

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

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

Механізація вирощування цукрового буряка з
модернізацією парового культиватора

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

Самсоненко Олександр Олександрович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Володимир АМОСОВ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Іван СКРИННІК

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

ЗМІСТ

	стор.
ЗМІСТ	6
1 ВСТУП.....	7
2 АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА	8
3 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА	18
4 ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА.....	29
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
6 ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60
ДОДАТКИ.....	61

Активация Windows

Чтобы активировать Windows,
перейдите на [www.microsoft.com](#) и
введите ключ продукта.
или
перейдите на [www.microsoft.com](#) и
введите ключ продукта.

ЦБК 00.000 ПЗ

Арх.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 ВСТУП

Основною операцією більшості технологій виробництва продукції рослинництва є обробіток ґрунту. Ґрунт є основним засобом сільськогосподарського виробництва. Від його родючості залежить врожайність цукрового буряка. Підтримати родючість ґрунту можна раціональним вибором способу його обробітку, внесенням органічних та мінеральних добрив.

Від якості та своєчасності передпосівного обробітку поверхневого шару ґрунту залежить схожість насіння, яка впливає на необхідність подальшого проріджування сходів та врожайність і вміст цукру. Тому вдосконалення технології виробництва цукрового буряка шляхом використання високопродуктивного агрегату для поверхневого обробітку ґрунту є актуальною задачею.

Метою даної кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології вирощування цукрового буряка і підвищення продуктивності та зменшення тягового опору культиватора широкозахватного універсального КШУ-12.

					ЦБК 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Самсоненко				Механізація вирощування цукрового буряка з модернізацією парового культиватора	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Амосов							
Н.контр.	Мачок					ЦНТУ, гр. АІ-22мб-1		
Затвер.	Васильковський							

2 АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

2.1 Біологічні характеристики культури

Цукровий буряк характеризується широким температурним діапазоном для проростання насіння – від +4 до +17 °С. При цьому варто зазначити, що чим вища температура, тим менше часу потрібно для появи сходів: ця залежність є прямо пропорційною і може впливати на строк проростання в межах 10–15 діб. У передзбиральний період буряк здатен витримувати заморозки до -5 °С без шкоди для рослини. Проте подальше зниження температур негативно впливає на процес накопичення цукру в коренеплодах[1].

Будучи культурою, що любить тепло, цукровий буряк також вирізняється високою жаростійкістю. Найсприятливішою для його росту та розвитку є температура в межах 20–22 °С. Однак фотосинтетичні процеси можуть ефективно проходити і за температури понад 40 °С[1].

З початку вегетаційного періоду рослина виявляє високу чутливість до наявності вологи. Хоча витрати води є раціональними, загальна потреба у волозі для нормального розвитку рослини залишається значною. Пікове водоспоживання припадає на липень-серпень – період активного нарощування маси коренеплодів. Недостатній рівень вологи у цей час може викликати підвищення вмісту азоту в коренеплодах. Завдяки добре розвиненій кореневій системі буряк може ефективно використовувати глибокі шари ґрунтової вологи – до 2,5 м[1].

Процес накопичення цукру у коренеплодах тісно пов'язаний з кількістю сонячного світла, особливо в другій половині вегетації (кінець літа – початок осені). Інтенсивне освітлення сприяє покращенню якості та кількості врожаю. Надмірна густина посівів або наявність бур'янів знижують доступність світла, що, в свою чергу, знижує продуктивність культури. Тому буряк слід розглядати як рослину, яка любить світло і потребує довгого дня.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- занадто ранній обробіток – призводить до ущільнення та подальших деформацій коренів;
- надмірна глибина – порушує структуру ґрунту і перешкоджає підняттю вологи до насіння;
- надмірна частота проходів техніки або висока швидкість руху – це призводить до руйнування структури ґрунту, посилення ерозійних процесів і утворення ґрунтової кірки після дощів.

Оптимальним є висів дражованого насіння на вологий, дещо ущільнений шар із непорушеною капілярною сіткою. При цьому його потрібно покривати шаром рихлого ґрунту товщиною 2–3 см. Такий підхід забезпечує достатній доступ води, тепла та кисню, що є ключовими для швидкого та дружного проростання[1].

2.3 Посів цукрового буряка

Час посіву відіграє ключову роль у визначенні майбутньої врожайності культури. За даними агрономічних спостережень, площа листкової поверхні, що забезпечує фотосинтетичну активність, формується через 30–45 днів після сходів. Відповідно, строки сівби необхідно підбирати так, щоб фази активного формування листя не збігалися з посушливими періодами, орієнтуючись на кліматичні особливості регіону та багаторічні погодні спостереження[2].

Через 40–50 днів після появи сходів розпочинається активне нарощування маси коренеплодів і накопичення цукру. У вересні цей процес сповільнюється внаслідок скорочення світлового дня та зниження температур. Тому завдання агронома – створити умови, за яких тривалість активного росту коренеплодів буде максимальною. Встановлено, що запізнення з посівом навіть на 10 діб здатне зменшити урожайність на 2,6–3,5 т/га та знизити вміст цукру на 0,4–0,8% [2].

Водночас передчасна сівба є ризикованою. Висів необхідно проводити лише після досягнення ґрунтом фізичної стиглості. Крім того, слід зупиняти

						ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

періодичне коригування параметрів є обов'язковими у процесі посівної кампанії.

Оптимальну густоту посіву слід визначати, враховуючи агротехнічний рівень господарства, природно-кліматичні умови та ступінь засміченості полів. У сприятливих умовах із належною агротехнікою доцільно висівати 60–80 тис. насінин/га. У посушливих районах, при підвищеній забур'яненості – норму висіву збільшують до 130–150 тис./га. Водночас польові дослідження підтверджують, що при стабільних умовах різниця в густоті не суттєво впливає на врожайність і вміст цукру, тож до підвищення норми варто вдаватися лише за несприятливих умов[2].

2.4 Система живлення цукрових буряків

Одним із ключових елементів мінерального живлення цукрових буряків, як і багатьох інших сільськогосподарських культур, є азот. Забезпечення рослин цим елементом на початкових етапах вегетації відіграє важливу роль у формуванні потужного листкового апарату, що, в свою чергу, визначає продуктивність культури. Найефективнішим джерелом азоту для буряків на ґрунтах типу чорноземів і підзолистих є натрієва селітра, яку науковці рекомендують у якості пріоритетного добрива[2].

Допустимими альтернативами, хоч і менш результативними, є кальцієва селітра, сечовина, аміачна селітра та сульфат амонію. В умовах обмеженого вибору краще надавати перевагу аміачній селітрі порівняно з сульфатом амонію, а при можливості – замінювати її на кальцієву[2].

При розрахунку доз добрив доцільно орієнтуватися не лише на загальні норми, але й на реальний вміст елементів у ґрунті, який можна встановити за допомогою лабораторного аналізу. Це дозволяє адаптувати систему живлення до конкретних умов ділянки та уникнути надлишкового або недостатнього внесення.

Надмірна кількість азоту на пізніх етапах вегетації має негативний вплив, оскільки стимулює надмірний ріст листя на шкоду формуванню

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коренеплоду і знижує його цукристість. Це пояснюється конкуренцією за поживні речовини між вегетативною масою та репродуктивною частиною рослини.

Фосфор є особливо важливим для рослин у період формування первинної кореневої системи. За його дефіциту у ґрунті можливе зниження врожайності та вмісту цукру в коренеплодах. Проте ефективне засвоєння фосфору залежить від наявності азоту, тому доцільним є одночасне внесення обох елементів[2].

Калій і натрій сприяють підвищенню концентрації цукру в буряковій масі. Калійні добрива є особливо необхідними на торф'янистих і піщаних ґрунтах, де його запаси зазвичай обмежені. Внесення натрію доцільне лише за достатнього рівня калію, адже натрій здатен заміщувати калій у старому листі, сприяючи його переміщенню до кореневої частини. Якщо ж рівень калію низький, то натрій накопичується у молодому листі, що веде до передчасного його відмирання й зниження фотосинтетичної активності.

На кислих ґрунтах особливу роль відіграє кальцій, а серед мікроелементів найбільш значущим для цукрових буряків є бор. Варто враховувати, що при вапнуванні бор вступає в реакцію з кальцієм, утворюючи малорозчинні сполуки. У такому разі доцільним є використання боратованого суперфосфату.

Планування системи удобрення повинно базуватися на таких принципах[2]:

- Забезпечення рослин легкодоступними поживними формами на початку вегетації;
- Оптимальний рівень азотного живлення під час активного росту листків;
- Помірне внесення азоту та посилене забезпечення фосфором і калієм у фазі накопичення цукру;
- Максимальне надходження поживних речовин у липні-серпні, коли буряки демонструють найбільші темпи росту.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У перші 45 днів після появи сходів споживання елементів незначне. Однак у наступні 80 днів поглинання поживних речовин інтенсивно зростає разом із розвитком листя. Далі, протягом фінальних 30–40 діб, засвоєння добрив знижується, адже основна увага рослини переходить на завершення формування коренеплоду.

Важливо моніторити стан рослин на предмет нестачі окремих елементів. При низькому забезпеченні мікроелементами їх доцільно вносити в ґрунт. За задовільного рівня – ефективнішими будуть позакореневі підживлення.

Особливу увагу слід приділяти балансуванню азотного живлення. Як дефіцит, так і надлишок азоту при відсутності інших елементів призводять до зниження як кількісних, так і якісних показників урожаю, включно зі зменшенням вмісту цукру та погіршенням технологічних властивостей сировини[2].

2.5 Система захисту цукрових буряків від бур'янів

Один із головних чинників, що визначає рівень урожайності цукрових буряків, – це своєчасна й ефективна боротьба з бур'янами. Через повільний початковий ріст культури та широкі міжряддя, поле на ранніх етапах розвитку буряків зазвичай інтенсивно засмічується, а бур'яни, як правило, мають вищу конкурентоспроможність. Саме тому без використання гербіцидів неможливо досягти стабільно високих показників урожайності[3].

Згідно з даними досліджень, існує чіткий зв'язок між масою зеленої маси бур'янів і втратами врожаю. Так, кожні 100 г бур'янової маси на 1 м² поля призводять до зменшення врожаю коренеплодів на 1,5–2 т/га. Наприклад, одна рослина лободи у липні може важити до 500 г, а щириця – 150–300 г. При середній густоті по одній рослині на кожен квадратний метр втрати врожаю можуть сягати 10 т/га[3].

Критичними показниками засміченості для цукрового буряка вважаються[3]:

- злакові бур'яни – 4–5 шт./м²;

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Хвороби цукрових буряків

Усі захворювання цукрового буряка можна умовно поділити на дві основні категорії: ураження листкової маси та хвороби, що вражають коренеплоди. Обидві групи включають широкий спектр патогенів, боротьба з якими є важливим елементом системи захисту культури[3].

Упродовж останніх років спостерігається зростання ролі фітосанітарного контролю за станом листя. Якщо раніше головну увагу зосереджували переважно на підземній частині рослин – коренеплодах, то нині поверхнева частина буряка потребує не менш уважного підходу. Саме стан листкової поверхні значною мірою визначає інтенсивність фотосинтезу, а отже – накопичення цукру та кінцеву врожайність[3].

Використання інсектицидів відбувається виключно у разі виявлення масових спалахів шкідників. Превентивне застосування не є доцільним через ризик розвитку резистентності та додаткові витрати. У разі серйозної загрози варто оперативно реагувати з урахуванням специфіки збудника та стадії розвитку культури.

Що стосується протруювання насіння, то агровиробники зазвичай користуються перевіреними протруйниками, які надаються постачальниками насіння. Крім того, щороку випробовуються нові формуляції з метою підвищення ефективності захисту на початкових етапах вегетації. Правильно обраний протруйник допомагає захистити молоді рослини від ґрунтових патогенів і шкідників ще на ранніх етапах розвитку, коли рослина є особливо вразливою[3].

2.7 Стадії формування врожаю цукрового буряка

Цукровий буряк є дворічною рослиною. Протягом першого року відбувається розвиток вегетативної частини – формуються листки та накопичується маса коренеплоду, тоді як на другий рік рослина утворює генеративні органи – стебла та насіння. З точки зору агровиробництва, ключовим є саме перший вегетаційний рік, протягом якого проходять три

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

3.1 Проектування технології виробництва

За результатами аналізу базового технологічного процесу вирощування цукрових буряків, нами зроблено висновок щодо доцільності використання з метою підвищення якості та продуктивності роботи при передпосівному обробітку поверхневого шару ґрунту замість культиватора КПС-4 культиватор широкозахватний універсальний КШУ-12 з вдосконаленими робочими органами.

При обробітку ґрунту культиватор повинен забезпечувати виконання наступних агротехнічних вимог[5]:

- допустимі відхилення глибини обробітку по ходу знаряддя та ширини захвату не повинні перевищувати 10...15%;
- при розпушенні ґрунту не повинні утворюватись глиби, пил та винос вологих шарів ґрунту на поверхню;
- після проходу культиватора поверхня поля повинна бути рівною без гребенів та борозен;
- при обробці полів, яким загрожує вітрова ерозія, культиватор повинен забезпечити збереження не менш 70% стерні, залишеної для захисту ґрунту;
- бур'яни повинні бути знищені не менш ніж на 98%;
- після проходу агрегату ґрунт повинен бути повністю готовий до посіву[5].

3.2 Розрахунок машинно-тракторного агрегату

3.2.1 Вибір і обґрунтування складу агрегату

Доцільно починати вибір типів і марок машин з енергетичних засобів, а потім підбирати відповідні їм сільськогосподарські машини. При виборі типів і марок потрібно враховувати наступне[4]:

- 1) природньо-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості;
- 2) сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві;

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} \cdot i \quad (3.1)$$

де $P_{\text{н.гак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах, кН[4];

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН [4] ($G_{\text{тр}} = 77,5$ кН);

i – величина підйому поля [4] ($i = 0,03$).

Отже,

$$P_{\text{зак}}^{IV} = 29,0 - 77,5 \cdot 0,03 = 26,7 \text{ кН}$$

3) Знаходимо максимальну ширину захвату (м) на III і IV передачах

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R_i}, \quad (3.2)$$

де K – питомий опір культиватора, кН/м ($K = 3,0$ кН/м);

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м[4]:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (3.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату культиватора, м; $B_K = 8,4$ м [4, дод.6];

G_M – маса культиватора, кН; $G_M = 24,7$ кН [4, дод.6].

Отже,

$$R_i = \frac{24,7}{8,4} \cdot 0,03 = 0,088 \text{ кН/м,}$$

$$B_{\text{max}}^{III} = B_{\text{max}}^{IV} = \frac{29,0}{3 + 0,088} = 8,3 \text{ м.}$$

4) Визначаємо кількість культиваторів у агрегаті[4]

$$n_c = \frac{B_{\text{max}}}{B_K} \quad (3.4)$$

$$n_c^{III} = n_c^{IV} = \frac{8,3}{8,4} = 0,99.$$

Враховуючи тимчасові перевантаження, які можуть виникнути в процесі культивації, агрегуємо на III і IV передачах один культиватор, забезпечуючи цим резерв тяги.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Визначаємо тяговий опір агрегату, кН

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (3.5)$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (3.5) і проводимо розрахунок[4]

$$R_{агр}^{III} = R_{агр}^{IV} = (3 + 0,088) \cdot 8,4 \cdot 1 = 25,94 \text{ кН.}$$

6) Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора[4]:

$$\eta = \frac{R_{агр}}{R_{гак}} \quad (3.6)$$

Підставляємо у формулу (3.6) тримані раніше значення і проводимо розрахунок

$$\eta_{мз}^{III} = \eta_{мз}^{IV} = \frac{25,94}{29,0} = 0,89.$$

7) Визначаємо змінну продуктивність агрегату, га/зм. [4]

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

де B_p – робоча ширина захвату культиватора, м[4]:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (3.8)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату ($\beta = 1,0$).

Отже,

$$B_p = 8,4 \cdot 1,0 = 8,4 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год. [4]

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.9)$$

де V_T – теоретична швидкість агрегату, км/год[4];

$$V_T^{IV} = 8,9 \text{ км/год;}$$

δ – коефіцієнт буксування, $\delta = 12\%$.

Отже,

$$V_p^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год.};$$

T_p – чистий робочий час, год. [4]

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.10)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год. Приймаємо $T_{зм} = 8,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,82$ [4, дод.7] при довжині гонів 1500 м.

Отже

$$T_p = 8 \cdot 0,82 = 6,56 \text{ год.}$$

Підставляємо у формулу (3.7) отримані раніше значення та проводимо розрахунок

$$W_{зм}^{IV} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 7,38 \cdot 6,56 = 40,7 \text{ га/зм.}$$

8. Визначаємо витрату палива на 1 гектар площі, кг/га[4]

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.11)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм. [4];

$W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм. [4]

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3, \quad (3.12)$$

де Q_p , Q_x , Q_3 – відповідно годинні витрати палива при виконанні культивуації ($Q_p=30,0$ кг/год), холостому русі ($Q_x=15,0$ кг/год.), на зупинках ($Q_3 = 2,5$ кг/год) [4, дод.8];

T_p , t_x , t_3 – відповідно, час робочих і холостих рухів, час зупинок

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (3.13)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год. $T_{зм} = 8,0$ год.;

T_p – чистий робочий час, год, $T_p = 6,56$ год.

Отже,

$$t_x = t_3 = \frac{8 - 6,56}{2} = 0,72 \text{ год.}$$

Підставляємо у формулу (3.12) отримані значення і проводимо розрахунок

$$Q_{зм} = 30,0 \cdot 6,56 + 15,0 \cdot 0,72 + 2,5 \cdot 0,72 = 209,4 \text{ кг/зм.}$$

Підставляємо у формулу (3.11) отримані значення і проводимо розрахунок

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{za}^{IV} = \frac{209,4}{40,7} = 5,14 \text{ кг/га.}$$

На підґрунті виконаних розрахунків приймаємо агрегат, що складається з трактора Т-150К і культиватора КШУ-12. Агрегат буде найефективніше працювати на IV передачі.

3.2.3 Підготовка поля до роботи

Ефективне використання агрегату і якість проведення культивації залежить від правильної підготовки поля. Його потрібно оглянути з метою усунення перешкод, які негативно впливатимуть на якість виконання операції і продуктивність агрегату, а також вибрати напрямок і спосіб руху агрегату.

При виборі способу руху потрібно враховувати форму поля і довжину гонів. Вибраний спосіб руху повинен забезпечувати найбільшу продуктивність і економну роботу агрегату, а також дотримання агротехнічних вимог[4].

3.2.3.1 Розрахунок поворотних смуг

Для гонових способів руху на кінцях заїнок залишаємо смуги розвороту агрегату.

При петльових грушовидних поворотах орієнтовну величину поворотної смуги визначаємо за формулою[4]

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (3.14)$$

де R_{\min} – мінімальний радіус повороту, м[4];

L_a – кінематична довжина агрегату, м[4].

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною приймаємо з умови[4]

$$R_{\min} = 1,8 \cdot 5,6 = 10,1 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою[4]

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_M, \quad (3.15)$$

де $L_{\text{тр}}$ – кінематична довжина трактора, м $L_{\text{тр}} = 0,94$ м [4, дод.14];

L_M – кінематична довжина машини, м $L_M = 1,1$ м [4, дод.14].

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розробка технологічної карти вирощування та збирання цукрового буряка

Технологічна карта є виробничо-технологічним документом, необхідним для раціональної організації виробництва сільськогосподарської продукції. Вона відображає перелік і послідовність виробничих операцій, розміщених у хронологічній послідовності, їх тривалість у календарних і робочих днях, склад агрегату; обслуговуючий персонал, виробіток за одну годину змінного часу та за зміну, витрату палива, затрати праці, експлуатаційні затрати[4].

За допомогою технологічної карти заздалегідь планується виробництва, а під час виконання робіт полегшується керування ними і контроль.

Технологічна карта вирощування цукрового буряка наведена в графічному матеріалі роботи.

Проводимо розрахунок однієї з операцій по технології вирощування цукрового буряка. За операцію, згідно з завданням, вибираємо культивуацію цукрового буряка.

Графи технологічної карти мають вміщувати наступну інформацію [4]:

Графа 1 – порядковий номер операції.

Графа 2 – найменування роботи – культивуація цукрового буряка.

Графа 3 – одиниця вимірювання обсягу роботи, га.

Графа 4 – обсяг робіт. Площа культивуації – 100 га.

Графа 5 – орієнтовний календарний термін початку виконання роботи.

Згідно з агровимогами приймаємо 27.04.

Графа 6 – календарний термін закінчення виконання роботи. Оскільки, згідно з агровимогами, заданий термін виконання операції становить 4 дні, приймаємо 30.04.

Графа 7 – тривалість зміни – 8 год.

Графа 8 – кількість днів роботи. Визначаємо за формулою

$$n_{\text{д}} = \frac{Q_p}{W_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}}, \quad (3.22)$$

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_p – обсяг роботи, $Q_p = 100$ га;

$n_{зм}$ – кількість змін роботи, приймаємо $n_{зм} = 1$.

$$n_d = \frac{100}{27,1 \cdot 1} = 3,69 .$$

Приймаємо 4 дні.

Графи 9, 10 – склад агрегату: трактор Т-150К і культиватор широкозахватний універсальний КШУ-12. Кількість агрегатів визначаємо за формулою[4]

$$N_a = \frac{Q_p}{H_6 \cdot n_{зм} \cdot n_d} \quad (3.23)$$

де H_6 – норма виробітку агрегату за 8 год. (робочий день), $H_6 = 40,7$ га.

$$N_a = \frac{100}{40,7 \cdot 1 \cdot 4} = 0,63 /$$

Приймаємо 1 агрегат.

Графа 11 – змінна норма виробітку. Згідно попередніх розрахунків 40,7 га/зм.

Графи 12, 13 – витрати праці, люд.год/га. Визначаємо за формулою[4]

$$Z_{за} = \frac{n \cdot T_{зм}}{W_{зм} \cdot N_a} \quad (3.24)$$

де n – кількість обслуговуючого персоналу. Згідно з вимогами до машини, механізаторів – 1; допоміжних працівників – 1;

$$Z_{га} = \frac{2 \cdot 8}{40,7 \cdot 1} = 0,39 \text{ люд.год/га.}$$

Графи 14, 15 – оплата праці.

Графа 16 – витрати пального. Для культивації згідно з [4] приймаємо $g_{га} = 5$ л/га.

Інші операції розраховуємо аналогічно, після чого підраховуємо суму затрат на вирощування заданої культури.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Розробка операційно-технологічної карти

Операційно-технологічна карта являє собою комплекс правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій[4].

Визначаємо тривалість одного циклу, хв. [4]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (3.25)$$

де L_p – робоча довжина заїнки, м[4];

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год., $V_p = 8,9$ км/год;

t_n = час повороту в кінці заїнки, хв., $t_n = 1,5$ хв. [4].

Визначаємо робочу довжину заїнки[4]

$$L_p = L - 2E, \quad (3.26)$$

де L – довжина заїнки, м; $L = 1500$ м;

E – ширина поворотної смуги, м; $E = 33,6$ м.

Отже,

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 33,6 = 1432,8 \text{ м.}$$

Підставляємо у формулу (3.22) отримані значення і проводимо розрахунок

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1432,8}{100 \cdot 7,38} + 2 \cdot 1,5 = 0,43 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц[4]

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (3.27)$$

де B_p , V_p , $T_{\text{ц}}$, τ – використовуємо з попередніх розрахунків.

Отже,

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 0,43 \cdot 0,82 = 1,46 \text{ га/ц.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (3.28)$$

де $W_{\text{зм}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

Отже,

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,1}{1,46} = 18,56 \text{ ц/зм.}$$

Витрати палива за зміну

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}}, \quad (3.29)$$

де $Q_{\text{га}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

Отже,

$$Q_{\text{зм}} = 5,14 \cdot 40,7 = 209,2 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків складаємо операційно-технологічну карту.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1 Призначення і область застосування культиватора КШУ-12-01

Культиватор широкозахватний універсальний (рис.4.1) призначено для ресурсозберігаючої передпосівної і парової культивації ґрунту, підрізання і вичісування бур'янів, а також вирівнювання та ущільнення поверхні ґрунту під посів[5].

Культиватор застосовується в ґрунтово-кліматичних зонах з вологістю ґрунту в межах 8...27% і твердістю ґрунту в оброблюваному шарі в межах 0,4-1,6 МПа (4...16 кгс/см²) [5].

Культиватор КШУ-12-01 агрегується з тракторами тягового класу 3-5.

Таблиця 4.1

Найменування параметрів і розмірів	Од. вимір.	Значення показн.
1	2	3
Продуктивність за 1 год робочого часу (розрахункова)	га/год	7,9-8,02
Продуктивність за 1 год експлуатаційного часу	га/год	6,15-6,2
Робоча швидкість	км/ГОД	до 12
Робоча ширина захвату	мм	8350±50
Гребенистість, не більше	см	4
Габаритні розміри в робочому положенні:	мм	
довжина		4470±50
ширина		8380±50
висота		1480±50
Габаритні розміри в транспортному положенні:	мм	
довжина		4470±50
ширина		4220±50
висота		2450±50
Маса машини суха конструкційна з комплектом запчастин	кг	2467±5%
Основні показники якості виконання техн. процесу:		
- підрізання бур'янів (стрілчастими лапами)	%	100. ₃
- вміст грудок ґрунту:	%	87,1-
розміром 0 ... 25мм, не менше		100
розміром більше 100мм	см	не допуск
- Глибина обробки		6-12

ЦБК 00.000 ПЗ

Арк.

Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата

Кількість персоналу за професіями, необхідного для обслуговування операцій, безпосередньо пов'язаних з роботою культиватора	чол.	1
Транспортний просвіт, не менше	мм	270
Транспортна швидкість	км/ГОД	до 20
Кількість плоскоріжучих лап	шт.	31
Ширина захвату плоскоріжучої лапи	мм	330
Кількість вирівнювачів	шт.	4
Кількість прикочуючих котків	шт.	4
Відстань між змінними робочими органами (шахово)	мм	535±0,5
Кількість опорних коліс	шт.	2
Кількість транспортних коліс	шт.	2
Спосіб агрегатування з енергозасобом		Причепн.
Гарантійний термін експлуатації	міс.	12

4.2 Будова і робота культиватора

Культиватор (рис.4.1) складається з наступних основних робочих одиниць[5]:

рами 1, крил 2, 3, опорних коліс 4, транспортних коліс 5, лап підпружинених 6, прикочуючих котків 7, 8, 9, сніці 16, вирівнювачів 11, 12,13, балки хитної 14, причепа 15, підставки 1

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесі роботи менше забиваються ґрунтом і рослинними залишками і зменшують енергетичні витрати[5].

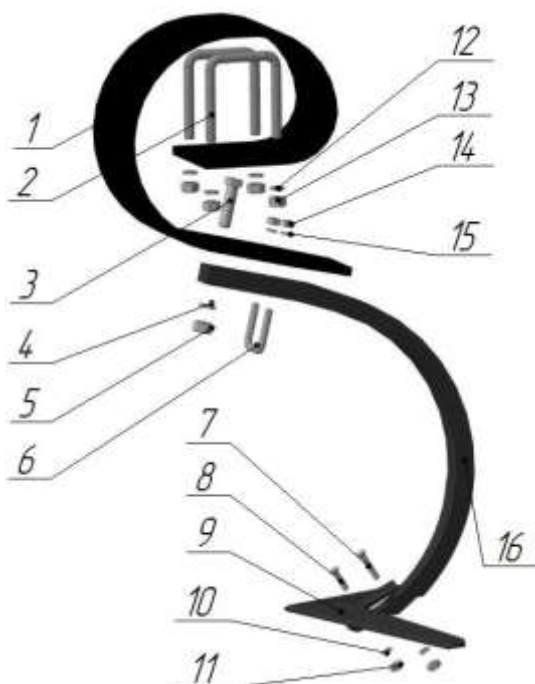


Рис. 4.2 Лапа з S-подібною стійкою: 1 – стойка, 2 – скоба, 3 – Болт М16-6gx60.58.019 ГОСТ 7796-70, 4 – Шайба 16.65Г.019 ГОСТ 6402-70, 5 – Гайка М16-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70, 6 – скоба, 7 – болт, 8 – болт, 9 – лапа, 10,15 – Шайба 10.65Г.019 ГОСТ 6402-70, 11,14 – Гайка М10-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70, 12 – Шайба 14.65Г.019 ГОСТ 6402-70, 13 – Гайка М14-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70, 16 – стойка.

Застосування в культиваторі вирівнювачів і прикочуючих котків (рис.4.4) забезпечує кришення ґрунту з істотним переважанням дрібних грудок розміром до 25 мм, рівну поверхню поля і оптимальну щільність верхнього шару на глибину посіву. Крила культиватора складаються за допомогою гідросистеми трактора[5].

						ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

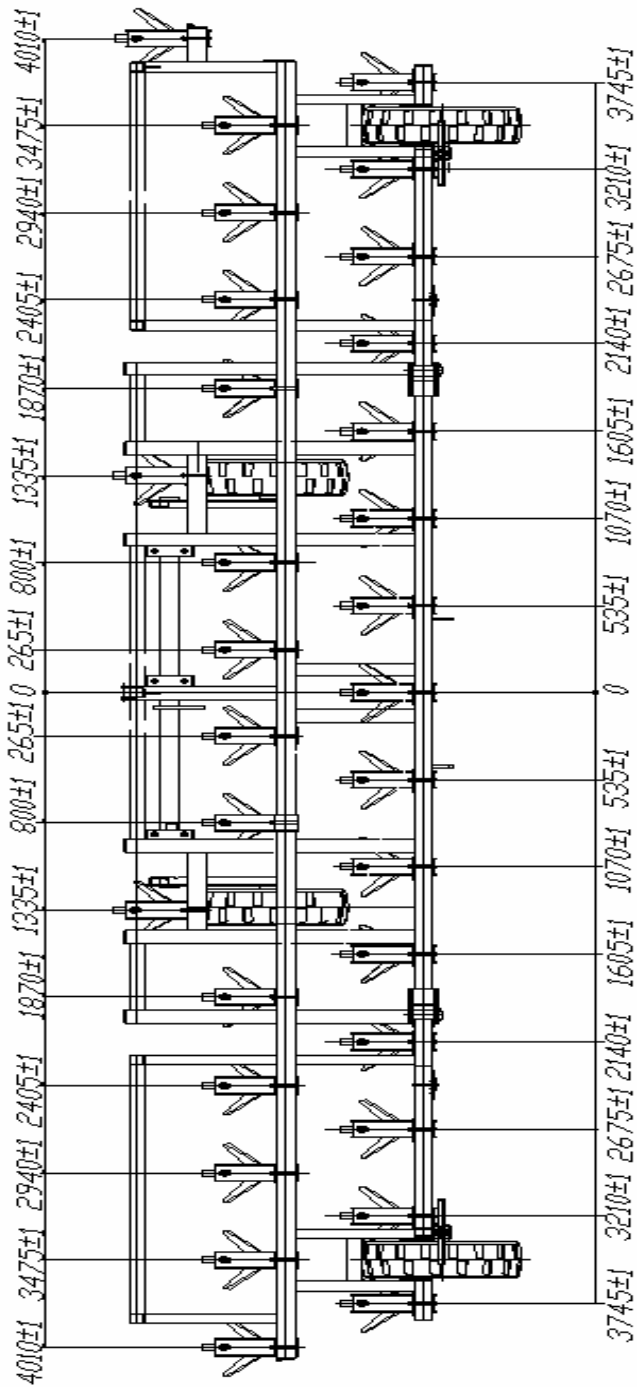


Рис. 4.3 Схема установки рабочих органов

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЦБК 00.000 ПЗ

Арк.

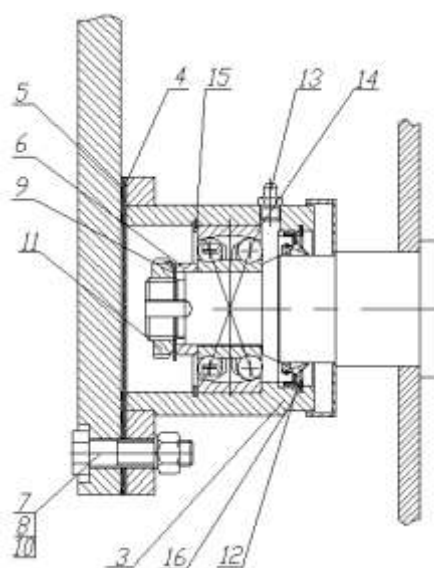
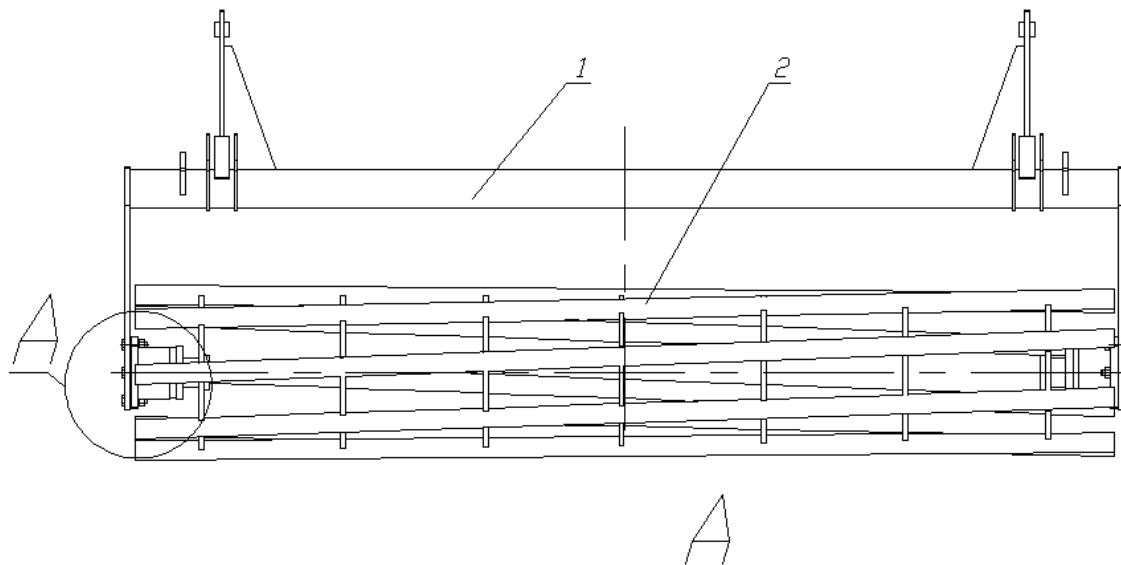


Рис. 4.4 Прикочуючий коток великий:

1 – рама котків велика, 2 – секція прикочуючих котків велика, 3 – стакан, 4 – вставка, 5 – прокладка, 6 – втулка, 7 – Болт М12-6gx50.6.6 ГОСТ 7805-70, 8 – Шайба 12.65Г.019 ГОСТ 6402-70, 9 – Шайба 2Н.30.01.05 ГОСТ 11872-79, 10 – Гайка М12-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70, 11 – Гайка М30x1,5-6Н .04.019 ГОСТ 11971-88, 12 – Манжета 2.1-52 -75-1 ГОСТ 8752-79, 13 – Маслянка 1.2Ц6хр ГОСТ 19853-74, 14 – Підшипник 1607 ГОСТ 5702-51, 15 – Кільце 2В80ГОСТ 13943-86, 16 – Кільце 2В75 ГОСТ 13943-86

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЦБК 00.000 ПЗ

Арк.

4.3 Пропозиції по вдосконаленню конструкції робочих органів культиваторів

S-подібна стійка, завдяки своїй гнучкості, під час руху робочого органа викликає його коливання в товщі ґрунту. Це позитивно впливає на якість обробітку: покращується кришення ґрунту, зменшується тяговий опір, і знижується ймовірність забивання лапи ґрунтом або рослинними рештками.

Зменшення тягового опору пояснюється тим, що обробка ґрунту проходить у дві послідовні фази. Спочатку, коли лапа зустрічає опір, гнучка стійка деформується, накопичуючи при цьому потенційну енергію. У наступному етапі відбувається відрив і переміщення частини ґрунту — утворюється сколотий блок, а енергія, що зберігалася у стійці, переходить у кінетичну, допомагаючи цьому блоку переміститись. Такий підхід дозволяє ефективніше витратити енергію на руйнування ґрунту і зменшує навантаження на тягову систему.

Щоб уникнути простоїв посівних агрегатів під час очікування сприятливих умов вологості, рекомендовано використовувати прикочувальні котки, у яких замість традиційних кутників встановлено трубчасті елементи. Такі робочі частини забезпечують ефективне ущільнення шару над насінням, рівномірний розподіл тиску по ширині захвату та покращений контакт з поверхнею ґрунту.

Завдяки цьому досягається відразу кілька цілей: якісне подрібнення грудочок, ущільнення, вирівнювання, а також очищення шару від бур'янів. Крім того, формується тонкий вологозберігаючий шар мульчі, і значно зменшується налипання вологого ґрунту до елементів котка.

4.4 Агротехнічні вимоги до культиваторів

Дотримання агротехнічних вимог при виконанні технологічної операції є важливою складовою в отриманні високих врожаїв.

При обробітку ґрунту культиватор повинен забезпечувати[5]:

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- глибина обробітку по ходу знаряддя та ширини захвату повинні бути однаковими. Допустимі відхилення не повинні перевищувати 10...15%;
- розпушення ґрунту повинно здійснюватись без утворення глиб, розпилення та виносу вологих шарів ґрунту на поверхню без значного ущільнення ґрунту, який розташований нижче робочих органів, щоб не перешкоджав газообміну в ґрунті та розвиненню кореневої системи рослин;
- при суцільному обробітку поверхневого шару ґрунту після проходу культиватора поверхня поля повинна бути рівною без гребенів та борозен;
- при обробці полів, яким загрожує вітрова ерозія, культиватор повинен забезпечити збереження не менш 70% стерні, залишеної для захисту ґрунту;
- знищення бур'янів повинно бути не менш 98%;
- після проходу агрегату ґрунт повинен бути повністю готовий до посіву.

4.5 Технологічні розрахунки

4.5.1 Основні параметри універсальних лап

До основних елементів, які виконують обробку ґрунту в культиваторах, належать універсальні стрілочасті лапи, які мають хвостовик. Вони застосовуються для обробітку ґрунтового шару на глибину до 12 см. Під час роботи такі лапи не лише ефективно підрізають бур'яни, а й краще, ніж плоскорізальні, розпушують і кришать ґрунт[5].

Ключовими конструктивними характеристиками стрілочастих лап, які впливають на їхню дію в ґрунті, вважаються ширина захвату **b**, а також кілька важливих кутів[6]:

- кут кришіння та розпушування (α),
- кут нахилу леза щодо горизонту (β),
- кут розхилу лез (2ϕ),
- кут загострення ріжучої частини (γ).

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, у стандартних стрілочастих лапах кут α , що відповідає за інтенсивність розпушування, становить $16\text{--}18^\circ$. Кут нахилу леза до горизонтальної площини (β) зазвичай коливається в межах $25\text{--}30^\circ$. У цьому випадку для розрахунків приймається $\beta = 30^\circ$. Ріжучі кромки полільних і універсальних лап загострюють під кутом $\gamma = 15\text{--}16^\circ$.

Однією з найважливіших функцій універсальних лап є ефективне підрізання коренів бур'янів. Як було зазначено в дослідженнях, найменші енергетичні витрати спостерігаються при різанні з елементом ковзання, тобто коли бур'ян не просто зрізається, а ще й зсувається по лезу. Саме тому при визначенні кута розхилу 2φ слід враховувати умову ковзання кореня по поверхні леза. Це дозволяє не лише полегшити зрізання, але й уникнути зависання бур'янів, якщо зріз не відбувся повністю.

Щоб оцінити кут розхилу 2φ , розглянемо силу опору R , яка виникає при зіткненні бур'яну з лезом. Вона розкладається на дві складові – R_1 і R_2 . Складова R_1 намагається пересувати корінь бур'яну по лезу, але цьому протидіє сила тертя. Отже, корінь зможе ковзати по лезу за умови

$$R_1 > F. \quad (4.1)$$

При цьому $R_1 > R \cos \gamma$, а $F = R_2 \operatorname{tg} \varphi_k$, де коефіцієнт тертя виражено через $\operatorname{tg} \varphi_k$ кута φ_k тертя коренів бур'янів об лезо лапи. Виразивши силу R_2 через R , матимемо

$$F = R \sin \gamma \operatorname{tg} \varphi_k.$$

Підставивши в умову (4.1) значення R_1 і F , отримаємо

$$R \cos \gamma > R \sin \gamma \operatorname{tg} \varphi_k.$$

Тоді

$$\operatorname{ctg} \gamma > \operatorname{tg} \varphi_k,$$

або

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \gamma) > \operatorname{tg} \varphi_k.$$

Тобто

$$90^\circ - \gamma > \varphi_k,$$

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або

$$\gamma < 90^\circ - \varphi_k. \quad (4.2)$$

Якщо кут тертя коренів бур'янів об лезо лап приблизно дорівнює 45° , то кут $\gamma < 45^\circ$, а $2\gamma < 90^\circ$.

Ураховуючи умови роботи, для обробітку чорноземних глинистих ґрунтів рекомендують лапи з кутом розхилу лез $2\gamma = 50 \dots 58^\circ$, для середньозв'язних – $60 \dots 78^\circ$, а для піщаних – $70 \dots 80^\circ$. Приймаємо $2\gamma = 60^\circ$.

Кут піднімання грудей лапи α є похідним від значень кутів γ та β , який визначають із тригонометричних співвідношень [6]

$$\alpha = \arctg(\sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \beta).$$

$$\alpha = \arctg(\sin 30^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ) = 15,88^\circ$$

Приймаємо $\alpha = 16^\circ$.

4.5.2 Взаємне розміщення універсальних лап

Універсальні лапи кріплять у два або три ряди, щоб забезпечити повноту підрізування бур'янів і запобігти забиванню простору між лапами грудками ґрунту та бур'янами.

Між рядами лап по ходу культиватора відстань L_n (рис. 4.6) визначають за залежністю [6]

$$L_n = \frac{b}{\operatorname{tg}[90^\circ - (\gamma + \varphi)]}, \quad (4.3)$$

де b – ширина захвату лапи;

Приймаємо $b = 330 \text{ мм}$.

φ – кут тертя лапи об ґрунт.

Приймаємо $\varphi = 25^\circ$.

$$L_n = \frac{330}{\operatorname{tg}[90^\circ - (30^\circ + 25^\circ)]} = 535 \text{ мм}$$

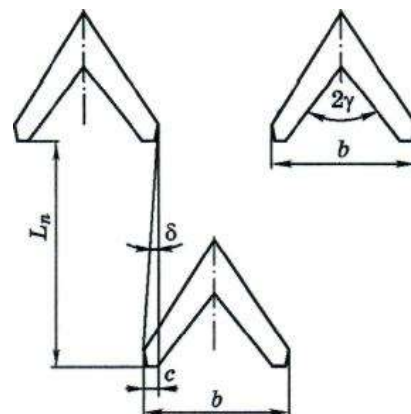


Рис. 4.6 Схема розміщення поліельних лап з перекриттям

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Оптимальна відстань між рядами лап по ходу культиватора становить 500...600 мм.

Основною умовою поперечного розміщення лап є забезпечення підрізування бур'янів на всій ширині захвату культиватора, для чого лапи розміщують з перекриттям c , значення якого визначають за залежністю [6]

$$c = L_n \cdot \operatorname{tg} \delta, \quad (4.4)$$

де $\delta = 7...9^\circ$ – кут випадкового відхилення культиватора від прямолінійного руху.

$$c = 535 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ = 59,1 \text{ мм.}$$

Приймаємо $c = 60$ мм.

Вибираючи значення перекриття, слід урахувати конструкцію системи кріплення лап до рами культиватора. Якщо лапи кріпляться до рами на довгих індивідуальних повідках (гряділях), то значення перекриття беруть більшим (60...80 мм) порівняно з секційною або поперечною рамною системами кріплення (40...60 мм) [6].

За однакової ширини захвату кількість n_{Π} , (шт.) універсальних лап для суцільного обробітку ґрунту визначають за залежністю [6]

$$n_{\Pi} = \frac{B_k - c}{b - c}, \quad (4.5)$$

де B_k – робоча ширина захвату культиватора, мм;

$$n_{\Pi} = \frac{8350 - 60}{330 - 60} \approx 31$$

4.5.3 Визначення основних параметрів котка

Дана конструкція призначена для суцільного обробітку та кришення ґрунту, створення ущільненого насінневого ложа, утворення верхнього пухкого мульчуючого шару, знищення бур'янів (підрізання і вичісування) і вирівнювання поверхні поля. Відповідно до виконуваного технологічного процесу котка, основними його параметрами є довжина і діаметр. Довжину

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котка приймаємо відповідно з конструктивною шириною захвату центральної секції культиватора.

Якість роботи котка залежить від його діаметра і конструктивного виконання робочої поверхні. Діаметр повинен бути таким, щоб при зустрічі з грудкою ґрунту коток легко перекочувався через нього, при цьому тиск котка концентрується на грудку, і вона руйнується або ж вдавлюється в ґрунт. Згідно агротехнічним вимогам приймаємо розмір грудок в оброблюваному шарі від 1 до 25 мм, і глибину вдавлення котка в шар ґрунту $h=20$ мм (рис. 4.7).

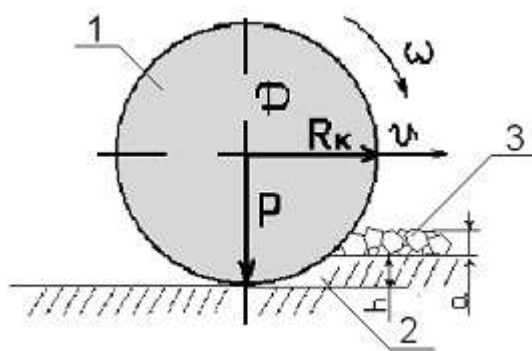


Рис. 4.7 Схема до визначення діаметра котка:

1 – коток, 2 – шар, який зминається, 3 – грудка ґрунту[7]

Необхідний діаметр котка, з урахуванням прийнятих умов згідно агротехнічних і технологічних вимог, визначається за формулою[7]

$$D_k = m \cdot \text{ctg}^2[(\varphi_1 + \varphi_2)/2], \quad (4.6)$$

де m – висота шару ґрунту, який зминається;

$$m = a + h,$$

де a – середній розмір грудок ґрунту.

$$m = 0,012 + 0,02 = 0,032 \text{ м}$$

$\varphi_1 = 18^\circ$, $\varphi_2 = 22^\circ$ – кути тертя, відповідно котка (сталі) і ґрунту.

Тоді

$$D_k = 0,032 \cdot \text{ctg}^2[(18^\circ + 22^\circ)/2] = 0,35 \text{ м.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

розтягування, робить обертовий рух відносно нерухомої осі O_0 . Диференціальне рівняння її руху буде:

$$J \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = -P_C \cdot l \cdot \sin \gamma, \quad (4.7)$$

де J – момент інерції стійки щодо осі повороту (O_0Y);

P_C – сила пружності стійки;

l – відстань від носка лапи до осі обертання;

γ – кут відхилення.

Розділивши обидві частини рівності на J і ввівши позначення:

$$\frac{P_C l}{J} = k^2, \quad (4.8)$$

приведемо рівняння до виду:

$$\frac{d^2 \gamma}{dt^2} + k^2 \cdot \sin \gamma = 0. \quad (4.9)$$

Зважаючи на неможливість вирішення рівняння в звичайних функціях, обмежимося розглядом малих кутів відхилень, вважаючи наближено $\sin \gamma \approx \gamma$. Тоді отримаємо

$$\frac{d^2 \gamma}{dt^2} + k^2 \cdot \gamma = 0. \quad (4.10)$$

Вираз (4.10) являє собою диференціальне рівняння вільних коливань за відсутності опору. Як відомо (за І.І. Блехманом), загальне рішення такого рівняння має вигляд:

$$\gamma = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt, \quad (4.11)$$

де C_1 і C_2 – постійні інтегрування. Вважаючи, що в початковий момент $t = 0$ робочий орган відхилений на малий кут $\gamma = \gamma_0$ і відпущений без початкової швидкості, значення постійних інтегрування складуть: $C_1=0$, $C_2=\gamma_0$. Тоді закон малих коливань за даних початкових умовах буде:

$$\gamma = \gamma_0 \cos kt. \quad (4.12)$$

Отже, малі коливання пружного органа є гармонійними. Тому період малих коливань T визначасмо залежністю:

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$kT = 2\pi \text{ або } T = \frac{2\pi}{k} \quad (4.13)$$

З виразу (4.13) отримаємо частоту коливань ω

$$\omega = \frac{1}{T} = \frac{k}{2\pi} \text{ або } \omega = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{P_c l}{J}} \quad (4.14)$$

Таким чином, частота ω і період вільних коливань T не залежать від накопичених умов і є незмінними характеристиками даної коливної системи.

2. Коли сільськогосподарське знаряддя рухається поступально, робочий орган починає коливатися через змінний опір ґрунту. Це відбувається тому, що момент сили, яку створює ґрунт, врівноважується моментом, який виникає завдяки пружності самого робочого органа. Як тільки опір змінюється, носок робочого елемента відхиляється від рівноваги на деякий кут γ , що запускає коливальний процес.

Через наявність тертя в ґрунтовому середовищі, ці коливання поступово згасають, тобто є затухаючими. Проте, оскільки ґрунт – це неоднорідне середовище, опір у ньому постійно змінюється, що своєю чергою призводить до періодичного відновлення амплітуди коливань. У результаті система перебуває в режимі постійних, але нерівномірних коливань.

Якщо частота збурень, що створюється змінним опором ґрунту, співпадає з власною (резонансною) частотою робочого органа, виникає резонанс. У такому випадку амплітуда руху збільшується, допоки втрати енергії на тертя також не збалансують зростання – і система переходить у стаціонарний режим. Для досягнення максимальної ефективності роботи потрібно, щоб частота власних коливань органа відповідала умовам конкретного типу ґрунту. Це можливо завдяки підбору жорсткості або зміни форми й розмірів елементів конструкції, таких як стійка.

Під час коливань на робочий орган культиватора діє кілька основних сил:

R – горизонтальна проекція сумарного вектора опору ґрунту, яка спрямована проти поступального руху;

						ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

P_c – сила, яка виникає через пружність стійки і намагається повернути елемент у стан рівноваги;

P_d – дисипативна сила, що виникає в результаті опору ґрунту і гальмує коливання робочого органа.

Тоді диференціальне рівняння коливального руху робочого органа представимо в наступному вигляді:

$$J \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = M_R - M_C + M_D, \quad (4.15)$$

де M_R – момент сили опору R ;

M_C – момент пружної сили стійки P_c ;

M_D – сумарний момент дисипативних сил P_d ;

J – момент інерції стійки щодо осі повороту (O_0Y).

Як видно з рисунка 4.7, під дією сили R робочий орган здійснює обертальний рух навколо осі O_0Y і носок його займає нове положення в точці M . При цьому горизонтальна проекція сил опору має вигляд

$$R_x = R \cdot \cos \alpha = R \cdot \sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0), \quad (4.16)$$

де R_x – проекція сили R у напрямку поступального руху робочого органа.

Тоді

$$M_R^x = R \cdot l \cdot \sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0), \quad (4.17)$$

де l – відстань від носка розпушувача до осі обертання.

Силу R_x у свою чергу представимо в наступному вигляді:

$$R_x = K_0 \cdot b, \quad (4.18)$$

де K_0 – складова тягового опору по напрямку руху, яка припадає на одиницю ширини захвату робочого органа (питомий опір лапи), Н/м;

b – ширина захвату лапи, м.

Підставляючи відповідні значення, отримаємо вираз для розрахунку моменту M_R від сил опору

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_R = \frac{K_0 b l}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0)} \quad (4.19)$$

У початковий період робочого процесу під дією моменту M_R робочий орган відхиляється від початкового положення на деякий кут γ_0 , при якому моменти M_R і M_C взаємно врівноважуються, тобто $M_R^0 = M_C^0$. Тоді отримаємо

$$M_R^0 = \frac{K_0 \cdot b \cdot l \cdot \cos \gamma_0}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0)}, \quad (4.20)$$

$$M_C^0 = -\frac{K_0 \cdot b \cdot l \cdot \cos \gamma_0}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0)} \quad (4.21)$$

У процесі руху робочого органа в ґрунті лапа (стійка) здійснює коливальний рух, відхиляючись щодо кута γ_0 на деякий кут γ (збільшуючи або зменшуючи цей кут на величину γ), при цьому моменти M_R і M_C визначимо за такими виразами:

$$M_R^i = \frac{K_0 \cdot b \cdot l \cos(\gamma_0 + \gamma)}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0 + \gamma)}, \quad (4.22)$$

$$M_C^i = -\frac{K_0 \cdot b \cdot l \cdot \cos \gamma_0}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0)} + C\gamma, \quad (4.23)$$

де C – показник жорсткості пружної стійки.

Дисипація енергії в ґрунті при коливальному русі робочого органа відбувається за законом В.П. Горячкіна: головний момент дисипативних сил є квадратичною функцією кутової швидкості $\dot{\gamma}$ і протилежний напрямку руху його носка

$$M_D = -(a_1 \dot{\gamma} + a_2 \text{Sgn} \dot{\gamma} + a_3 \dot{\gamma}^2 \text{Sgn} \dot{\gamma}), \quad (4.24)$$

де a_1 , a_2 , a_3 – коефіцієнти, які залежать від властивостей ґрунту і пов'язані з сухим, в'язким і квадратичним тертям, відповідно;

$\text{Sgn} \gamma$ – функція Кронекера, яка дорівнює -1 при $\gamma < 0$; 0 при $\gamma = 0$; 1 при $\gamma > 0$.

Після математичних перетворень отримаємо загальне рівняння коливального руху пружного S-подібного робочого органа культиватора

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$J\ddot{\gamma} = K_0 b l \left[\frac{\cos(\gamma_0 + \gamma)}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0 + \gamma)} - \frac{\cos \gamma_0}{\sin(\varphi + \varepsilon + \gamma_0)} \right] + C\gamma - [a_1 \dot{\gamma} + (a_2 + a_3 \dot{\gamma}^2) \text{Sgn} \dot{\gamma}],$$

Чисельний розв'язок цього рівняння показано на рис. 4.8.

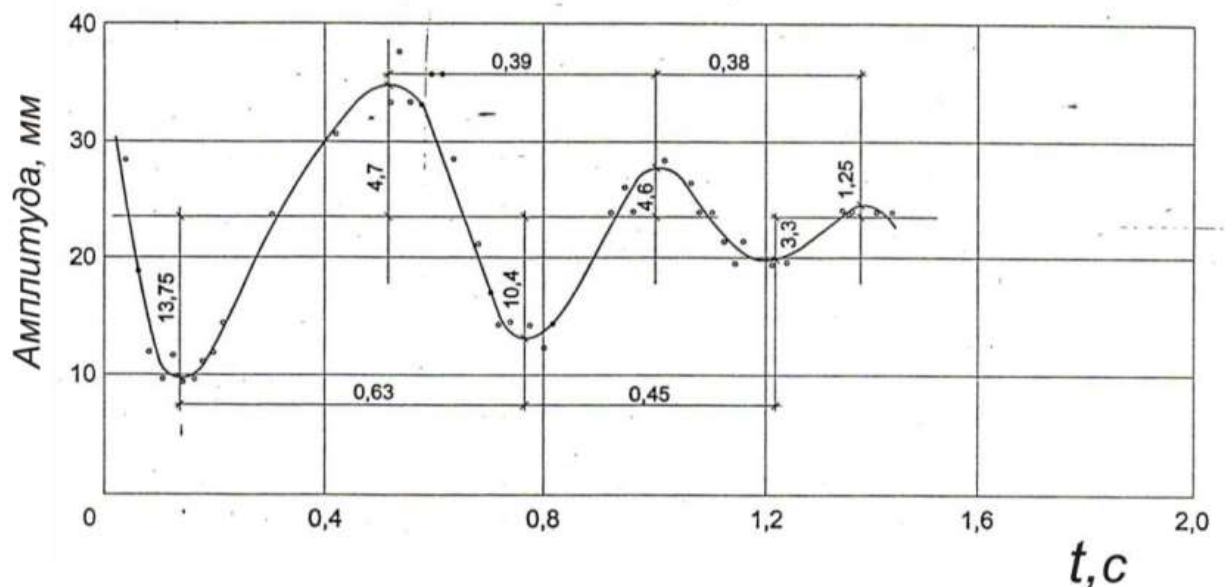


Рис. 4.8 Характер коливального руху стійки

Аналіз графіку показує, що амплітуда і частота коливань робочого органа культиватора зменшуються.

4.7 Енергетичний розрахунок культиватора

Визначимо тяговий опір культиватора

$$R_{\Gamma} = (K_0 + R_i) B_{\kappa}, \quad (4.25)$$

де $K_0 = 2$ кН/м – питомий опір ґрунту;

R_i – додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом, кН/м.

Додатковий опір визначається за формулою

$$R_i = \frac{G_M}{B_{\kappa}} i,$$

де G_M – вага культиватора ($G_M = 24,67$ кН);

$i = 0,07$ – величина підйому;

$B_{\kappa} = 8,35$ м – конструктивна ширина захвату культиватора.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_i = \frac{24,67}{8,35} \cdot 0,07 = 0,207 \text{ кН/м.}$$

Тоді опір культиватора буде дорівнювати

$$R_r = (2 + 0,207) \cdot 8,35 = 18,43 \text{ кН}$$

Дане тягове зусилля забезпечує трактор Т-150К, який при русі на IV передачі на швидкості 11,4 км/год розвиває тягове зусилля на гаку $P_{н.гак} = 28,45$ кН.

Визначимо тягове зусилля трактора з урахуванням того, що під час роботи агрегат може рухатись на підйом:

$$P_{гак} = P_{н.гак} - G_{тр}i$$

де $G_{тр}$ – маса трактора, кН ($G_{тр} = 81,35$ кН).

З урахуванням визначених величин, тягове зусилля на гаку трактора буде становити

$$P_{гак} = 28,45 - 81,35 \cdot 0,07 = 22,76 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора при роботі з культиватором розраховуємо як

$$\eta_{тз} = \frac{R_r}{P_{гак}} = \frac{18,43}{22,76} = 0,86. \quad (4.10)$$

Отримане значення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора при роботі з культиватором свідчить про наявність запасу потужності трактора, що є обов'язковою умовою для роботи агрегату.

4.8 Розрахунок на міцність деталей і вузлів

4.8.1 Розрахунки на міцність стояків культиваторних лап

Робочі органи ґрунтообробного агрегату – лапи з пружними S-подібними стійками піддані значним змінним деформаціям. Це призводить до накопичення втомних пошкоджень в матеріалі стійки і поломок, що підтверджується даними експлуатації.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При навантаженні стійки в точці кріплення лапи зосередженою силою R , спрямованою під кутом α до горизонталі (рис. 4.9а), рівняння для згинального

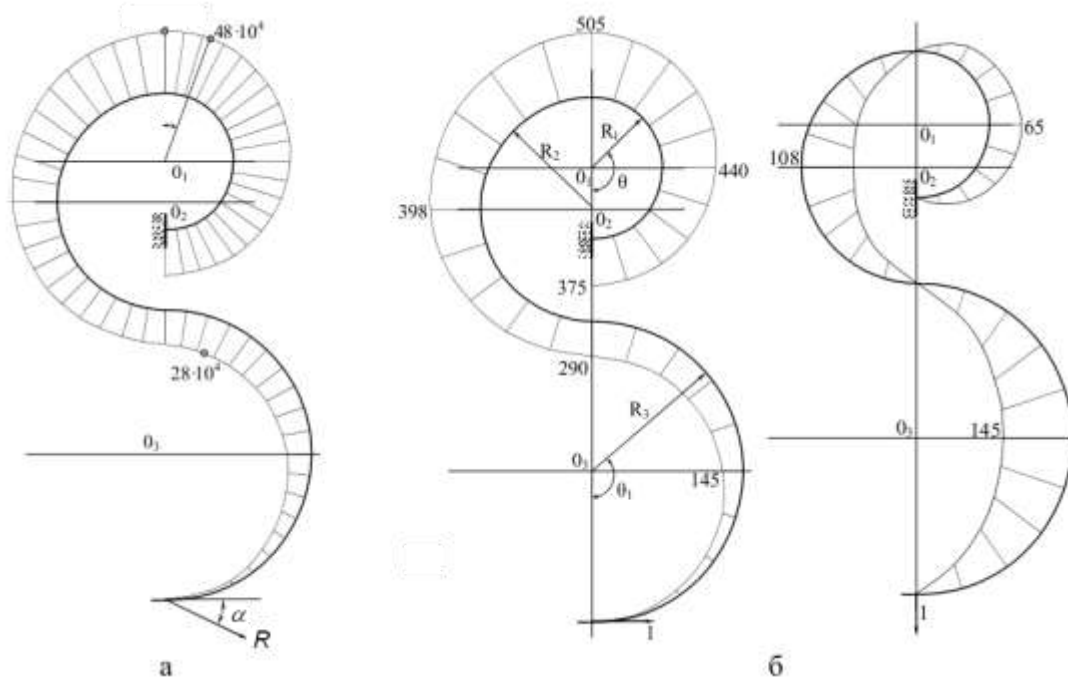


Рис. 4.9 Епюри моментів згину: вантажна (а) та одиничні (б)

моменту в перерізі, визначеному кутом θ , мають вигляд:

$$\begin{aligned}
 M_{p1}(\theta) &= -R \left[2(R_2 + R_3 - R_2) \cos \alpha + 2R_1 \cos \alpha \sin^2 \frac{\theta}{2} + R_1 \sin \alpha \sin \theta \right] \text{ при } 0 \leq \theta \leq \pi; \\
 M_{p2}(\theta) &= -R \left[2(R_2 + R_3) \cos \alpha + R_2 \sin \alpha \sin \theta - 2R_2 \cos \alpha \cos^2 \frac{\theta}{2} \right] \text{ при } \pi \leq \theta \leq 2\pi; \\
 M_{p3}(\theta_1) &= -RR_3 \left[2 \cos \alpha \sin^2 \frac{\theta_1}{2} + \sin \alpha \sin \theta_1 \right] \text{ при } 0 \leq \theta_1 \leq \pi;
 \end{aligned}
 \tag{4.25}$$

де $M_{p1}(\theta)$, $M_{p2}(\theta)$, $M_{p3}(\theta_1)$ – згинальні моменти на виділених при схематизації стійки ділянках;

R_1, R_2, R_3 – радіуси ділянок;

α – кут між напрямком сили R і горизонталлю.

За допомогою виразів (4.25) були побудовані вантажна (рис. 4.9, а) і одиничні (при $R=1$) епюри моментів при дії одиничної сили в горизонтальному і вертикальному напрямках (рис. 4.9, б).

Всі розрахунки проводилися в програмі Mathcad. Найбільший згинальний момент виникає у верхній частині S-подібної стійки (рис. 4.9, а).

При зростанні кута α в межах до 20° перетин, в якому діє максимальний згинальний момент, зміщується на кут до 20° при незначному зменшенні величини моменту.

Стояки лап розраховуємо на згин. При розрахунках перетину стояків зусилля R_{zx} , яке діє на лапу, слід подвоювати через нерівномірність навантажень, які прикладаються до лап.

Згинальний момент у небезпечному перетині (рис. 4.9, а) дорівнює

$$M_3 = 2 \cdot R_{zx} \cdot H', \quad (4.26)$$

де $R_{zx} = R_x / \cos \alpha$;

α – кут нахилу рівнодіючої до горизонту ($\alpha=10^\circ$). Підставляючи значення R_{zx} у формулу (4.26), одержуємо

$$M_3 = 2 \cdot K_0 \cdot b \cdot H' / \cos \alpha. \quad (4.27)$$

$$M_3 = 2 \cdot 1400 \cdot 0,33 \cdot 0,86 / \cos 10^\circ = 772,7 H \cdot \text{м}.$$

Під час поворотів агрегату із заглибленими лапами у стояках виникають напруження від кручення та згину. Максимальне напруження виникає при навантаженні, яке прикладене до кінця леза або до носка, залежно від розміщення стояка відносно лапи. Крутний момент дорівнює

$$M_{кр} = R_x \cdot d, \quad (4.28)$$

де d – відстань від точки прикладання сили до центру перетину стояка.

$$M_{кр} = 1400 \cdot 0,33 \cdot 0,3 = 138,6 H \cdot \text{м}.$$

Максимальні моменти згинів від складових сили P визначають за формулами

$$M_x = P \cdot H \cdot \sin \gamma; \quad M_y = P \cdot H \cdot \cos \gamma. \quad (4.29)$$

Приведені моменти визначають за формулами

$$M_{np_x} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_x^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \cdot \sin^2 \gamma}; \quad (4.30)$$

$$M_{np_y} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_y^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \cdot \cos^2 \gamma}; \quad (4.31)$$

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{np_x} = 1400 \cdot 0,33 \sqrt{(0,3^2 + 0,86^2 \cdot \sin^2 30^\circ)} = 242,2 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_{np_y} = 1400 \cdot 0,33 \sqrt{(0,3^2 + 0,86^2 \cdot \cos^2 30^\circ)} = 354,0 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Обираємо для пружної частини стояка стандартний профіль з прокату сталевого гарячекатаного для ресор В-150×12 ГОСТ 7419-90 зі сталі конструкційної ресорно-пружинної 60С2 ГОСТ 14959-79.

Оскільки стояки лап мають у перетині прямокутну форму, то моменти опору відносно осей перетину будуть [8]

$$W_x = h \cdot a^2 / 6; \quad W_y = a \cdot h^2 / 6, \quad (4.32)$$

де h – висота профілю, $h = 12 \text{ мм}$;

a – ширина профілю, $a = 150 \text{ мм}$.

$$W_x = 0,012 \cdot 0,15^2 / 6 = 0,000045 \text{ м}^3$$

$$W_y = 0,15 \cdot 0,012^2 / 6 = 0,0000216 \text{ м}^3$$

Напруження у небезпечному перерізі визначають за максимальним значенням приведенного моменту [8]

$$\sigma = M_{np_{\max}} / W. \quad (4.33)$$

$$\sigma_y = 354 / 0,0000216 = 16,4 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{-1}],$$

$$\sigma_x = 242,2 / 0,000045 = 5,4 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{-1}],$$

де $[\sigma_{-1}]$ – межа витривалості сталі 60С2, $[\sigma_{-1}] = 328 \text{ МПа}$. [8]

Тобто необхідна міцність лапи забезпечена.

4.8.2 Вибір підшипників за динамічною вантажопідйомністю

Виберемо підшипник опори великого прикочувального котка за динамічною вантажопідйомністю. За розмірами посадкового місця та напівосі вибираємо шарикопідшипник кульковий дворядний сферичний 1607 ГОСТ 28428-90, який має динамічну вантажопідйомність

$$C = 39700 \text{ Н}$$

Визначаємо більш навантажений підшипник

$$R_A = 505 \text{ Н}$$

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_B=505 \text{ Н}$$

Розраховуємо еквівалентне динамічне навантаження, вважаючи, що осьові зусилля відсутні[8]

$$P=V \cdot F_r \cdot K_6 \cdot K_T,$$

де V – коефіцієнт обертання $V=1$,

F_r – радіальне навантаження $F_r = 505 \text{ Н}$,

K_6 – коефіцієнт безпеки $K_6 = 1$,

K_T – температурний коефіцієнт $K_T = 1,05$.

Проводимо розрахунок

$$P=1 \cdot 505 \cdot 1 \cdot 1,05=530 \text{ Н}$$

$$P < [C]$$

$$P=530 < 29700 \text{ Н},$$

тобто умова динамічної вантажопідйомності виконана.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації культиватора

Відповідно до стандарту ГОСТ 12.0.003-74 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори», під час експлуатації оновленого агрегату для обслуговуючого персоналу можуть виникати певні загрози. Основні з них включають[9]:

- наявність рухомих і обертових механічних елементів, які можуть становити небезпеку при дотику;
- високий рівень шуму та вібрацій, що є наслідком роботи двигуна трактора, а також недосконалості виготовлення окремих деталей;
- ризик виникає під час перемикання культиватора з робочого стану в транспортний;
- значне запилення робочої зони, що ускладнює умови праці механізатора;
- небезпечні елементи конструкції, зокрема гострі краї, задирки та шорсткі поверхні деталей;
- можливість забивання робочих органів агрегату через налипання ґрунту;
- під час проведення технічного обслуговування ризик зумовлений використанням паливно-мастильних матеріалів;
- існує ймовірність виникнення пожежі в разі недотримання правил безпеки[9].

5.2 Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці

5.2.1 Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці на модернізованому агрегаті

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до вимог стандартів ГОСТ 12.2.019 і ГОСТ 12.2.111, для захисту механізатора від шкідливих впливів, таких як пил та газу, вжито низку заходів. Зокрема, в кабіні трактора встановлено пиловловлювач, який очищує повітря, створюючи комфортніші умови роботи.

Щоб зменшити рівень вібрацій, кабіна змонтована на гумових амортизаторах. Крім того, для захисту зору від сонячних променів у кабіні передбачений спеціальний козирок.

Розміщення основних вузлів культиватора продумане таким чином, щоб механізатор мав достатній огляд під час роботи й транспортування. Це включає[9]:

- хороший огляд простору в зоні роботи відповідно до ГОСТ 12.2.019;
- видимість переднього колеса та інших конструктивних елементів, що допомагають орієнтуватися під час руху;
- можливість контролю за робочими органами, які потребують візуального нагляду під час культивації;
- доступність до елементів зчеплення трактора та культиватора[9].

Кути огляду через вікна кабіни не менші за ті, що передбачені в таблиці 2 ГОСТ 12.2.019.

5.2.2 Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

На основі аналізу, проведеного в пункті 5.1, для створення безпечних умов роботи на модернізованому агрегаті були реалізовані наступні заходи[9]:

- Перемикання культиватора між робочим і транспортним положенням виконується безпосередньо з кабіни тракториста, що підвищує безпеку та зручність експлуатації.
- У транспортному положенні агрегат фіксується за допомогою стопорного механізму, що забезпечує його стабільність під час перевезення.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Основні вузли та сам культиватор обладнані місцями для встановлення домкратів і стропування під час монтажу або підйому. Усі ці точки промарковані згідно з вимогами ГОСТ 12.2.026.

Розміри агрегату відповідають нормативам для руху автомобільними дорогами загального користування – не перевищують 4,2 м завширшки та 4 м заввишки. Конструктивні елементи й деталі, які можуть зміщуватися при транспортуванні, надійно фіксуються спеціальними засобами.

Кут поперечної стійкості перевищує 35°, що гарантує стабільність агрегату на похилих поверхнях. Тиск на керовані колеса не перевищує 20% від загальної експлуатаційної маси машини, що сприяє кращій керованості.

На культиваторі нанесено попереджувальні та заборонні написи, які інформують працівників про потенційні небезпеки при недотриманні правил експлуатації.

Рівні вібрації на робочому місці оператора – як у вертикальному, так і горизонтальному напрямках – не перевищують встановлених норм і відповідають ГОСТ 12.2.019. Крім того, робоча зона механізатора захищена від розкиду ґрунту, що відповідає санітарним нормам, затвердженим СП 4282-87[9].

5.2.3 Заходи для покращення умов праці робітників при вирощуванні цукрових буряків

Для покращення умов праці під час вирощування цукрових буряків пропонується низка заходів, спрямованих на зниження рівня небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникати під час аграрних робіт[9].

З метою зменшення випадків виробничого травматизму та підвищення ефективності праці, рекомендується встановити тривалість робочого дня на рівні 8 годин. У період збору врожаю цей показник можна збільшувати до 10 годин. Щорічна відпустка для механізаторів має становити не менше 24

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відведених для цього мийних майданчиках, що забезпечує екологічну безпеку і захист довкілля.

5.5 Висновки по розділу

Провівши аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ВИСНОВКИ

В роботі проведений аналіз типової технології вирощування цукрового буряка з визначенням шляхів її вдосконалення.

В технологічній частині роботи розроблена вдосконалена технологічна карта вирощування цукрового буряка.

В інженерній частині роботи вдосконалена конструкція робочих органів і прикочуючих котків культиватора.

Замість підпружиненої лапи встановлено лапу з S-подібною стійкою. Завдяки цьому підвищується якість кришення, знижується тяговий опір, що сприяє попередженню забивання робочого органу ґрунтом і рослинними залишками.

Прикочуючі котки виконали з трубчастими робочими елементами. Робочі елементи цих типів котків добре взаємодіють з оброблюваним шаром ґрунту по ширині захвату і напрямку руху, забезпечуючи необхідне кришення, ущільнення, вирівнювання ґрунту, вичісування бур'янів з шару і формування поверхневого мульчуючого вологозберігаючого шару, а також зменшують залипання вологим ґрунтом.

Проведені технологічні, кінематичні і енергетичні розрахунки культиватора, розрахунки на міцність.

В розділі охорони праці запропоновані заходи для зменшення дії шкідливих факторів на оператора культиватора.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології вирощування цукрових буряків. ТОВ «Сингента», 2014. 100 с.
2. Примак І.Д. та ін. Буряківництво. Київ : Колобіг, 2009. 460 с.
3. Буряки / М. В. Роїк. Київ : XXI вік РІА «Труд–Київ», 2001. 320с.
4. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укл.: В.М. Сало, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан. Кропивницький: ЦНТУ, 2018. 170 с.
5. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. „Машини та обладн. с.-г. вир-ва” / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва/ П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропивний; За ред. М.І. Черновола. Київ : Урожай, 2001. 384 с.
6. 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.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.1: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків : ОКО, 2001. 444с.
8. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник. Київ : Вища школа, 1993. 556 с.
9. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги : навч. посібник. Київ : «Основа», 2011. 551 с.

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ЦБК 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		