного обробітку.

Передпосівний обробіток виконується з метою розпушування поверхневого шару ґрунту на глибину сівби до дрібнокомкуватого стану без перемішування та виносу на поверхню вологих шарів ґрунту, вирівнювання поверхні поля, знищення паростків та сходів бур'янів та заробки в ґрунт гербіцидів. Для обробітку ґрунту підвищеної твердості в господарстві використовують парові культиватори марки КПСП-4 в поєднанні з середніми зубовими боронами. Але відомо, що в таких умовах значно вищу якість виконання даного процесу можна досягти з застосуванням культиватора УСМК-5,4. До того ж при його використанні зменшиться гама машин, які будуть забезпечувати всю технологію вирощування цукрових буряків у господарстві, що також повинно позитивно вплинути на собівартість продукції.

Крім цього врожайність цукрових буряків також в значній мірі буде залежати від якості виконання всього комплексу технологічних операцій. Досягти цього можливо за умов чіткого дотримання агротехнічних вимог до виконання кожної з технологічних операцій та обладнавши культиватор зубчастими роторами, які краще можуть розпушувати поверхневі шари ґрунту.

Наявність в господарстві універсальних культиваторів марки УСМК-5,4, при господарських об'ємах виробництва цукрових буряків до 200 га, дає підстави вважати за можливе використовувати їх для виконання як суцільного передпосівного так і міжрядного обробітку. Для агрегування даного культиватора в наявності машинно-тракторного парку є трактор МТЗ-80, який за технічними характеристиками підходить для виконання вказаних видів робіт. Виконувати технологічний процес сільськогосподарський агрегат в складі трактора мтз-80 та культиватора УСМК-5,4 здатний на швидкостях до 10 км/год, що також відповідає вимогам.

3.3.2. Підготовка агрегату до роботи

Підготовка агрегату до роботи полягає в перевірці технічного стану культиватора, трактора і усунення виявлених недоліків, а також розміщення відповідно до потреби робочих органів культиватора і коліс трактора. Для забезпечення якісної роботи агрегату на полі необхідно виконати попереднє налагодження як самого трактора так і культиватора.

Підготовка трактора до роботи передбачає виконання наступних вимог:

- задні колеса трактора повинні бути установлені з шириною 400мм;
- колеса повинні бути установлені на ширину колії 1340 мм;
- на передні лонжерони трактора на кронштейнах навішують грузи;
- тиск в шинах передніх коліс трактора повинен бути 0,16...0,17 МПа, в шинах задніх коліс – 0,23МПа;

- довжина обох розкосів (від нижнього обрізу овальних прорізів в щоках вилки до центру вісі повороту розкосів в вилках важелів підйомного валу) повинна бути 515мм, центральної тяги (від центра вісі підвіса до центра сферичного шарніра) - 600...550 мм;

- розкоси з'єднуються з поздовжніми тягами, введенням штиря через прорізи в щоках розкосів;

- відпускаються двобічні гайки обмежувальних стяжок до розмірів при яких відстань між шарнірами поздовжніх тяг була не менше 780 мм;

- приєднують до тяг трактора рамку автозчіпки і фіксують зовнішні кінці пальців рамки в сферичних шарнірах поздовжніх тяг трактора та кріплення щоків рамки центральної тяги штирями;

- блокується начіпний пристрій трактора вкороченням обмежувальних стяжок так, щоб рамка автозчіпки зайняла паралельне положення до задньої вісі по центру трактора, тобто вершина рамки повинна знаходитись в вертикальній площині поздовжньої вісі трактора.

При підготовці культиватора до роботи виконують наступні основні операції:

- навішують культиватор на начіпний пристрій трактора і фіксують зуб, який повинен вийти через отвір замка за площину стінки шплінтом, щоб запобігти випадкового роз'єднання рамки і замка під час роботи агрегату;

- установлюють агрегат на регульовальний майданчик і регулюють довжину та натяг обмежувальних стяжок, щоб брус рами культиватора розташувався паралельно задній поперечній вісі трактора. При цьому центр культиватора повинен розміститися в площині поздовжньої вісі трактора;

- регулюють довжину обох розкосів шпренгеля так, щоб основний брус рами культиватора зайняв горизонтальне положення відносно поверхні майданчика (вісі задніх коліс трактора);

- регулюють кінцеву довжину центральної тяги начіпного пристрою трактора так, щоб верхня довжина бруса зайняла горизонтальне положення, а замок автозчепи вертикальне положення;
- перевіряють правильність розстановки робочих секцій на брусі, їх справність та закріплення;
- перевіряють стійкість робочих секцій в горизонтальній площині та можливість їх вільного переміщення в вертикальній площині;
- виставляють всі гряділі в горизонтальне положення відносно поверхні майданчика, збільшуючи чи зменшуючи довжина верхнього ланцюга підвіски робочих секцій стяжною гайкою;
- вирівнюють рівень натягу стабілізуючих пружин на всіх підвісках робочих секцій культиватора прокручуванням гвинта;
- піднімають культиватор і встановлюють робочі органи в тримачі і частково закріплюють їх;
- підкласти під опорно-ходові колеса культиватора і опорні колеса робочих секцій дерев'яні бруски (дошку) висотою на 1...1,5 см товщю глибини обробітку, тобто на глибину занурення коліс в ґрунт. Під опорні колеса робочих секцій, розміщених за колесами трактора, підкласти дерев'яні бруски такої висоти, яка рівна заданій глибині обробітку без поправки на занурення коліс в ґрунт;
- опускають культиватор колесами на дерев'яні підставки. Відпустити гвинти кріплення стояків робочих органів в тримачах, опустити робочі органи на поверхню майданчика і знову закріпити їх в тримачах так, щоб тримачі знаходились в вертикальній положенні. а кожна лапа всією площиною леза спиралися на поверхню майданчика;
- приєднують дискові ротори до культиватора і установлюють необхідне їх положення для забезпечення їх переміщення на заданій глибині обробітку ґрунту.

3.4. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля складається з таких операцій: - огляд поля для встановлення виду обробітку, а також строків його початку; встановлення напрямку обробітку; розмічення поворотних смуг.

Строк обробітку визначає агроном в залежності від стану ґрунту. Величина перекриття при суміжних проходах залежить від технічного стану культиватора та способів його переміщення.

3.5. Організація роботи агрегату в загінці

Організація роботи МТА включає розробку сукупності заходів, що забезпечують його ефективну роботу в загінці.

Ширина поворотних смуг залежить від складу агрегату і виду поворотів. Орієнтовну величину поворотних смуг визначають за формулою:

Розрахуємо параметри поворотних смуг при петльових поворотах [9].

$$E = 3R_{\min} + L_a \quad (3.1)$$

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

L_a – кінематична довжина агрегату, м;

$$R_{\min} = 1,7B \quad R_{\min} = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м.} \quad (3.2)$$

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_3 + L_M \quad (3.3)$$

$L_{\text{тр}}$ – кінематична довжина трактора, м ; L_3 – кінематична довжина зчіпки, м; L_M – кінематична довжина сільськогосподарської машини, м.

Так як в нашому випадку агрегат не має зчіпки, то

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_M \quad (3.4)$$

$$L_a = 0,94 + 1 = 1,94 \text{ м.}$$

$$E = 3 \cdot 9,18 + 1,94 = 29,48 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату агрегату, так, щоб при її обробітку агрегат проходив ціле число разів.

$$E = \kappa B_p, \quad (3.5)$$

$$\text{де } \kappa = \frac{E}{B_p} \quad (3.6)$$

заокругливши до цілого числа

$$\kappa = \frac{29,48}{5,4} = 5,45 = 6$$

отримуємо

$$E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату, м:

Для начіпних агрегатів

$$l = 0,2L_a \quad (3,7)$$

$$l = 0,2 \times 1,94 = 0,39 \text{ м}$$

Довжина робочого ходу:

$$L_p = L - 2E \quad (3.8)$$

$$L_p = 700 - 2 \times 32,4 = 635,2 \text{ м}$$

Поворотні смуги по краях заїнок повинні бути відмічені контрольними борознами.

3.5.1. Розбивання поля на заїнки.

Оптимальну ширину заїнки вибирають кратною ширині захвату агрегату

$$C = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot W_{зм}}{L}, \quad (3.9)$$

де $W_{зм}$ - змінна продуктивність, га/ зм. (32,4 га/зм);

L - довжина заїнки, м, (700м);

(1) – тривалість роботи в заїнці, зм., згідно з агровимогами.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 32,4}{700} = 1,388 \text{ м},$$

Поле можна не розбивати на загінки так як воно має невелику площу і обробіток можна завершити за 3 зміни. До того ж при передпосівний - це суцільний гладкий обробіток.

Для визначення тривалості одного циклу користуються формулою [9]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot \vartheta_p} + 2t, \quad (3.10)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;

ϑ_p - робоча швидкість агрегата, км/год;

t – час повороту в кінці загінки, хв ($t = 1,5$)

Тоді

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 635,2}{100 \cdot 10} + 2 \cdot 1,5 = 10,6 \text{ хв} \approx 0,17 \text{ год}$$

Технічна продуктивність за один цикл становить, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau \quad (3.11)$$

Використавши значення складових, B_p , v_p , $T_{\text{ц}}$, τ з попередніх розрахунків отримаємо

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 10 \cdot 0,17 \cdot 0,86 = 0,78 \text{ га/ц}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{32,4}{0,78} = 41,5 \text{ ц / зм}. \quad (3.12)$$

Витрати палива за зміну

$$Q_{зм} = Q_{га} \cdot W_{зм} = 3,03 \cdot 32,4 = 98,17 \text{ кг} / \text{зм} \quad (3.13)$$

На підставі проведених розрахунків заповнюємо операційну технологічну карту.

3.6. Контроль якості виконання технологічного процесу

Якість виконання технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту повинна відповідати агротехнічним вимогам, які передбачають перевірку в процесі роботи і в окремих випадках по її завершенні ряду показників.

Глибина розпушування шару ґрунту визначається в такій послідовності: по діагоналі поля виконують лінійкою 10...15 замірів і визначають середню глибину розпушування шару ґрунту.

Кришення ґрунту (маса грудочок діаметром більше 20 мм) % визначають так: по діагоналі ділянки через 80...100 м з ділянок 40 х 25 см відбирають 5 – 10 проб ґрунту в розпушеному шарі. Кожну пробу зважують, просіюють через сито з отворами 20 мм і визначають масу грудок, які залишилися на ситі в відсотках від маси проби.

4. Інженерна частина

4.1. Обґрунтування модернізації

Культиватор УСМК-5,4 є універсальним ґрунтообробним знаряддям призначеним для суцільного поверхневого обробітку ґрунту та міжрядного обробітку посівів.

По типу агрегування культиватор відноситься до начіпних знарядь.

Передпосівний суцільний обробіток ґрунту повинен забезпечувати дрібно грудкуватий поверхневий шар ґрунту для забезпечення протікання процесів інфільтрації та аерації та ущільнений нижній шар з незруйнованою капілярною системою, яка повинна сприяти притоку вологи до насіння. Крім цього всі види передпосівного обробітку і міжрядного обробітку з застосуванням указанного культиватора передбачають одночасну боротьбу з бур'янами.

Велике значення в створенні сприятливих умов для розвитку культурних рослин в період вегетації має правильний і своєчасний догляд за ними. Догляд полягає в розпушуванні ґрунту, руйнуванні поверхневої кірки, знищенні бур'янів, та підживленні рослин, проріджуванні їх в рядках чи букетування, окучування та інші операції.

Згідно з призначенням та у відповідності до агротехнічних вимог культиватор УСМК-5,4 здатний виконувати наступні операції:

- повністю підрізає бур'яни без винесення на поверхню та перемішування нижніх вологих шарів ґрунту з верхніми;
- забезпечує рівномірний обробіток ґрунту на глибину від 5 до 12 см (середнє відхилення фактичної глибини від заданої не повинно перевищувати ± 1 см);
- забезпечує рівну поверхню підлапового ґрунтового горизонту (середнє значення гребенистості до 2 см);
- забезпечує ширину перекриття лап не менше 5 см;

- забезпечує хороше розпушування і вирівняність поверхні обробленого ґрунту;
- обладнується робочими органами, які повністю підрізають бур'яни в міжряддях, не пошкоджуються і не присипаються ґрунтом молоді рослини при прийнятих захисних зонах, не залишають борід і забезпечують задану глибину розпушування в межах 5..14 см;
- копіює рельєф ґрунту і забезпечує необхідну стійкість ходу робочих органів;
- забезпечує захисну зону в межах 8...10 см.

4.1.1. Будова культиватора

Культиватор складається з рами 1, начіпного пристрою 2 та робочих секцій зі змінними робочими органами 6,7 (рис.4.1).

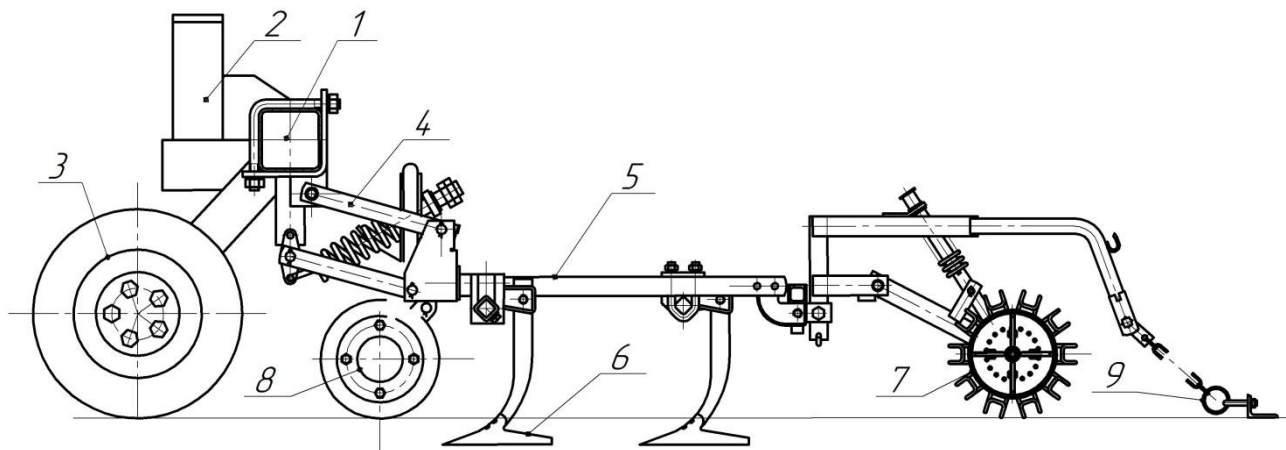


Рис. 4.1. Загальний вигляд культиватора УСМК-5,4

Рама культиватора представляє собою зварну конструкцію і складається з бруса поперечного перетину 140 x 140 x 7 мм та замка 2 для автозчипки привареного до бруса.

Транспортний пристрій дозволяє зменшити ширину культиватора до 2,5 м при транспортуванні його по дорогах загального призначення.

Транспортний пристрій складається з двох опор , з'єднаних з поперечним брусом штирями. На опори транспортного пристрою встановлюються світло відбивачі, необхідні для визначення габаритів агрегату при переїздах в нічний час.

Опорні колеса 3 діаметром 510 мм, на пневматичних шинах, тиск в шинах 0,3 мПа. При переобладнанні агрегату в транспортне положення, колеса використовуються, як транспортні.

Сниця складається із бруса і шарнірно закріпленим на ньому укороченим замком для приєднання його до автозчепа трактора і транспортування агрегату.

В робочім положенні сниця вставляється в брус рами для зменшення габаритів.

Підставка призначається для утримання агрегата в горизонтальному положенні при технічному обслуговуванні і зберіганні. Підставка кріпиться за допомогою кронштейнів і скоб до рами машини і має штирі для кріплення її в різних положеннях.

Секція робочих органів кріпиться до рами передніми кронштейнами за допомогою скоби і складається з підвіски з копіювальним колесом 8 та гряділя 5, на якому за допомогою тримачів призм з накладками квадратних стержнів кріпляться робочі органи 6.

Підвіска представляє собою паралелограмний чотириланковий механізм 4, який складається з переднього і заднього кронштейнів, нижньої і верхньої ланки. На підвісці змонтоване копіювальне колесо 8 з механізмом регулювання робочих органів на задану глибину обробітку.

Гряділь приєднується до заднього кронштейна підвіски двома болтами.

Ротор пружинний 7 складається із кронштейна, повідка з віссю, двох котків сепараторів з пружинними прутками, довантажуючого притискного пристрою та двох обмежувачів (правого і лівого). Вісь ротора змонтована на шарикопідшипниках. Тиск ротора на ґрунт може змінюватися шляхом

перестановки його в тримачеві гряділя або попереднім піджиманням пружини.

До трубчастих кронштейнів двох суміжних роторів за допомогою повідків кріпиться секційний шлейф 9.

Шлейф складається з кутика, двох повідків та з'єднувальної планки. Для зміни активності дії шлейфа на ґрунт здійснюється перестановка планки з квадратом на повідкові в фігурнім гнізді на планці привареного до трубчатого кронштейна ротора. При роботі можуть використовуватися лапи з пружним елементом. Вони складаються із двох спарених плоскорізальних лап і долотоподібної лапи, з'єднаних між собою двома пружними ланками.

На глибині розпушування 6...8 см лапи з пружними пластинами замінюються на звичайні стрілчасті лапи.

В залежності від стану ґрунтів, які обробляються при виконанні передпосівного обробітку культиватор може обладнуватися пружинними роторами, або зубовими боронами. Наявність борін в складі ґрунтообробного агрегату суттєво підвищує його тяговий опір.

Більш ефективним з даної точки зору може бути використання пружинних роторів, але конусна форма пружинних роторів при підвищених швидкостях підвищує гребенистість обробленої поверхні ґрунту, а при підвищенні ступеню притискання їх до поверхні знижується стійкість ходу робочих органів секції на заданій глибині.

Одним із шляхів виходу з даного положення може бути використання дискових, з зубчастою поверхнею робочих дисків, які зможуть забезпечувати інтенсивне кришення поверхневих шарів ґрунту і не створювати додаткового опору (рис.4.2). Дисковий ротор складається із кронштейна 1, двох котків сепараторів з зубчастими дисками 4, довантажувального притискного пристрою 2. Вісь ротора змонтована на шарикопідшипниках 5 в маточинах 3. Тиск ротора на ґрунт може змінюватися шляхом перестановки його в тримачеві гряділя або попереднім стисканням пружини пружини 2.

До трубчастих кронштейнів 6 двох суміжних роторів за допомогою повідків також може кріпиться секційний шлейф.

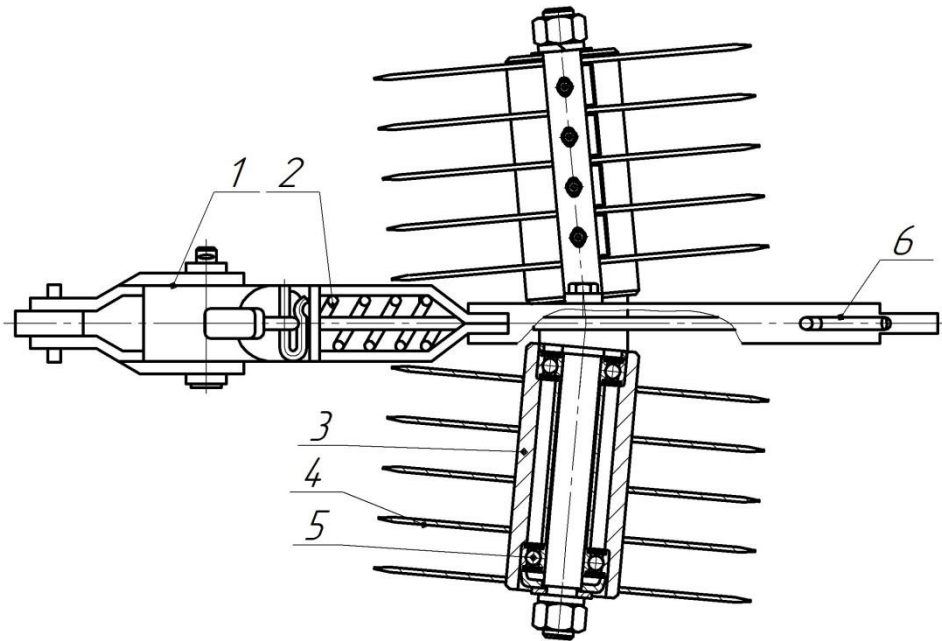


Рис. 4.2. Дісковий ротор, який пропонується до використання в складі культиватора.

4.2. Технологічні розрахунки

4.2.1. Взаємодія плоского диска з ґрунтом

Плоскі диски з пасивним приводом застосовуються як додаткові робочі органи в культиваторах [13]. Траєкторія руху плоского диска з горизонтально-поперечною віссю обертання описується рівнянням [14]

$$x = v_{\pi}t + R_t \cos \omega t; \quad y = 0; \quad z = -R_t \sin \omega t \quad (4.1)$$

де v_{π} - поступальна швидкість руху культиватора;

t - час руху;

R_t - відстань від осі обертання диска до даної точки;

ωt - кут повороту диска, відлічуваний від осі OX за годинниковою стрілкою.

Швидкість руху диска описується рівнянням

$$v = v_n \sqrt{1 + \lambda^2 - 2 \lambda \sin \omega} \quad (4.2)$$

де $\lambda = \omega R_t / v_n$ кінематичний параметр диска.

Якщо пасивний диск переміщається по поверхні ґрунту, то можна вважати, що $\lambda = 1$

В цьому випадку диск котиться без ковзання і буксування, миттєвий центр швидкостей знаходиться в точці контакту диска з ґрунтом.

Припускаючи, що бічна поверхня диска, взаємодіючи з частинками ґрунту не змішує їх щодо моноліту, рівняння руху частинки щодо диска можна записати у вигляді

$$x = (R \cos \alpha_i - v_n t) \cos \omega t + R \sin \alpha_i \cdot \sin \omega t \quad (4.3)$$

$$z = (R \cos \alpha_i - v_n t) \sin \omega t + R \sin \alpha_i \cdot \cos \omega t$$

де $\alpha_i = \arcsin [(R - h)/R]$ - кут, що характеризує розташування частинки на глибині.

Відносна швидкість частинки

$$v_r = v_n \sqrt{1 + \lambda^2 - 2 \lambda (\sin \alpha_1 + \omega \cdot \cos \alpha_1) + \omega^2 t^2} \quad (4.4)$$

Відносне прискорення

$$\omega_r = \frac{\omega (\omega - \lambda \cos \alpha_1)}{v_n \sqrt{1 + \lambda^2 - 2 \lambda (\sin \alpha_1 + \omega \cdot \cos \alpha_1) + \omega^2 t^2}} \quad (4.5)$$

На рисунку 4.3 показана форма відносної траєкторії частинки

Сила тертя, що діє з боку частинки на диск, співпадає по напрямку з вектором її відносної швидкості.

Рівняння дотичною до відносної траєкторії

$$A x_k - B z_k - C = 0 \quad (4.6)$$

де $A = (\omega R \sin \alpha_i - v_n) \sin \omega t + \omega (R \cos \alpha_i - v_n t) \cos \omega t$;

$$B = (\omega R \sin \alpha_i - v_{\pi}) \cos \omega t - \omega (R \cos \alpha_i - v_{\pi} t) \sin \omega t$$

$$C = R(\omega R \sin \alpha_i - v_{\pi}) \sin \alpha_i + \omega (R \cos \alpha_i - v_{\pi} t)^2$$

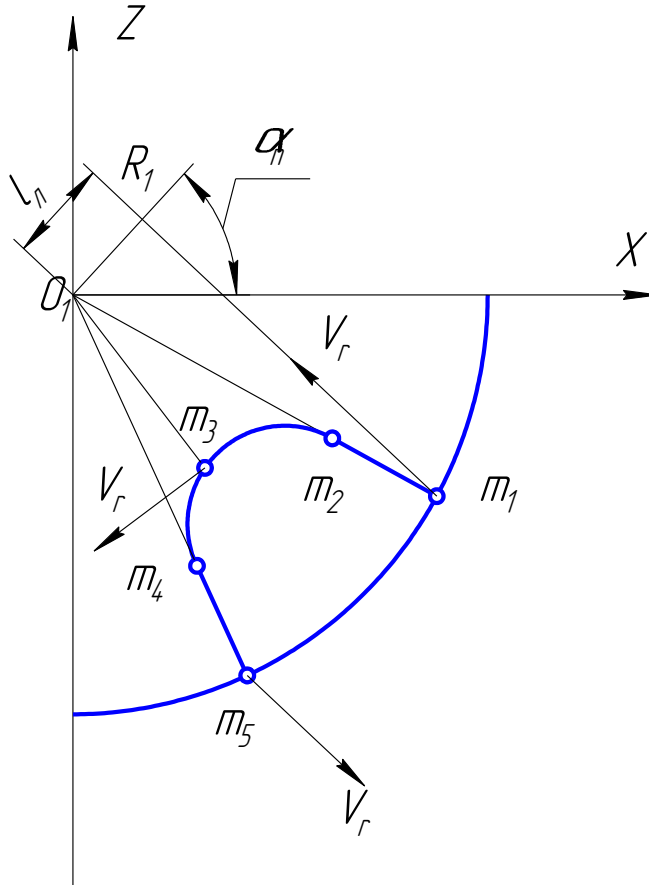


Рис. 4.3. Відносна траєкторія руху частинки по боковій поверхні диска при $\lambda = 1$

Момент сили тертя частинки щодо осі обертання диска характеризується полярною відстанню

$$l_{\pi} = |C| / \sqrt{A^2 + B^2} \quad (4.7)$$

Підставивши в цей вираз необхідні дані і перетворивши його, отримаємо

$$l_{\pi} = \frac{\omega(R\cos\alpha_i - v_{\pi}t)^2 + R(\omega R\sin\alpha_i - v_{\pi})\sin\alpha_i}{\sqrt{(\omega R\sin\alpha_i - v_{\pi}) + \omega(R\cos\alpha_i - v_{\pi}t)^2}} \quad (4.8)$$

Вважаючи що $t = 0$, отримаємо полярну відстань для сили тертя, що діє на лезо диска

$$l_{\pi} = R(\lambda - \sin\alpha_i / \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda\sin\alpha_i}) \quad (4.9)$$

З рисунка 4.3 видно, що на ділянках кривої m_1m_2 та m_4m_5 напрям швидкості v_r , а отже і сили тертя протилежно напрямку обертання диска, а на ділянках $m_2m_3m_4$ співпадає з напрямом його обертання.

Отже на бічній поверхні диска існують зони, в яких напрям сил тертя протилежний напрямку обертання диска навколо своєї осі, і зони, де вони співпадають. Такі ж зони існують і на лезі. Розділяють ці зони частинки, у яких в даний момент часу $l_{\pi} = 0$ та $l_r = 0$.

Вважаючи в рівнянні (4.9) $l_{\pi} = 0$, знайдемо глибину

$$h = R(1 - \lambda) \quad (4.10)$$

При $\lambda = 1$ отримаємо $h = 0$, є межею є сама нижня точка леза диска.

На межах вказаних зон знаходяться точки бічної поверхні, в яких $l_{\pi} = 0$ (точки m_2 та m_4)

Щоб отримати рівняння межі, що розділяє зони, підставимо у формулу (4.8) $l_{\pi} = 0$

$$\omega(R\cos\alpha_i - v_{\pi}t)^2 + R(\omega R\sin\alpha_i - v_{\pi})\sin\alpha_i = 0 \quad (4.11)$$

Якщо в цьому рівнянні прийняти величину R змінною, почати відлік часу руху частинки не з моменту того контакту з лезом, а з моменту

попадання в точку m_2 , тобто ввести заміну $R = R_i$ та $t = t_i = 0$ і вирішити його відносно R , то отримаємо

$$Om_2 = R_i = (R/\lambda) \sin \alpha_i = \rho \cdot \sin \alpha_i \quad (4.12)$$

де ρ - радіус фіктивного кола, рівний відстані ОП від центру диска до миттєвого центру швидкостей.

Вираз є полярним рівнянням кола. Причому полюс системи, відповідної цьому рівнянню, співпадає з центром диска, а полярна вісь з віссю X .

Таким чином, якщо диск занурений в ґрунт на глибину h , то усередині зони $K_2 m_2$ на нього діють сили тертя, напрямом моменту яких щодо точки O співпадає з напрямом обертання диска щодо своєї осі, а в зоні $-K_1 O_2 K_5 K_4 PK_2$

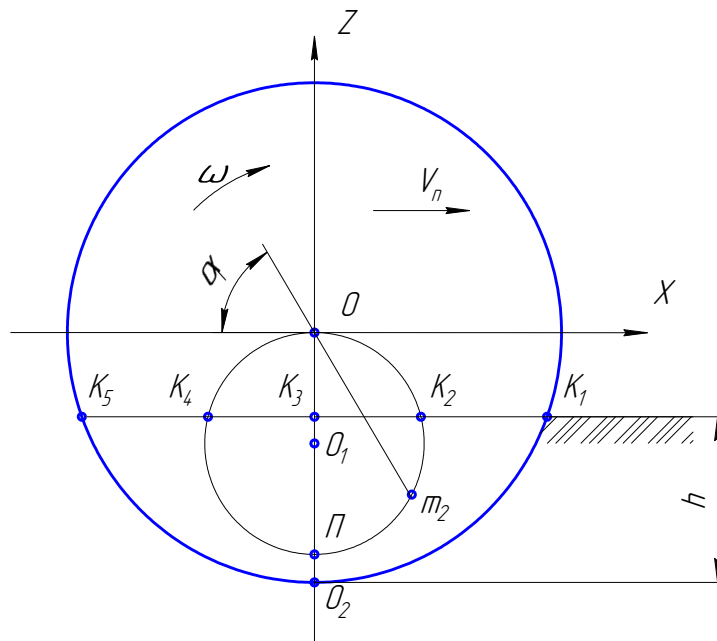


Рис. 4.4. Схема зон дії на ґрунт на боковій поверхні плоского диска

- протилежно напрямку обертання диска. Частина кола $K_4 PK_2$ розділяє ці зони.

Вирішуючи рівняння (4.11) відносно t , знайдемо час руху частинки в кожній зоні:

- від лінії зіткнення з лезом диска до лінії $K_2 m_2 \Pi$ (рис.4.4)

7

$$t_2 = (\lambda \cdot \cos \alpha_i - \sqrt{\lambda \cdot \sin \alpha_i - \lambda^2 \sin^2 \alpha_i}) / \omega \quad (4.13)$$

- від лінії $K_2 m_2 \Pi$ до лінії $K_4 \Pi$

$$t_4 = 2 t_3 = (\lambda \cdot \cos \alpha_i + \sqrt{\lambda \cdot \sin \alpha_i - \lambda^2 \sin^2 \alpha_i}) / \omega \quad (4.14)$$

Час руху частинки по всій траєкторії $m_1 \dots m_5$ визначаємо по формулі

$$t_5 = 2 R \cos \alpha_i / v_{\Pi} \quad (4.15)$$

Використовуючи приведені формули, описують процес взаємодії плоского диска з ґрунтом.

Якщо допустити тиск ґрунту на бічні поверхні диска рівномірним, то можна вважати, що режим обертання пасивного диска буде таким, що площа S_T зони гальмування буде дорівнювати площі S_B зони, де сили тертя сприяють його обертанню.

З рисунка 4.5. видно, що $S_T = S_{\text{АВПСДО}_2}$, $S_B = S_{\text{ВКСП}}$.

При $S_T = S_B$ повинна виконуватися рівність (рис.4.5)

$$S_{\text{АВПСДО}_2} = 2 S_{\text{ВКСП}} \quad (4.16)$$

Ці зони є елементами кіл з радіусами R та $0,5\rho$. Їх площі розраховуються по формулах

$$S_{\text{АВПСДО}_2} = 0,5 R^2 \left(\frac{\pi \psi_2}{180} - \sin \psi_2 \right)$$

$$S_{\text{ВКСП}} = 0,5 (O \cdot O_1) \left(\frac{\pi \psi_2}{180} - \sin \psi_2 \right)$$

$$\text{Тоді} \quad O \cdot O_1 = \rho/2 = R/2\lambda$$

Крім того, з рисунка 4.5 знайдемо $ED = 2R \sin \alpha_i$

Звідки

$$\alpha_2 = \arcsin \sqrt{1 - h/(2R)} \quad (4.17)$$

Одночасно з малюнка 3 видно, що $\varphi_2 = 0,5\pi - \alpha_2$; $\psi_2 = 4\varphi$

Таким чином $\psi_2 = 2\pi - 4 \arcsin \sqrt{1 - h/(2R)}$.

Аналогічно $\psi_1 = 2\pi - 4 \arcsin \sqrt{1 - h/(2R)}$

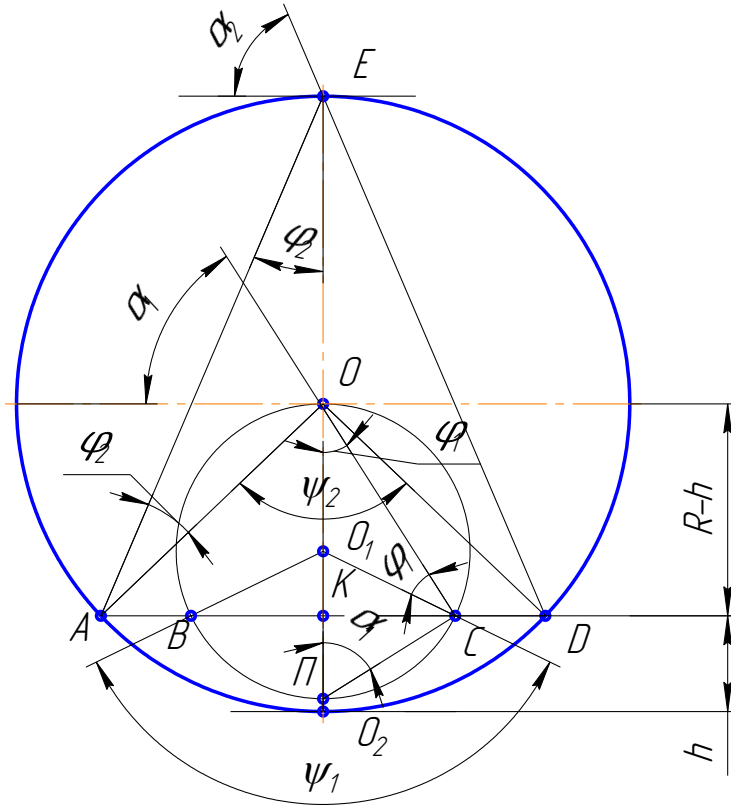


Рис. 4.5. Схема для визначення площин зон

Послідовно підставляючи отримані дані в рівність (4.16) і перетворюючи, отримуємо

$$2\lambda^2 (\psi_2 - \sin \psi_2) = \psi_1 - \sin \psi_1 \quad (4.18)$$

Якщо нехтувати незбалансованою силою тертя, що виникає при порушенні рівності (4.16) в процесі роботи з $\lambda > 1,08$, то умову рівноваги диска можна записати так (рис.4.6):

$$\sum P_x = P_T - N \cos \alpha_c - 2F_\phi \sin \alpha_\pi \quad (4.19)$$

$$\sum P_z = N \sin \alpha_c + 2F_\phi \cos \alpha_\pi - G \quad (4.20)$$

$$\sum M_0 = 2F_\phi l_\pi - M_\pi = 0 \quad (4.21)$$

де N - результуюча нормальних сил з боку ґрунту на лезо диска;
 F_ϕ - результуюча сил тертя ґрунту об фаску леза диска;
 α_n - полярний кут;
 G - вертикальна заглиблююча сила, прикладена до осі диска,
яка залежить в основному від твердості ґрунту;
 M_n - момент приводу диска.

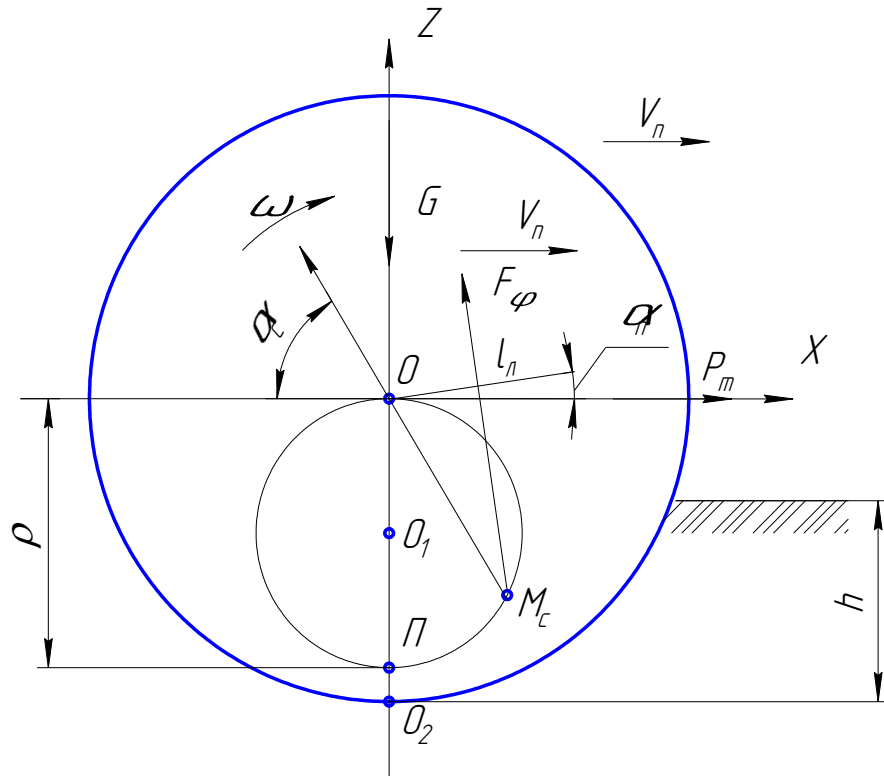


Рис. 4.6. Схема сил, що діють на плоский диск

Полярний кут при $t = 0$ визначають з формул

$$\cos \alpha_n = \pm \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} ; \quad \sin \alpha_n = \pm \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

Реакція ґрунту на лезо диска залежить від кута і заточування.

Позначаючи коефіцієнт тертя ґрунту об диск через f та враховуючи, що

$$F_\phi = f N / (2 \sin \alpha_i) \quad (4.22)$$

З рівняння (4.20) знайдемо

$$N = G \cdot \sin \alpha_i / (\sin i \sin \alpha_c + f \cos \alpha_n) \quad (4.23)$$

Тяговий опір P диска запишемо з рівняння (4.19)

$$P = \frac{G(\sin \alpha_i \cos \alpha_c + f \sin \alpha_n)}{\sin i \sin \alpha_c + f \cos \alpha_n} \quad (4.24)$$

Таким чином, тяговий опір плоского диска залежить від щільності ґрунту, який визначається величиною вертикального навантаження G , кута

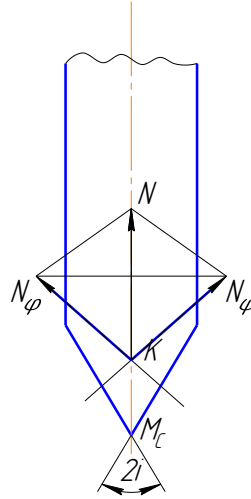


Рис. 4.7. Схема дії нормальних сил ґрунту на лезо диска

загострення леза i , заглиблення диска в ґрунт, що враховується кутом α_c , режиму обертання, визначуваного величиною α_n і коефіцієнта тертя f .

Закономірність зміни моменту приводу диска знайдемо з рівняння (4.21), використовуючи формули (4.23) та (4.24).

$$M = \frac{fGR(\lambda - \sin \alpha_c)}{\sin i \sin \alpha_c + f \cos \alpha_n \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \sin \alpha_c}} \quad (4.25)$$

Підставивши значення у формулу (4.24), знаходимо значення тягового опору одного диска

$$P = \frac{1,5(\sin 8^\circ \cos 60^\circ + 0,9 \sin 15^\circ)}{\sin 8^\circ \sin 60^\circ + 0,9 \cos 15^\circ} = 0,45 \text{ кГ} = 4,5 \text{ Н}$$

З урахуванням того, що диск розташовано під кутом 5° до руху культиватора, тяговий опір складе $P_T = P \cdot \cos 5^\circ = 4,5 \cdot 0,998 = 4,48 \text{ Н}$

Так як один ротор має десять дисків, його тяговий опір складатиме 44,8 Н, а тяговий опір усіх роторів культиватора складе $P_z = 44,8 \cdot 13 = 582,4 \text{ Н}$.

4.3. Силові розрахунки

4.3.1. Обґрунтування стійкості ходу дискових роторів

Стійкість ходу дискових роторів впливає на якість розпушування ґрунту.

Воно залежить від системи кріплення роторів та напрямку діючих сил.

Ротори жорстко кріпляться до повідка, який має змогу обертатися навколо нерухомої горизонтальної вісі перпендикулярно до ходу культиватора.

Коли дискові ротори рухаються у ґрунті на них діють наступні сили [14,15]:

- сила тяжіння роторів разом з повідком G ;
- сила G_1 від тиску пружини;
- сила тяги P , прикладена до шарніру повідка.

Схема дії сил на дисковий ротор наведена на рисунку 4.8.

Симетричність форми дискового ротора обумовлює дію на нього сил в одній вертикальній площині. Проектуючи їх на вісь X отримуємо:

$$Gl + G_1 l_1 - P \sin \beta = 0 \quad (4.26)$$

З виразу (4.26) знайдемо зусилля пружини, яке забезпечить якісну підготовку ґрунту дисковими роторами

$$G_1 = \frac{P \sin \beta - Gl}{l_1}$$

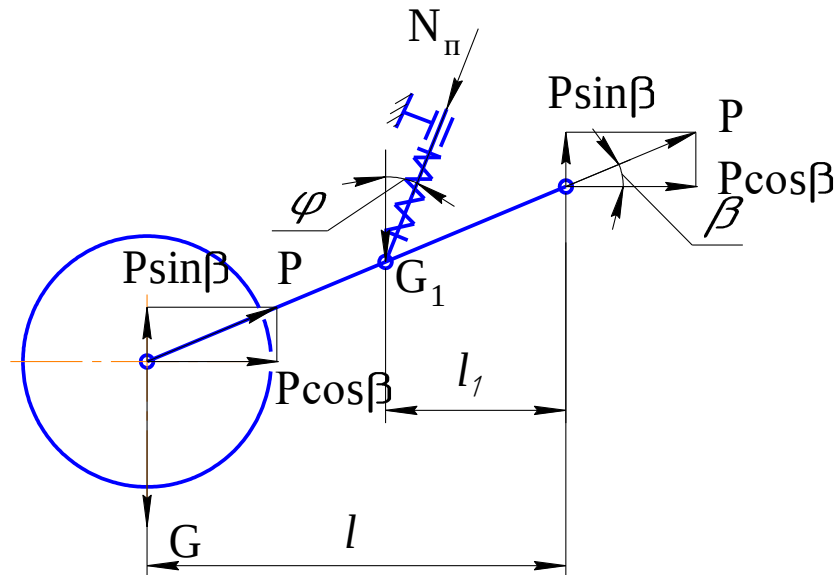


Рис. 4.8. Схема дії сил на дисковий ротор

З креслення дискового ротора знаходимо потрібні для розрахунків відстані і отримуємо:

$$G_1 = \frac{44,8 \cdot \sin \beta - 252 \cdot 280}{208} = 311,85 \text{ Н}$$

Так як пружина розташована під кутом, то її робоче навантаження буде складати

$$N_n = G_1 / \cos \beta = 311,85 / \cos 33^\circ = 374,6 \text{ Н}$$

4.4. Розрахунки на міцність

4.4.1. Розрахунок підшипників роторних дисків

Силовий розрахунок вала роторного диску виконуємо виходячи з максимально можливого зусилля, що може витримати роторний диск.

З попередніх розрахунків навантаження буде складати 22,4 Н.

Для побудови епюри моменту згину знаходимо реакції опор в точках А і В:

$$\sum M_A = 0; \quad P \cdot l_1 - R_B \cdot l = 0;$$

звідки:

$$R_B = \frac{P \cdot l_1}{l} = \frac{22,4 \cdot 78}{156} = 11,2 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0; \quad P \cdot l_1 - R_A \cdot l = 0;$$

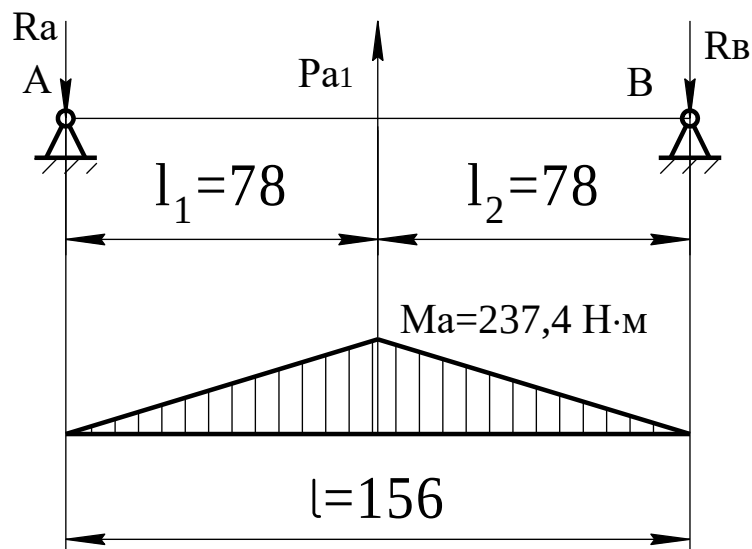


Рис. 4.9 Схема навантаження вала котка.

звідки

$$R_a = \frac{P \cdot l_1}{l} = \frac{22,4 \cdot 78}{156} = 11,2 \text{ Н}$$

Перевіряємо правильність розрахунків:

$$P - R_a - R_b = 0;$$

$$22,4 - 11,2 - 11,2 = 0$$

Таким чином, розрахунки виконано правильно.

Будуємо епюру згинального моменту (рис. 4.9.).

$$M_{зг} = P \cdot l_1 = 22,4 \cdot 0,078 = 17,4 \text{ Нм}$$

Визначаємо мінімальний діаметр вала в небезпечному перетині [14,15,16,17]:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_3}{0,1 \cdot [\sigma]_3}}, \quad (4.27)$$

Матеріал для вала приймаємо Сталь 35, для якої $[\sigma]_3 = 100 \text{ кг/мм}^2$.

$$d = \sqrt[3]{\frac{17,4 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 100}} = 16,85 \text{ мм.}$$

Приймаємо підшипником вал діаметром 30 мм.

$$\text{Тоді } \sigma = \frac{M_3}{W} \leq [\sigma]_3 \quad (4.28)$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 30^3 = 2700 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma = \frac{43200}{2700} = 16 \text{ кг/мм}^2 < [\sigma]_3 = 100 \text{ кг/мм}^2.$$

Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma} = \frac{100}{16} = 6,25$$

Запасу міцності для працездатності ротора достатньо.

Назначаємо підшипник кочення 80206 ГОСТ 7242-750 з наступними параметрами:

- внутрішній діаметр $d = 30 \text{ мм}$;
- зовнішній діаметр $D = 62 \text{ мм}$;
- ширина $B = 16 \text{ мм}$;
- статичне навантаження $C = 19000 \text{ Н}$.

З попередніх розрахунків знаходимо необхідне навантаження

$$C = P(n \cdot h)^{0,3} \quad (4.29)$$

де $P = R_A = R_B = 11,2 \text{ Н}$

n – кількість обертів дисків, з попередніх розрахунків $n = 2,2 \text{ с}^{-1}$ або $n = 132 \text{ хв}^{-1}$

h – розрахункова довговічність, годин. Для культиватора ресурс складає 9 років. Нормативний показник для культиватора складає 250 годин у рік. Тоді $h = 2250$ годин.

Підставивши значення, отримуємо:

$$C_p = 11,2(132 \cdot 2250)^{0,3} = 442,8 \text{ Н}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу

$$\Pi = \frac{C}{C_p} = 4,29,$$

якого достатньо для надійної роботи культиватора.

5. Охорона праці

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи культиватора УСМК-5,4.

При експлуатації модернізованого агрегату можуть виникнути наступні небезпечні і шкідливі фактори:

- механізми, які рухаються і обертаються (рух самого агрегату);
- високий рівень шуму, вібрації внаслідок роботи двигуна трактора;
- високий рівень запилення робочої зони механізатора;
- наявність гострих країв елементів конструкції культиватора;
- перевертання агрегату при роботі на схилах, нахил яких перевищує встановлені норми;
- виконання робіт з паливно-мастильними матеріалами при ремонті і технічному обслуговуванні;
- невідповідність параметрів мікроклімату при виконанні робіт у польових умовах вимогам санітарних норм;
- великі габаритні розміри культиватора, які перевищують встановлені норми при транспортуванні по дорогах загального призначення;
- пожежонебезпека.

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

Гідросистема машини з'єднується з гідросистемою трактора за допомогою розривних муфт, які попереджають розбризкування мастила в обличчя механізатора.

Керування робочою машиною під час руху виконується з кабіни трактора.

Елементи конструкції культиватора не перешкоджають і не обмежують огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження.

У важкодоступних місцях застосовано одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний період. Місця розташування точок змащення позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору машини.

Культиватор комплектується інструментом, що відсутній у комплекті тракторів.

Для ручного очищення робочих органів передбачені спеціальні чистики. Розташування робочих органів забезпечує безпеку очищення і доступ до них.

Допустимі значення рівня шуму на робочому місці оператора не перевищують вимог ГОСТ 12.2.019 [18].

Кольорове оформлення машини відповідає наступним вимогам:

- загальний фон кольору машини відрізняється від основного фону, на якому вона експлуатується (фону поля);
- зовнішні поверхні машини, які у процесі експлуатації постійно знаходяться у полі зору оператора, покриті фарбою з матовою фактурою.

На машині приведені відповідні написи, які забороняють або попереджають про можливі аварійні ситуації у випадку неправильних дій обслуговуючого персоналу.

Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочому майданчику оператора - відповідають ГОСТ 12.2.019. Робоче місце оператора захищене від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів машини і відповідає вимогам санітарних правил СП 4282-87 [18].

5.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на культиваторі

Для забезпечення поздовжньої стійкості і керування агрегатом передбачений кронштейн з вантажами для закріплення їх на передньому брусі рами.

Кути поперечної статичної стійкості для машини у агрегаті з трактором не менше 30°.

Культиватор у відчепленому стані зберігає стійкість при застосуванні до нього зусиль більше 200 Н. Для транспортування по дорогах загального призначення культиватор обладнаний транспортним пристроєм, а також для транспортування в темний час доби обладнаний світловідбивачами: задні червоного кольору, передні – білого, позаду з лівої сторони нанесений знак обмеження максимальної швидкості.

Конструкція машини забезпечує можливість приєднання до трактора одним оператором. Зусилля для переміщення важелів регулювання глибини обробітку не перевищує – 200 Н. Загальне число робочих рухів оператора на хвилину при регулюванні та заправці не перевищує 25.

Робочі органи устатковані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

При роботі сільськогосподарського агрегату категорично забороняється:

- перебувати на культиваторі, чи в зоні його дії;
- знаходитись між культиватором і трактором при комплектуванні агрегату;
- здійснювати обслуговування, регулювання та інші роботи з культиватором, який переведений в транспортний стан чи при працюючому двигуні трактора;
- здійснювати дозаправку трактора в заборонених для цього місцях.

При очищенні робочих органів користуватися спеціальними чистиками, якими комплектується культиватор;

Не допускати підтікання палива із системи живлення двигуна і масла із гідросистеми, попадання масла на деталі і вузли трактора, перегрівання підшипників;

Перед заправленням трактора перевірити надійність кріплення заземлюючого ланцюга, який повинен постійно торкатися землі.

Перед проведенням зварювальних або інших робіт з використанням вогню, які необхідно виконати в польових умовах, поблизу обов'язково

поставити ящик з піском і відро з водою. Агрегат повинен бути укомплектований вогнегасником марки ОП–5 і санітарною лопатою.

Висновки

Змінена технологія вирощування цукрових буряків, яка полягає у використанні при виконанні операції передпосівного обробітку ґрунту конструктивно модернізованого культиватора УСМК-5,4, що використовується також при міжрядному обробітку дозволила підвищити продуктивність ґрунтообробного агрегату, знизити загальні витрати пального на виконання цієї операції та людської праці і підвищити загальну окупність технічних засобів задіяних у загальному циклі виробництва продукції.

Характер змін в технології вирощування цукрових буряків обґрунтований необхідними розрахунками по вибору сільськогосподарського агрегату, його складу та режимів роботи. На підставі проведеного аналізу та розрахунків розроблена удосконалена технологічна карта та операційна технологічна карта на проведення операції передпосівного обробітку ґрунту.

Для підвищення якості виконання технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту в інженерній частині проекту виконана модернізація культиватора УСМК-5,4. Розроблена удосконалена конструкція дискових роторів. Запропоновані конструктивні зміни повинні підвищити інтенсивність подрібнення поверхневого шару ґрунту та надійність виконання технологічного процесу.

В розділах „ Охорона праці” розроблений ряд заходів та рекомендацій по безпечній експлуатації сільськогосподарського агрегату.

Запропоновані зміни в технології вирощування та конструкції культиватора передбачають можливе підвищення продуктивності праці,

зниження витрат пального, підвищення якості виконання технологічного процесу та зменшення кількості типів машин в системі, задіяних у виробництві цукрових буряків.

Список використаної літератури

1. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. / ISBN966-383-042-5. Кіровоградський інститут АПВ УААН, 2005, 265 с.
2. Интенсивные технологии возделывания зерновых и технических культур / Под ред. А.И.Зинченко и И.М. Карасюка. – К.: Выща школа. Головне изд-во, 1988. – 327 с.
3. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1991. – 213 с.
4. Приходько П.М. Особенности возделывания сахарной свеклы по интенсивной технологии в степной зоне Украины.-Днепропетровск.-1988.-23с.
5. Бондарь В.С. Буряково-цукровий підкомплекс АПК України – на ринкові рейки. // Цукрові буряки.-1998.-№ 5.-ст.5.
6. В Україні зростає врожайність цукрових буряків — Держстат. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://superagronom.com/media/news/o-o-w/00/05/5475/5354454-16892.jpg>. – Назва з екрана.
7. Правила производства механизированных работ под пропашные культуры: Пособие для бригадиров и звеньевых / Сост. К.С.Орманджи. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Россельхозиздат, 1986.- 303с., ил.
8. . Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Г.В.Корнев, Г.Г.Гатаулица, А.И.Зинченко и др.; Под ред. Г.В.Коренева.-М.: Агропромиздат, 1988.-301 с.
9. Д.В. Борисюк, В.Й. Зілінський, А.В.Спірін. Тенденції розвитку техніки для збирання цукрових буряків. Вінницький національний технічний університет. Вісник машинобудування та транспорту №2 (6), 2017р.
10. Самохідні бурякозбиральні комбайни. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://agrolines.com.ua/uk/buriakova-tekhnika/samokhidni-buriakozbyralni-kombainy>. – Назва з екрана.
11. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною

програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: В.М. Сало, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 58 с.

12. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Механізація, електрифікація, автоматизація сільськогосподарського виробництва”, „Експлуатація машинно-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.

13. Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия, М.,Машиностроение, 1983.

14. Матяшин Ю.И. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. М. ВО «Агропромиздат», 1981г.

15. Стрельбицкий В.Ф. и др. Дисковые почвообрабатывающие машины, М. «Машиностроение» , 1978г.

16. Кудрявцев В.М. Детали машин. Ленинград., «Машиностроение»,1980г.

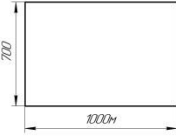
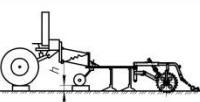
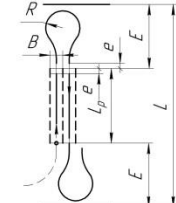
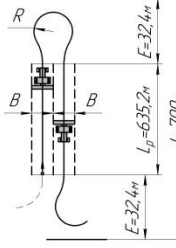
17. Анурьев В.И Справочник конструктора – машиностроителя в 3-х томах, М, машиностроение, 1989

18. Боровиков В.И., Вовк А.Н., Попов А.И. Безопасность труда в сельском хозяйстве.- М.: Агропромиздат, 1987.

ДОДАТКИ

Операційна технологічна карта на передпосівний обробіток ґрунту

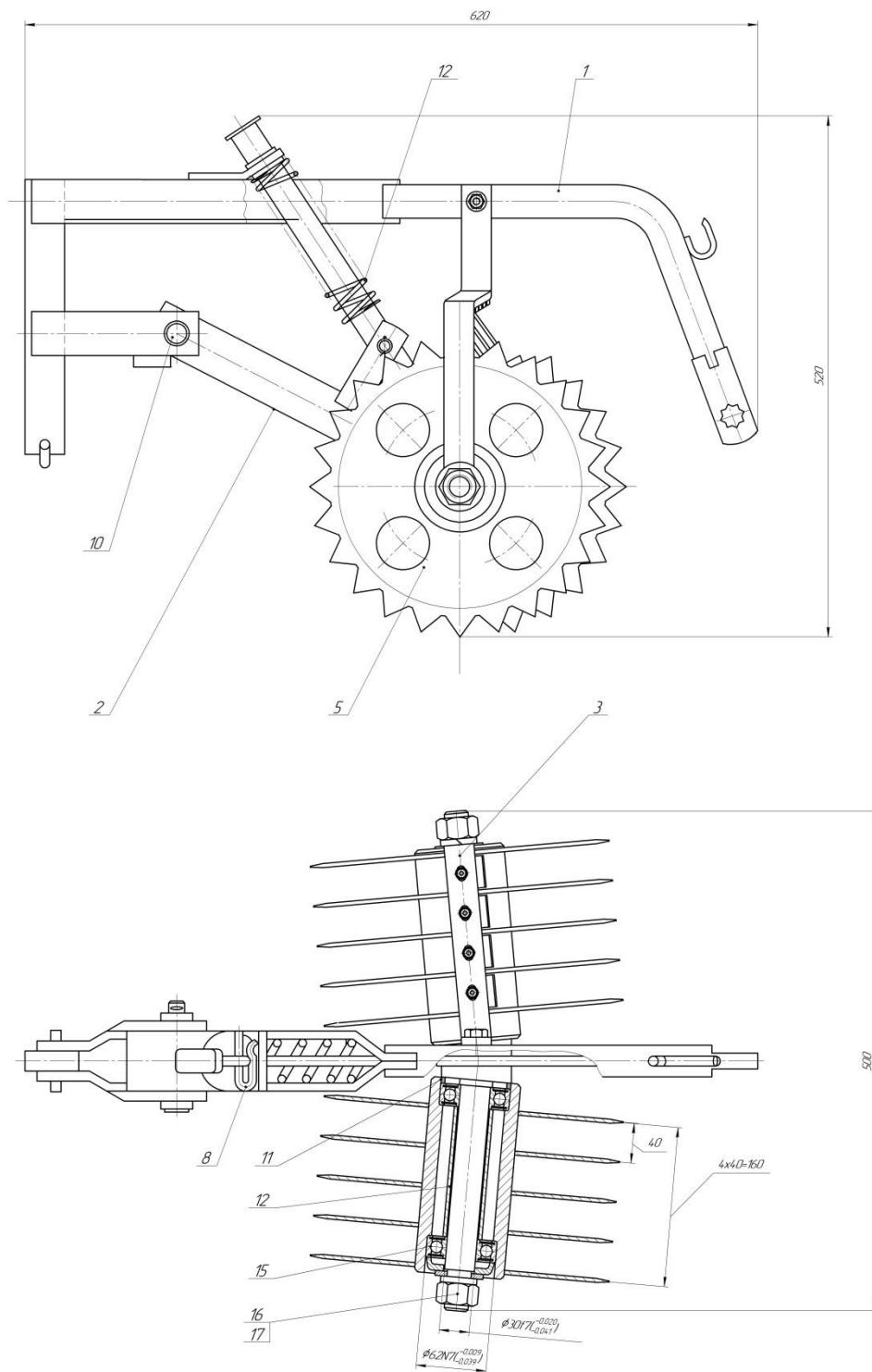
МВЦБ 00.000.02.Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 70га; довжина гонів – 700 м; максимальна величина схилів – 3°%; глибина обробітку – 5–12 см.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	1. Проведення обробітку в кращі агротехнічні строки. 2. Глибина розпушування шару ґрунту при прополіванні бур'янів після проходу агрегату повинна становити 50±5 мм. 3. В обробленому шарі ґрунту вміст грудок розміром більше 20 мм не повинен перевищувати 10% від маси пради. 4. Ширина перекриття попереднього проходу культиватора не повинна перевищувати 15–20 см (особливо при внесенні гербіцидів одночасно з обробітком ґрунту).	
Склад агрегату	Трактор МТЗ-80 + культиватор УСКМ – 5,4. Робоча ширина захвату $B_p = 5,4$ м; мінімальний радіус повороту $R_{min} = 9,18$ м; кінематична довжина агрегату $L_a = 1,94$ м.	Схема агрегату
Підготовка МТА до роботи	1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і культиватора. 2. Перевірити кріплення вузлів і загострення робочих органів. 3. Перевірити надійність та правильність розстановки попольних лоп. 4. Відрегулювати культиватор на задану глибину обробітку ґрунту.	 Схема налагодження культиватора на задану глибину обробітку
Спосіб руху	Спосіб руху – загінний, човниковий з петльовими поворотами	 Схема підготовки поля до роботи
Підготовка поля	Перед початком обробітку поле оглянути, усунути виявлені перешкоди. Відмітити ширину поворотних смуг $E = 32,4$ м, ширину загінки, довжину робочого ходу $L_p = 635,2$ м.	
Робота МТА на ділянці. Показники організації процесу	1. Роботи виконувати на III-й передачі. З урахуванням продуксування робоча швидкість повинна становити $V_p = 10$ км/год. 2. Тривалість одного циклу – 10,6 хв. 3. Технічна продуктивність за цикл – 0,78 га/цикл. 4. Кількість циклів за зміну – 4,15 ц/зм. 5. Змінна продуктивність агрегату – 32,4 га/зм. 6. Витрати палива на 1 га – 3,03 кг/га. 7. Витрати палива за зміну – 98,4 кг/зм.	 E – поворотна смуга; L_p – робоча довжина гонів; R – мінімальний радіус повороту. Схема руху одного циклу
Контроль за якістю	1. Під час першого проходу зупинити агрегат і перевірити наступні показники. 2. Визначити глибину обробітку за допомогою лінійки-стержня. 3. Визначити показники кришення ґрунту, підрізання бур'янів.	

МВЦБ 00.000.02.Т4			
Лист	№ докум.	Лист	Всього
Робота	Одноразово	Лист	Всього
Вид	Стор. 001	Лист	Всього
Лист	Всього	Лист	Всього
Всього	Всього	Лист	Всього
Всього	Всього	Лист	Всього

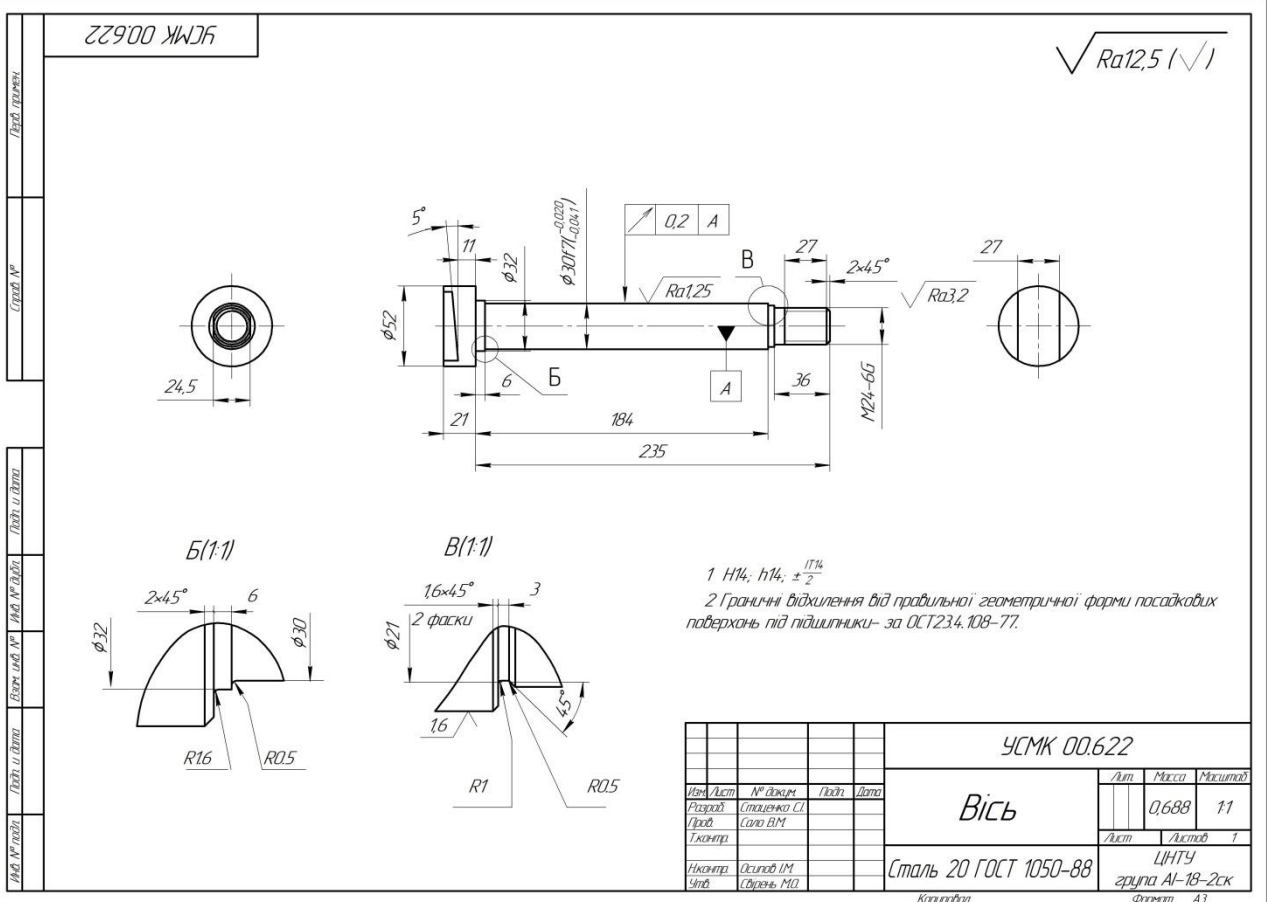
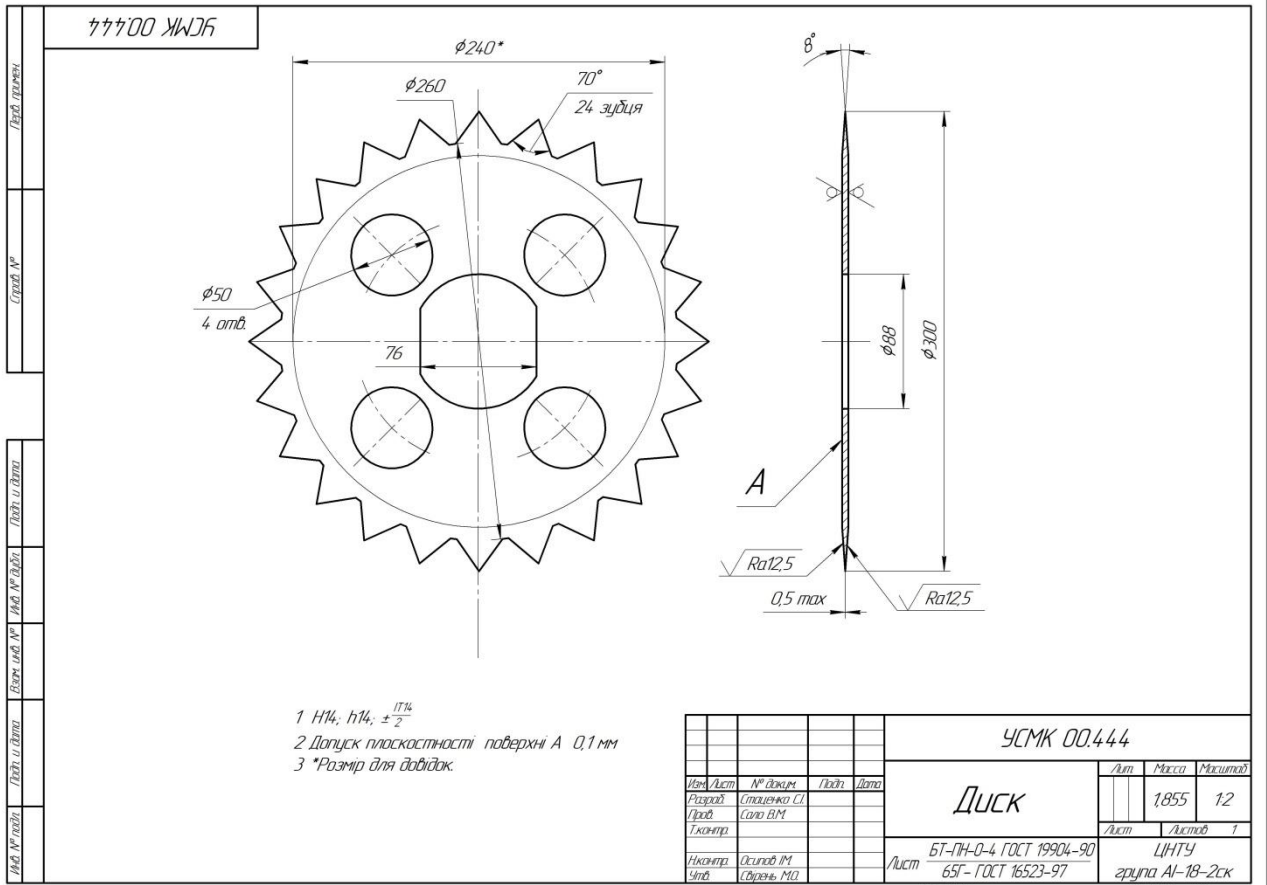
Копія

АТ



- 1 Зовнішні поверхні фарбувати червоною емаллю ПФ-115 ГОСТ 6465-76.
- 2 При складанні всі порожнини заповнити мастилом Литол 24 ГОСТ 21150-87.
- 3 Розміри для довідок:

					УСМК 00.050 СБ				
					Ротор дискової				
Вир/Авт	Ав/Проект	Підп	Дат		Авт	Місц	Місяць		
Вироб	Проектувальн Ц					18.0	12		
Завод	Завод РМ								
Вироб	Завод РМ				Авт	Август			
Завод	Завод РМ				ЛНТУ група АБ-20х				
Колонна					Формат А1				



Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A1			УСМК 00.000СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A4	1		УСМК 00.010	Рама	1	
	A4	2		УСМК 00.020	Колесо	1	
	A4	3		УСМК 00.020-01	Колесо	1	
	A4	4		УСМК 00.030	Транспортне пристосування	1	
Підп. і дата	A4	5		УСМК 00.040	Секція	13	
	A4	6		УСМК 00.050	Борона	13	
	A4	7		УСМК 00.060	Шлейф	2	
Інв. № докл.							
Взам. інв. №							
Підп. і дата							
Інв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	УСМК 00.000	
	Разраб.		Стаценко С.І.			Універсальний буряковий культиватор УСМК-5,4	
	Проб.		Соло В.М.				
	Исполн.		Осипов ІМ.				
	Утв.		Свірень М.О.			ЦНТУ група АІ-18-2ск	

Копіював

Формат А4

		Перв. примен.			Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Формат	Зона	Поз.				
Справ. №						Документація		
		A1			УСМК 00.050 СБ	Складальне креслення		
						Складальні одиниці		
		A4	1	УСМК 00.110	Рамка	1		
		A4	2	УСМК 00.120	Тяга	1		
		A4	3	УСМК 00.130	Чистик	2		
		A4	5	УСМК 00.150	Борона	2		
						Деталі		
Підп. і дата			7	УСМК 00.414	Штанга	1		
			8	УСМК 00.603	Шпильот	1		
			9	УСМК 00.604	Пружина	1		
			10	УСМК 00.605	Штир	1		
			11	УСМК 00.606	Втулка	2		
			12	УСМК 00.606-01	Втулка	2		
					Стандартні вироби			
			15		Підшипник 80206			
					ГОСТ 7242-75	4		
			16		Гайка М16.019 ГОСТ 5915-70	2		
Взам. инв. №			17		Шайба 16 65Г ГОСТ 6402-70	2		
Підп. і дата								
Инв. № подл.								
УСМК 00.050								
Изм. Лист № докум. Подп. Дата Разраб. Стаценко С.І. Пров. Соло В.М. Н.контр. Осинов ІМ. Утв. Свірень М.О.					Лист Лист Листов			
Ротор дисковий					ЦНТУ група АІ-18-2ск			

Копировал

Формат А4