

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН СПЕЦІАЛЬНОСТІ

«АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту)

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Механізація процесу вирощування озимої пшениці з детальною розробкою основного обробітку ґрунту»

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-46

Галузь знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»

спеціальність 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ковбасюк В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Мамчур В.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Герасимчук Д.В.

(прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2024 року

«Механізація процесу вирощування озимої пшениці з детальною розробкою основного обробітку ґрунту»

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка 37 арк., 4 розд., 6 рис., 8 табл., 12 літературних джерел та 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: ДИСКОВИЙ КУЛЬТИВАТОР, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ, ГОДИННА ПРОДУКТИВНІСТЬ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

Об'єктом досліджень є технологічний процес ґрунтообробних операцій при проведенні основного обробітку під озиму пшеницю.

Мета дипломного проєкту – підвищення ефективності проведення механізованих процесів при виконанні ґрунтообробних операцій за рахунок модернізованого дискового культиватора.

В процесі дипломного проєктування проводились теоретичні та експериментальні дослідження залежності продуктивності культиватора від удосконалення його конструкції.

В результаті виконання дипломного проєкту було модернізовано дисковий культиватор, удосконалено технологічний процес дискування, що дало можливість підвищити продуктивність МТА, зменшити втрати пального та зменшити зтрати праці.

В розділі «Охорона праці» розроблено інструкцію з охорони праці при проведенні дискування удосконаленим агрегатом.

Основні конструктивні та техніко-експлуатаційні показники: висока якість виконання роботи при підвищеній продуктивності і позменшення затрат праці й пального.

Розраховані основні техніко-економічні показники проєкту від впровадження конструктивної розробки у процесі вирощування озимої пшениці, а саме строк окупності капітальних вкладень, який становитиме 2,07 року.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 ТЕХНОЛОГІЧНО-ОПЕРАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	
1.1 Технологія вирощування озимої пшениці.....	
1.2 Розрахування показників операційної технології.....	
1.2.1 Розрахування режимів роботи агрегата	
1.3 Розробка технологічної карти	
2 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	
2.1 Обґрунтування запропонованої конструкції дискового культиватора.....	
2.2 Визначення геометричних параметрів дисків культиватора	
2.3 Визначення основних конструкційних параметрів дискового культиватора.	
2.4 Перевірочний розрахунок елементів механізму регулювання дисків.....	
2.5 Тяговий розрахунок дискового культиватора.....	
2.6 Розрахунок очікуваної продуктивності та витрат пального.....	
2.7 Уточнення тягового опору котка культиватора	
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	
3.1 Розробка інструкції з охорони праці при дискуванні.....	
3.2 Розрахування стійкості агрегата.....	
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
4.1 Вартість конструкції.....	
4.2 Економічне обґрунтування	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ	

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата								
Розробив	Ковбасюк				ТЕХНОЛОГІЧНО- ОПЕРАЦІЙНА ЧАСТИНА			Літера	Арк.	Аркуші		
Керівник	Мамчур									5	37	
Консульт								ЖАТФК гр. Аі-46				
Н. Контр.	Бучко											
Затвердив	Руденко											

1 ТЕХНОЛОГІЧНО-ОПЕРАЦІЙНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія вирощування озимої пшениці (див. додаток 1).

1.2 Розрахування показників операційної технології

Вихідні дані до розрахунків. Склад агрегату Т-150+ універсальний дисковий агрегат УДА – 3,8. Рельєф поля $i = 2 \%$. Площа поля 150 га. Довжина поля 950 м. Класс ґрунтів – 3.

1.2.1 Розрахування режимів роботи агрегата

Робоча швидкість агрегата не повина перевищувати 12 км/год. Дотримання цієї вимоги можна досягти, якщо трактор Т-150 буде їхати на другій та третій передачах. Теоретична швидкість руху трактору на зазначених передачах відповідно становить: $V_1 = 10.08$ і $V_2 = 11.4$ км/год. Передаточні числа трансмісії на цих передачах дорівнюють $i_{mp1} = 50.3$; $i_{mp2} = 44.3$.

Визначу дотичну силу тяги на обраних передачах [1]:

$$P_d = \frac{9,554 N e i_{tr} \eta_{tr}}{r_k n_n}, \quad (1.1)$$

де P_d – дотична сила на ободах колеса трактора, кН;

$N e$ – ефективна потужність двигуна, кВт;

i_{tr} – передаточне число трансмісії;

η_{tr} – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

r_k – дійсний радіус кочення, м;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала, об/хв.

Номінальна потужність двигуна трактора Т-150 $N_e = 121$ кВт. ККД трансмісії становить $\eta_{tr} = 0,91$. Номінальна частотка обертання колінчастого вала двигуна $n_n = 2100$ об/хв.

Дійсний радіус перекошування трактору можна визначити [5]:

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата					
Розробив	Ковбасюк				ТЕХНОЛОГІЧНО- ОПЕРАЦІЙНА ЧАСТИНА		Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Мамчур							6	9
Консульт							ЖАТФК гр. Аі-46		
Н. Контр.	Бучко								
Затвердив	Руденко								

$$r_k = (r_o + h) \lambda, \quad (1.2)$$

де r_o – радіус сталюого обода колеса, м;

h – висота шин;

λ - коефіцієнт посадки шини.

У тракторів Т-150 $r_o = 0,332$ м; $h = 0,523$. Коефіцієнт посадки шини залежить від фону і в нашому випадку буде 0,8.

Тоді, $r_k = (0,332 + 0,523) \cdot 0,8 = 0,68$ м.

Тоді, для обраних передач дотичні сили будуть:

$$P_{d1} = \frac{9,554 \cdot 121 \cdot 50,3 \cdot 0,91}{0,68 \cdot 2100} = 37,0 \text{ кН}$$

$$P_{d2} = \frac{9,554 \cdot 121 \cdot 44,3 \cdot 0,91}{0,68 \cdot 2100} = 32,6 \text{ кН}$$

В протилежному випадку за рушійну силу трактора приймають силу $F_{зч}$, яку можна визначити за формулою [12]:

$$F_{зч} = \mu G \varphi, \quad (1.3)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом;

G – маса трактора, кН;

φ - коефіцієнт, що враховує зчіпну масу трактора.

Коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом на полі для лушіння, з врахуванням класу ґрунту $\mu = 0,51$.

Маса трактора Т-150К $G = 76$ кН, а коефіцієнт $\varphi = 1$.

Тоді, $F_{зч} = 0,51 \cdot 76 \cdot 1 = 38,76$ кН.

Отже, рушійною силою на кожній із обраних передач є дотична сила.

Зусилля трактора на крйку на вибраних передачах можна визначити за формулою:

$$P_{гак} = P_d - (G_f + G_i),$$

$$P_{гак} = 32,6 - 6,84 - 2,28 = 23,48 \text{ кН}$$

Визначу коефіцієн буксування рушія трактора. Для практичних розрахнків коефіцієнт буксування визначу як функцію від показника:

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$P = \frac{P_{\text{гак}} \eta_{\text{в}}}{F_{\text{зч}}}, \quad (1.4)$$

де - $\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора. $\eta_{\text{в}} = 0,75 \dots 0,85$.

Прийму $\eta_{\text{в}} = 0,85$, тоді

$$P = \frac{23.48 \cdot 0,85}{38.76} = 0,51 /$$

Згідно даних при $P = 0,51$ коефіцієнт буксування рушія трактора $\delta = 9,7 \%$.

Визначу робочі швидкості трактора на обраних передачах:

$$V_{\text{pi}} = V_{\text{т}} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (1.5)$$

де V_{pi} – робочая швидкість тракторів на i -тій передачі, км/год,

$V_{\text{т}}$ – теоретичная шведкість руху трактора на i -тій передачі.

Робочії швидкості трактора на обраних передачах:

$$V_{\text{p1}} = 10,08 \left(1 - \frac{9.7}{100}\right) = 9,1 \text{ км/год.},$$

$$V_{\text{p2}} = 11,4 \left(1 - \frac{9.7}{100}\right) = 10,3 \text{ км/год.},$$

Визначу питомий тяговий опір дискатора на обраних передачах [11]:

$$K = K_0 [1 + \Pi(V_{\text{p}} - V_0)], \quad (1.6)$$

де K_0 – питомий опір агрегата при швидкості руху 5 км/год;

V_{p} – робочаа швидкість руху агрегата, км/год.;

V_0 – швідкість руху борони, при якій визначають K_0 ($V_0 = 5$ км/год);

Π – коефіцієнт приросту питомого опору, $\Pi=0,025$

Питомий опір агрегата на другій передачі буде:

$$K_1 = 1,8 \cdot (1 + 0,025 (9,1 - 5)) = 1,98 \text{ кН/м},$$

Питомий опір на третій передачі:

$$K_2 = 1,8 \cdot (1 + 0,025 (10,3 - 5)) = 2,03 \text{ кН/м}.$$

Оскільки трактор Т-150 агрегатує лише один агрегат з заданим кутом атаки 35° то розрахунки по визначенню максимальної шірини захвату агрегату і числа агрегатів в агрегаті проводити недоцільно.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Визначу тяговий опір агрегату [11]:

$$R_a = (K + R_i) \cdot B_K \cdot n_c, \quad (1.7)$$

де R_a – сумарний тяговий опір агрегату, кН;

K – питомий опір УДА-3,8 на обраних передачах, кН/м

R_i – додатковий опір, який виникає при руху агрегата на підйом, кН/м;

n_c – число машин;

B_K – ширина захвату агрегату, м ($B = 7$ м).

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot \frac{i}{100}, \quad (1.8)$$

де G_M – вага дискового агрегата, кН ($G_M = 26$ кН).

$$R_i = \frac{26}{7} \cdot \frac{2}{100} = 0.08 \text{ кН/м.}$$

Тоді, тяговий опір агрегата на обраних передачах

$$R_{a1} = (1.98 + 0.08) \cdot 7 \cdot 1 = 20.6 \text{ кН,}$$

$$R_{a2} = (2.03 + 0.08) \cdot 7 \cdot 1 = 21.1 \text{ кН,}$$

Визначу коефіцієнт використання тягового зусилля тракторів на передачах

$$\eta = \frac{R_a}{P_{зак}}, \quad (1.9)$$

$$\eta_1 = \frac{20.6}{23.48} = 0.88,$$

$$\eta_2 = \frac{21.1}{23.48} = 0.90.$$

Із розрахунків видно, що агрегат доцільніше використовувати на третій передачі, так як завантаження трактора буде близьке до номінального.

Кінематика агрегату.

Одним із різновидів гонових способів руху, який використовуються при лущенні, є човниковий спосіб руху. Робоча довжина гонів при цьому буде:

$$L_p = L - 2E, \quad (1.10)$$

де L_p – робочі довжини гонів, м;

L – довжина поля, м;

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

E – ширена поворотної смуги.

При петльових поворотах мінімальна ширина поворотної смуги [10]:

$$E_{\min} = 2,8R + 0,5B_k + e, \quad (1.11)$$

де B_k – ширина захвата агрегата ($B_k = 7$ м);

R – радіус повороту агрегата, для агрегатів $R = B_k = 7$ м;

e – довжина в'їзду агрегату, м.

Для причіпного агрегата [10]:

$$e = (0,6 \dots 1,0) l_a, \quad (1.12)$$

де l_a – кінематична довжина агрегатів, м:

$$l_a = l_T + l_M; \quad (1.13)$$

де l_T – кінематична довжина трактора ($l_T = 1,15$ м).

l_M – кінематична довжина борони ($l_M = 6,54$ м).

$$l_a = 1,15 + 6,54 = 7,69 \text{ м.}$$

Отримаю, $e = (0,6 \dots 1,0) 7,69 = 4,61 \dots 7,69$ м, прийму $e = 6$ м.

$$E_{\min} = 2,8 \cdot 7 + 0,5 \cdot 7 + 6 = 36 \text{ м}$$

Фактична ширина поворотної полоси повинна бути більша $E_{\min}$ і кратно ширині захвату агрегату, тобто

$$E_{\phi} \geq E_{\min} = nB_p, \quad (1.14)$$

де n – число проходів агрегата. Прийму $n = 4$, тоді $E_{\phi} = 40$ м.

Отже, $L_p = 500 - 2 \cdot 40 = 420$ м.

Визначу коефіцієнт робочих ходів [12]:

$$\phi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (1.15)$$

де L_x – довжина холостого ходу агрегату, м.

Довжина холостого ходу при грушоподібному повороті при русі човником способом :

$$L_x = 6R + 2e, \quad (1.16)$$

$$L_x = 6 \cdot 10 + 2 \cdot 6 = 72 \text{ м}$$

$$\text{Отже, } \phi = \frac{420}{420 + 72} = 0,85.$$

Розрахую продуктивності агрегату.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Зміну норму виробітку агрегата

$$H = 0,1 B_p V_p T_p, \quad (1.17)$$

де B_p – робона ширина захвату, м ($B_p = 7$ м);

V_p – робочая швидкість руху ($V_p = 10,3$ км/год);

T_p – чистий робочий час зміни, год.

Чистий робочий час агрегату протягом зміни

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{пов})}{1 + \tau_{пов} + \tau_{то}}, \quad (1.18)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год ($T_{зм} = 10$ год);

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, год;

$T_{обс}$ – час організаційно-технічного обслуговування агрегату (очищення робочих органів, перевірка якості роботи, регулювання і т.д.);

$T_{пов}$ – затрати часу протягом зміни на повороти ($T_{пов} = T_{пов} \cdot T_p = 0,11 \cdot 6,7 = 0,75$ год.).

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт поворотів;

$\tau_{то}$ – коефіцієнт технологічного обслуговування агрегату.

Підготовчо-заключний час агрегатів буде $T_{пз} = 25 - 40$ хв. Прийму $T_{пз} = 30$ хв = 0,5 год. Час організаційно-технічного обслуговування $T_{обс} = 9 - 21$ хв. Прийму $T_{обс} = 20$ хв = 0,33 год.

Коефіцієнт поворотів можна визначити так:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} = \frac{1 - 0,85}{0,85} = 0,17.$$

Коефіцієнт технологічного обслуговування:

$$\tau_{то} = T_{то} / T_p, \quad (1.19)$$

де $T_{то}$ – час технологічного обслуговування агрегата на протязі зміни, $T_{то} = 45$ хв = 0,75 год.

$$\tau_{то} = 0,75 / 10 = 0,075.$$

Чистий час роботи агрегата за зміну

$$T_p = \frac{10 - (0,5 + 0,33 + 0,75)}{1 + 0,17 + 0,075} = 6,7 \text{ год,}$$

а норма виробітків агрегатів

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$H = 0,1 \cdot 10 \cdot 10,3 \cdot 6,7 = 69,0 \text{ га.}$$

Продуктивність агрегата за годину змінного часу становить

$$W = \frac{H}{T_{зм}} = \frac{69,0}{10} = 6,9 \text{ га/год.,}$$

при коефіцієнті використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} = \frac{6,7}{10} = 0,67.$$

Визначення норми витрат пального.

Норму витрат пального визначити [13]:

$$Q = \frac{T_p G_p + T_{пов} G_n + T_{пер} G_{пер} + T_{зуп} G_{зуп}}{H}, \quad (1.20)$$

де $T_{пов}$, $T_{пер}$, $T_{зуп}$ – затрати часу протягом зміни відповідно на повороти, переїзди і на зупинках.

Прийму, що час переїздів на поле і назад складає $25 \text{ хв} = 0,42 \text{ год.}$

$$T_{зуп} = \tau_{то} \cdot T_p = 0,075 \cdot 6,7 = 0,50 \text{ год.}$$

де G_p , G_n , $G_{пер}$ і $G_{зуп}$ – норматив затрат пального відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках.

$G_p = 21 \text{ л/год; } G_n = 8,2 \text{ л/год; } G_{пер} = 7 \text{ л/год; } G_{зуп} = 2,3 \text{ л/год.}$

$$\text{Тоді, } Q = \frac{6,7 \cdot 30 + 0,75 \cdot 8,2 + 0,42 \cdot 7 + 0,5 \cdot 2,3}{69,0} = 3,06 \text{ л/га.}$$

1.3 Розробка технологічної карти

Розроблю технологічну карту на вирощування озимої пшениці (див. додаток 1). Для прикладу наведурозрахунки показників однієї операції – післязбиральне дискування. Розрахунки по всіх інших операціях проведу аналогічно.

Гр. 1 – вказуюназву операції;

Гр. 2 – показником якості для післязбирального дискування є обробка ґрунту на 6-8 см.;

Гр. 3 – обсяг проведеної роботи 150 га.;

Гр. 4 – роботу розпочинаємо 09.07.:

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Гр. 5 – роботу закінчуємо 10.07.;

Гр. 6 – оптимальне число робочих днів складає 1 день;

Гр. 7 – число робочих днів становить 1 день;

Гр. 8 – час робочого дня:

$$T_{p.д.} = \frac{П}{W_{год} \cdot n_a \cdot D_{опт} \cdot \alpha}, \quad (1.21)$$

де $T_{p.д.}$ – час робочого дня, год.;

$П$ – обсяг проведеної роботи, га;

$W_{год.}$ – година продуктивність агрегату, га/год.;

n_a – число агрегатів, шт.;

$D_{опт}$ – оптимальна кількість робочих днів;

α – коефіцієнт, що враховує погодні умови ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$).

$$T_{p.д.} = \frac{100}{7,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85} = 15,5_{год.}$$

Гр. 9 і 10 – склад агрегата слідуючий:

трактор Т-150 і дискатор УДА-3,8.;

Гр. 11 – число машин в агрегаті – 1;

Гр. 12 – число обслуговуючого персоналу на один агрегат 1 чол.;

Гр. 13 – Гр. 16 – наробіток агрегата:

за 1 год. – 7,6 га.;

за 7 год. – 53,2 га.;

за агротехнічний термін – 150га.

Гр. 17 і Гр. 18 – витрати пального:

за одиницю роботи – 2,9 л/га.;

за весь об'єм робіт – 290 л.

Гр. 19 – кількість тракторів, необхідних для виконання всього робіт визначаємо за формулою:

$$n_m = \frac{П}{D_p \cdot T_{p.д.} \cdot W_{год.}}, \quad (1.22)$$

де n_m – число тракторів, шт.;

$П$ – обсяг проведеної роботи, га;

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

D_p – число днів роботи;

$T_{p.d.}$ – час робочого дня, год.;

$W_{год.}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

$$n_m = \frac{100}{1 \cdot 15,5 \cdot 7,6} = 0,85, \text{ приймаю } n_T = 1$$

Число зчіпок і с-г машин приймаю, виходячи з умови комплектування на один агрегат.

Гр. 23 – затрати праці розраховую:

$$B_n = \frac{\Pi}{W_{год.}}, \quad (1.23)$$

де B_n – затрати праці, люд. год.;

Π – обсяг проведеної роботи, 150га;

$W_{год.}$ – година продуктивність агрегату, га/год.

$$B_n = \frac{100}{7,6} = 13,2 \text{ люд. год.}$$

Гр. 24 – для переведення обсягу робіт в ум. ет. га використовую залежність:

$$\Pi_{ум.ет.га} = B_n \cdot \lambda, \quad (1.24)$$

де $\Pi_{ум.ет.га}$ – обсяг робіт в ум. ет. га;

B_n – затрати праці, люд. год.;

λ – коефіцієнт переводу в ум. ет. га.

$$\Pi_{ум.ет.га} = 13,2 \cdot 1,65 = 21,7 \text{ ум. ет. га.}$$

Гр. 25 і 26 – затрати робочого часу:

$$B_{p.ч.} = \frac{w_1 + w_2}{W_{год.}}, \quad (1.25)$$

$$B_{p.ч.П.} = \frac{(w_1 + w_2)\Pi}{W_{год.}}, \quad (1.26)$$

де $B_{p.ч.}$ – затрати робочого часу на одиницю роботи, год.;

$B_{p.ч.П.}$ – затрати робочого часу на весь обсяг робіт, год.;

w_1 і w_2 – чисельність основних та допоміжних працівників, чол.;

Π – обсяг проведеної роботи, га;

$W_{год.}$ – година продуктивність агрегату, га/год.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

2 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування запропонованої конструкції дискового культиватора

Загальний вигляд запропонованого дискового культиватора показано на загальному вигляді графічної частини проекту. Працює дисковий культиватор наступним чином.

Перед початком роботи машини механізмом регулювання положення опорного котка встановлюють задану глибину обробки ґрунту. При переміщенні машини по полю диски заглиблюються у ґрунт та підрізають його верхній шар, розпушують, частково обертають і укладають на дно борозни. Наявність трьох рядів дисків забезпечує сталість виконання процесу при заданих показниках якості розпушування. Опорний коток забезпечує потрібну глибину обробки ґрунту і додатково подрібнює грудки у верхньому шарі ґрунту, вирівнюючи його.

Дискатор має основний робочий орган – стояк з встановленими під кутом до вертикалі диском. Різні заводи виробники випускають стояки різного конструктивного виконання, проте їх можна звести в дві групи: з маточиною, що знаходиться в межах робочої зони диска і за її межами (рис. 2.1 див. дод. 2).

Обидва варіанти мають як позитивні сторони, так і недоліки. Варіант «а» рис. 2.1. характерний тим, що маточина 2 знаходиться високо над рівнем дна борозни і диск 3 можна заглиблювати глибше, ніж в варіанті «б», де положення маточини 2 обмежує можливість заглиблювання.

Але обидва варіанти мають суттєвий недолік: диск 3, встановлений на осі обертання консольно, тому підшипник працює із значними радіальними навантаженнями. Тому, в більшості конструкцій використовують конічні підшипники.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата			
Розробив	Ковбасюк				КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.
Керівник	Мамчур						15
Консульт							15
Н. Контр.	Бучко					ЖАТФК гр. Аі-46	
Затвердив	Руденко						

Для усунення даного недоліку мною рекомендується компромісний варіант (рис. 2.2 див. додаток 2).

В варіанті, що я пропоную диск 1 встановлено по середині маточини, що робить навантаження на підшипники однаковими. Таким чином, загальна надійність конструкції збільшується. Додатково, в нашій конструкції обертається сама маточина, а не вал. Тому, діаметр D розташування болтів кріплення більший, що зменшує консольне навантаження на приєднувальну площину A диска, яка в серійній конструкції часто викришується.

Решта конструктивних елементів не змінена, що дозволяє використати конструкцію на серійних дискаторах.

2.2 Визначення геометричних параметрів дисків культиватора

Визначу основні параметри дисків, оскільки від їх розмірів залежать основні конструкційні параметри культиватора. Фігурна форма леза сферичного диска інтенсивно розпушує ґрунт, руйнуючи його хордо подібною частинкою леза. Затискуючи цією частиною леза рослинні рештки, такі диски краще їх подрібнюють, ніж диски із суцільним лезом.

Лезо дисків загострене з боку опуклої поверхні, а кут загострення знаходиться в межах $10-20^{\circ}$. Товщину дисків прийму із співвідношення [4]:

$$\delta = 0,008 \cdot D, \quad (2.1)$$

де D - діаметр диска, який визначу із формули

$$D = k \cdot h_0, \quad (2.2)$$

де k - коефіцієнт, $k = 4 - 6$

h_0 - глибина обробітки, мм.

Прийму $h_0 = 150$ мм.

Тоді,

$$D = (4 - 6) \cdot 150 = 600 - 900 \text{ мм.}$$

Прийму діаметр диска 660 мм. Тоді, товщина дисків повинна становити

$$\delta = 0,008 \cdot 660 = 5,3 \text{ мм.}$$

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Прийму товщину дисків $\delta = 6$ мм.

Розміри вирізів дисків (рис. 2.1) визначу

$$E = 3B/2; \quad C = D/8. \quad (2.3)$$

Число вирізів на диску прийму від 6 до 12.

Прийму, що $B = 100$ мм. Тоді, підставивши дані, отримаю:

$$C = 660/8 = 82,5 \text{ мм},$$

$$E = 3 \cdot 100/2 = 150 \text{ мм}.$$

Якщо прийняти, що на диску буде зроблено 8 вирізів, то сумірна довжина виступів і вирізів буде становити 2000 мм. Це приблизно буде відповідати довжині кола диска, яка повинна становити $\pi D = 3,14 \cdot 660 = 2072$ мм.

Між діаметром і радіусом кривизни диска встановлено залежність [4]:

$$R = (D/2) \cdot \sin \varepsilon, \quad (4)$$

де ε - кут, який для борін приймають рівним $20-26^\circ$.

Підставивши дані, буде

$$R = (660/2) \cdot \sin 22^\circ \approx 48 \text{ мм}.$$

Відстань між дисками в ряду визначу [24]:

$$b \geq 2\sqrt{h_r \cdot (D - h_1)} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.5)$$

де h_r - висота гребенів на дні борозен, які утворюються після проходу культиватора;

α - кут атаки дисків.

Висота гребенів на дні борозен, які утворюються після проходу культиватора мають не перевищувати половину глибини обробітку, тобто в даному випадку вони не повинні бути більшими 7,5 см.

$$b \geq 2\sqrt{7,5 \cdot (66 - 7,5)} \cdot \operatorname{tg} 35^\circ \geq 33,5 \text{ см}.$$

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

2.3 Визначення основних конструкційних параметрів дискового культиватора

Приймаю, що діаметр диска $D=560$ мм, то згідно вимог будемо мати такі основні параметри дискового культиватора:

віддаль між рядами дисків повинна бути

$$L=1,3 \cdot D=1,3 \cdot 660=858 \text{ мм},$$

віддаль від четвертого ряду дисків до осі котка має бути не меншою

$$L_1=1,25 \cdot D=1,25 \cdot 660=825 \text{ мм},$$

Висота стояків дисків повинна становити

$$L_2=0,65 \cdot D=0,65 \cdot 660=429 \text{ мм},$$

Висота регулювання котка відносно нижньої крайки дисків

$$L_3=0,15 \cdot D=0,15 \cdot 660=99 \text{ мм}.$$

Зміна кута атаки дисків в межах від 0 до 35 град забезпечує оптимальний режим розпушування ґрунту в широкому діапазоні ґрунтово-кліматичних умов.

Встановлення віддалей між рядками дисків не менше 825 мм та відстані до опорного котка 825 мм дозволяє працювати дискам четвертого ряду та котка в режимі сталого положення шару ґрунту в усьому діапазоні кутів атаки дисків при швидкостях обумовлених агротехнічними вимогами для даного класу агрегатів.

Висота несучого стояка 430 мм забезпечує проходження розпушеного шару ґрунту у підрамному просторі у обраному діапазоні кутів атаки дисків.

Обмеження діапазону регулювання опірної котка за висотою відносно нижньої кромки дисків 99 мм забезпечує глибину обробітку в межах 5...18 см при мінімальних габаритах механізму регулювання.

2.4 Перевірочний розрахунок елементів механізму регулювання дисків

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Регулювальний механізм кута таки ряду дисків показаний на рис. 2.4. В регулювальному болті механізму регулювання буде виникати зусилля розтягу F , що визначається:

$$F = \frac{l}{l_1} \cdot R_{Ay}, \quad (2.6)$$

де l - віддаль від опори А до опори В (див. рис. 2.4);

l_1 - віддаль від опори А до осі регулювального болта.

У даному випадку $l=880\text{мм}$, $l_1=955\text{мм}$, $R_{Ay} = 1064,5\text{Н}$, тоді

$$F = \frac{880}{955} \cdot 1064,5 = 981\text{Н}.$$

Враховуючи специфіку роботи дискового культиватора для розрахунків прийму, що максимальне зусилля буде:

$$F' = F \cdot K_{\sigma}, \quad (2.7)$$

де K_{σ} - коефіцієнт безпеки.

$$F' = 981 \cdot 6,5 = 6376\text{Н}.$$

Визначу допустимі зусилля розтягу для болта, враховуючи, що матеріал болта і гайки - сталь 35, для якої $\sigma_T = 300\text{ Н/мм}^2$

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]}; \quad (4.8)$$

де $[S]$ - коефіцієнт запасу міцності.

Згідно рекомендацій [11] для даного випадку прийму $[S]=3$, тоді

$$[\sigma_p] = \frac{300}{3} = 100\text{ Н/мм}^2.$$

Мінімальний внутрішній діаметр різьби визначу

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot F'}{\pi \cdot [\sigma_p]}}. \quad (2.9)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 6376}{3,14 \cdot 100}} = 10,27\text{мм}.$$

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Враховуючи, що даній умові відповідає різьба М14, яку бажано не застосовувати, то приймемо остаточний діаметр різьби М16 регульовального болта, для якої $d_1 = 13,836 \text{ мм}$, зовнішній діаметр $d = 16 \text{ мм}$, крок різьби $p = 2 \text{ мм}$

Знаходжу мінімальну висоту гайки з умови міцності витків на зріз:

$$H = \frac{F'}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot [\tau_{зр}] \cdot K_M}, \quad (2.10)$$

де k - коефіцієнт, що враховує тип різьби, для метричної $k = 0,87$;

$[\tau_{зр}]$ - допустимі зусилля зрізу;

K_M - коефіцієнт нерівномірності навантаження витків різьби

$$K_M = 0,56 \dots 0,75,$$

прийму $K_M = 0,7$.

Допустиме напруження на зріз для матеріалу гайки визначу

$$[\tau_{зр}] = 0,2 \cdot \sigma_T. \quad (2.11)$$

Підставивши дані, отримаю

$$[\tau_{зр}] = 0,2 \cdot 300 = 60 \text{ Н/мм}^2.$$

Тоді, результат розрахунку буде

$$H = \frac{6376}{3,14 \cdot 13,836 \cdot 0,87 \cdot 60 \cdot 0,7} = 14,03 \text{ мм}.$$

Знаходжу мінімальну висоту гайки з умови міцності витків на зминання, прийнявши допустиме навантаження зминання $[\sigma_{зм}] = 180 \text{ Н/мм}^2$:

$$H = \frac{4F' \cdot p}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot [\sigma_{зм}] \cdot K_M}; \quad (2.12)$$

у числовому вигляді

$$H = \frac{4 \cdot 6376 \cdot 2}{3,14 \cdot (16^2 - 13,836^2) \cdot 180 \cdot 0,7} = 12,01 \text{ мм}.$$

Враховуючи, що гайка М14 ДСТУ має висоту 13 мм, а М16 – 18 мм, міцність різьбових з'єднань механізму регулювання забезпечена.

2.5 Тяговий розрахунок дискового культиватора

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Розрахунки виконуємо стосовно до ґрунтово-кліматичних умов, що наближені до умов Полісся України.

Приймаємо робочі параметри агрегату за аналогією з серійною машиною БДМ-3х4П.

Для проведення розрахунків прийму наступні дані: глибина розпушування 15 см; робоча швидкість руху 3,0 м/с; ширена захвату 3,2 м; схил місцевості 1 %; тип ґрунту - чорнозем звичайний середньосуглинковий; питома вага ґрунту 1,5 т/м³; вологість 22 %; агрофон - поле після багаторічних трав. Розрахунки тягового опору виконаю за методикою Панченка А. М.

Тяговий опір має три складові: переміщення агрегату по полю; тяговий опір розпушуючої групи; тяговий опір котка.

У відповідності до методики, сумарний тяговий опір для ґрунтообробної с/г машини на переміщення складається з опору на перекочування, опору руху на подолання схилу та опору сил інерції.

Тяговий опір пересуванню машини буде:

$$W_{пер} = G_{pm} \cdot f_{рух}, \quad (2.13)$$

де G_{pm} - маса машини, кН;

$f_{рух}$ - коефіцієнт опору перекочування машини в заданих ґрунтових умовах.

$$W_{пер} = 25 \cdot 0,05 = 2,5 \text{ кН.}$$

Тяговий опір руху машини на подолання схил дорівнює:

$$W_i = G_{pm} \cdot i, \quad (2.14)$$

де i - схил місцевості.

$$W_i = 25 \cdot 0,01 = 0,25 \text{ кН.}$$

Опір сил інерції

$$W_{ин} = m \cdot \frac{V}{t}, \quad (2.15)$$

де V – робочая швидкість, м/с;

t – час набору робочої швидкості, с.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$W_{\text{ін}} = 2,5 \cdot \frac{3}{5} = 1,5 \text{ кН.}$$

Загальний тяговий опір на переміщення машини

$$W_{\text{п}} = 2,5 + 0,25 + 1,5 = 4,2 \text{ кН.}$$

У відповідності до методики, загальний тяговий опір котка складає

$$W_{\text{к}} = 9,81 \cdot G \cdot (f_{\text{D}} + \operatorname{tg} \alpha + \frac{V}{9,81 \cdot t_{\text{p}}}), \quad (2.16)$$

де G – маса котка;

f_{D} – коефіцієнт опору перекочування;

α – кут нахилу;

V – робочая швидкість;

t_{p} – час набирання робочой швидкості, дорівнює 4...6 с.

$$f_{\text{D}} = \frac{q^2 \cdot L}{g^2 \cdot G \cdot C}, \quad (2.17)$$

де q – питомий тиск на поверхню ґрунту;

L – довжина котка;

$C = 180 \text{ кН/м}$ – коефіцієнт опору вертикальної деформації.

Питомий утиск

$$Q = 5000 \cdot h^2 \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2 \cdot D}, \quad (2.18)$$

де $h = 0,05 \text{ м}$ – оптимальная глібина ущільнення;

$\omega_1 = 20 \%$ - критична вологість ґрунту;

$\omega_2 = 26 \%$ - масова вологість;

D - діаметр котка.

Підставляю значення і обрахую складові формули (2.18) та тяговий опір в цілому

$$Q = 5000 \cdot (0,05)^2 \cdot \frac{20^2}{26^2 \cdot 0,56} = 14,88 \text{ кН/м}^2.$$

$$f_{\text{D}} = \frac{14,88^2 \cdot 3,2}{9,81^2 \cdot 0,2 \cdot 180} = 0,205.$$

Тяговий опір

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$W_k = 9,81 \cdot 0,2 (0,205 + \operatorname{tg} 12^\circ + \frac{3}{9,81 \cdot 5}) = 0,68 \text{ кН.}$$

Аналітична розрахункова формула для визначення тягового опору різання ґрунту у блокованому режимі.

$$W_{PO} = C_{уд} \cdot \left[b \cdot a + \frac{0,66 \cdot a^2 \cdot \operatorname{ctg} \varphi^2}{\cos(\alpha_P + \varphi_2)} \right] + 4,9 \cdot b \cdot a^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}) \cdot \gamma \cdot$$

$$\cdot [\sin \varphi_2 + \cos(\alpha_P - \varphi_2) \cdot \cos \alpha_P \cdot \operatorname{tg} \varphi_1] + 2 \cdot a^2 \cdot \{ 0,5 \cdot C_{уд} \cdot [\operatorname{tg}(\alpha_P + \varphi_2) + \operatorname{ctg}(\alpha_P)] \times$$

$$\times \frac{0,66 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2}{\cos(\alpha_P + \varphi_2)} + 4,9 \cdot \delta_P \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}) \cdot \sin \varphi_2 \cdot \gamma \} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + K'(z + x \cdot \operatorname{tg} \varphi_1) \cdot b +$$

$$+ 9,81 \cdot b \cdot a \cdot \gamma \cdot \frac{\sin \alpha_P \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha_P + \theta)} \cdot V^2, \quad (2.19)$$

де $C_{уд}$, K – відповідно питоме зчеплення часток ґрунту і несуча спроможність ґрунту.

b – приведена ширина захвату знаряддя;

$\gamma = 1,5 \text{ т/м}^3$ – питома вага ґрунту;

$\varphi_2 = 22^\circ$ – кут внутрішнього тертя;

$\alpha_P = 35^\circ$ – кут різання;

$a = 0,15 \text{ м}$ – глибина обробки ґрунту;

$\theta = 10 \text{ град}$ – задній кут леза;

$z = x = 0,001 \text{ м}$ – параметри затуплення леза;

$\varphi_1 = 28^\circ$ – кут зовнішнього тертя ґрунту по сталі.

Для визначення приведеної ширини захвату диска розгляну розрахункову схему (рис. 2.5, див додатки).

$$D_{пр} = 560 \cdot \cos 21^\circ = 560 \cdot 0,9336 = 522,8 \text{ мм}$$

Приведений діаметр диска

$$OD = D_{пр}/2 - a = 261,4 - 150 = 111,4 \text{ мм}$$

$$AO = 522,8/2 = 261,4 \text{ мм}$$

$$AD = \sqrt{AO^2 - OD^2} = \sqrt{68329,9 - 12409,9} = 236,5 \text{ мм}$$

$$b = \frac{2 \cdot AD}{2} = AD = 236,5 \text{ мм.}$$

Підставляю значення у формулу (2.19) і визначу тяговий опір одного диска

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$W_{PO} = 3,3 \cdot \left[0,2365 \cdot 0,15 + \frac{0,66 \cdot 0,15^2 \cdot \operatorname{ctg} 22^\circ}{\cos(35 + 22)} \right] + 4,9 \cdot 0,2365 \cdot 0,15^2 \cdot \operatorname{tg}^2$$

$$\left(45^\circ - \frac{22}{2} \right) \cdot 1,5 \cdot [\sin 22 + \cos(35 - 22) \cdot \cos 35 \cdot \operatorname{tg} 28] + 2 \cdot 0,15^2 \cdot \{ 0,5 \cdot 3,3 \cdot [\operatorname{tg}(35 + 22)$$

$$+ \operatorname{ctg}(35)] \cdot \frac{0,66 \cdot \operatorname{ctg} 22}{\cos(35 + 22)} + 4,9 \cdot 0,1 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{22}{2} \right) \cdot \sin 22 \cdot 1,5 \} \cdot \operatorname{tg} 28 + 620 \cdot (0,001 +$$

$$0,001 \cdot \operatorname{tg} 22) \cdot 0,2365 + 9,81 \cdot 0,2365 \cdot 0,15 \cdot 1,5 \cdot \frac{\sin 35 \cdot \cos 10}{\sin(35 + 10)} \cdot 2,5^2 = 0,52 \text{ кН.}$$

На машині встановлено 30 дисків. Тому, загальний тяговий опір розпушуючої частини машини

$$W_{\Sigma} = 0,52 \cdot 30 = 15,60 \text{ кН.}$$

Загальний тяговий опір культиватора

$$W = 4,20 + 0,68 + 15,60 = 20,5 \text{ кН.}$$

За довідковими даними обираємо трактор Т-150, який забезпечує на п'ятій передачі швидкість 3,0 м/с і при цьому зусилля на гаку буде 24,5 кН. Прийму коефіцієнт буксування 0,05, тоді робоча швидкість буде 10,8 км/год.

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$k = W/P_r = 20,5/24,5 = 0,84. \quad (2.20)$$

Це дозволяє стверджувати, що двигун трактора буде працювати в режимі, близькому до номінального.

2.6 Розрахунок очікуваної продуктивності та витрат пального

Важливою ланкою в системі заходів по забезпеченню високої культури землеробства, підвищенню родючості ґрунту, боротьби зі бур'янами і врожайності с/г культур є правильна, науково обґрунтована технологія діскування на глибину основного обробітку ґрунту, завдяки якому поліпшується його водний, повітряний, тепловий і поживний режим. Для правильного вирішення питань обробки ґрунту потрібні глибокі теоретичні знання вимог рослин до природного середовища, в якому вони вирощуються, закономірностей процесів, що протікають у ґрунті.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Високоєфективне використання МТА забезпечується встановленням ротаційних технологій, технічних і організаційних систем та інших заходів по ефективному використанню машинно-тракторного агрегату, які гарантують високу якість виконання робіт у задані агротехнічні строки з найбільшою економічною ефективністю.

Визначу очікувану продуктивність запропонованого дискового культиватора.

Година продуктивність характеризує роботу агрегату за годину і цей показник потрібен для нормування витрат праці і порівнювального аналізу однотипних агрегатів. Година продуктивність визначається:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.21)$$

де B_p - ширена захвату;

V_p – швидкість руху, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Коефіцієнт використання робочого часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}}, \quad (2.22)$$

де T_p – чистий робочий час зміни, годин;

$T_{\text{зм}}$ – час зміни, годин.

Робочий час зміни складає 8 годин при 5 денному робочому тижні. Для визначення чистого робочого часу зміни у відповідності до нормативних документів прийму:

$T_x = 0,50$ години – час холостих переїздів;

$T_{\text{пз}} = 0,05$ години – підготовчо-заключний час;

$T_{\text{то}} = 0,20$ години – час, що витрачається на технічне обслуговування;

$T_{\text{ту}} = 0,05$ години – час, що витрачається на зупинки по технічному нагляду;

$T_{\text{см}} = 0,05$ години – час, що витрачається на усунення технологічних відмов;

$T_{\text{відп}} = 0,50$ години - час відпочинку.

З урахуванням цього чистий робочий час зміни

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$T_p = 8 - 0,50 - 0,05 - 0,20 - 0,05 - 0,05 - 0,50 = 6,65 \text{ год.} \quad (2.23)$$

Коефіцієнт використання робочого часу зміни

$$\tau = 6,65 / 8 \approx 0,80. \quad (2.24)$$

Продуктивність

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3,8 \cdot 10 \cdot 0,8 \approx 3,0 \text{ га/год.}$$

Виробіток за зміну

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (2.25)$$

$$W_{\text{зм}} = 3,0 \cdot 8 = 24 \text{ га.}$$

Агрегат складається з удосконаленого дискатора УДА - 3,8 і трактора Т-150. З урахуванням конструктивних особливостей спроектованої машини вважаю, режим роботи двигуна завжди буде наближеним до оптимального. Втрати паливно-мастильних матеріалів для такого режиму можна обчислити так:

$$q = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_o \cdot T_o}{W_{\text{зм}}}, \text{ кг/га} \quad (2.26)$$

де q - питомі втрати пального, кг/га;

Q_p – годинні втрати пального у робочому режимі, кг;

Q_x – годинні втрати пального на холостих переїздах, кг;

Q_o – годинні втрати пального на зупинках, кг;

T_p – час роботи у номінальному режимі, годин;

T_x – час на холості переїзди, годин;

T_o – час роботи на зупинках, годин.

У відповідності до виконаних раніше розрахунків:

Маємо: $T_p = 6,65$ год; $T_x = 0,50$ год; $T_o = 8 - 6,65 - 0,50 = 0,85$ год (вважаємо, що при перерві на обід двигун не працює).

$$q = \frac{36 \cdot 6,65 + 7,3 \cdot 0,50 + 5 \cdot 0,85}{24} = 12,7 \text{ кг/га або } 15,4 \text{ л/га.}$$

2.7 Уточнення тягового опору котка культиватора

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

До складу запропонованого в дипломному прокті діскового культиватора входить коток. Процес прикочування повинен бути таким, щоб при зустрічі з грудками ґрунту коток перекочувався через них, а не штовхав їх уперед. При перекочуванні через грудку тиск котка концентрується на ній, і вона розламується або вдавлюється у ґрунт без проштовхування уперед. В іншому випадку коток буде штовхати ґрунтові грудки перед собою, тобто нагромаджувати ґрунт. Характер взаємодії котка з ґрунтом залежить від його діаметра і розмірів грудок (наприклад, перед важким котком невеликого діаметра утворюється високий ґрунтовий валок, внаслідок чого грудки переміщуються вперед).

Основними параметрами котків є їх діаметр та довжина (ширина). Діаметр повинен бути таким, щоб при зустрічі з великою грудкою коток легко міг перекотитися через неї, а не штовхав би (витискував) її вперед.

Розгляну взаємодію котка з грудкою під час накочування його на лежачу на поверхні поля грудку (рис. 2.6, див. рис. 2.6).

Під час накочування котка на грудку будуть діяти сили тиску N , а також сила тертя F_2 між поверхнею котка та грудкою і сила тертя F_1 між грудкою та поверхнею ґрунту, які спрямовані у протилежний бік напрямку руху котка. Щоб грудка (або перешкода у вигляді будь-якої нерівності на полі) не зсувалася по поверхні поля попереду котка, вона повинна бути надійно затиснута між поверхнями котка та поля. Це настане за таких умов

$$F_1 + F_2 \cdot \cos \alpha > N'. \quad (2.26)$$

В формулі (4.26)

$$N' = N \cdot \sin \alpha,$$

$$F_2 = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_2,$$

$$F_1 = Q \cdot \operatorname{tg} \varphi_1,$$

$$Q = N'' + F_2 \cdot \sin \alpha = N \cdot \cos \alpha + N \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot \sin \alpha. \quad (2.27)$$

Підставивши одержані значення у вираз (у.27) та зробивши перетворення, матиму

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{(\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2)}{(1 - \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2)} \quad \text{або} \quad \operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2). \quad (2.28)$$

Брила або гудки не будуть переміщуватися перед котком за умов, якщо:

$$\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2, \quad (2.29)$$

де φ_1 - кут тертя ґрунту по ґрунту;

φ_2 - кут тертя ґрунту по поверхні котка.

Кут α залежить від висоти h грудки та діаметра D котка. З рис. 4.6 виходить, що

$$\cos \alpha = \frac{(r - h)}{r} = \frac{(D - 2h)}{D} = 1 - \frac{2h}{D}. \quad (2.30)$$

Але відомо, що $\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} / \cos \alpha$. Тоді, підставивши значення, одержим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(2\sqrt{h \cdot D - h^2})}{(D - 2h)},$$

відповідно

$$\operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2) \geq \frac{(2\sqrt{h \cdot D - h^2})}{(D - 2h)}. \quad (2.31)$$

Знаючи кути тертя φ_1 та φ_2 і діаметр котка D , можна визначити висоту h грудки (брили), через яку він може перекотитися, не переміщаючи її попереду себе.

Щоб зменшити поздовжнє переміщення ґрунту, яке руйнує його структуру, кут α обхвату ободка котка ґрунтом не повинен перевищувати 15-20°. Виходячи з цього, діаметр D котка визначають за виразом

$$D \geq 2h / (1 - \cos \alpha). \quad (2.32)$$

Силу дію котків на ґрунт визначають за виразом

$$q = 2Q / b \cdot l, \quad (2.33)$$

де b - довжина котка;

h_1 - глибина колії;

l - ширина відбитку котка на ґрунті, це хорда кола діаметром D ;

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$l = 2\sqrt{h_1(D - h_1)}.$$

Найчастіше оптимальним тиском для прикочування ґрунту є $q = 3 - 4$ Н/см². Силу P опору перекочуванню котків визначу так

$$P = \mu \cdot Q, \quad (2.34)$$

де μ - коефіцієнт перекочування $\mu = 0,86 \cdot \sqrt[3]{Q/q_0 \cdot b \cdot D^2}$;

тут q_0 - коефіцієнт об'ємного зминання, $q_0 = 2 - 4$ Н/см².

Для котків з негладкою поверхнею, як в нашому випадку, сила опору перекочуванню, як правило, дещо більша, ніж для котків із гладкою поверхнею, і визначають її за співвідношенням:

$$P_{H.P} = \varepsilon \cdot P, \quad (2.35)$$

де ε - коефіцієнт, який враховує зростання опору за рахунок не рівностей поверхні, приймаю $\varepsilon = 1,1 - 1,3$.

При $\alpha = 20^\circ$ діаметр котка буде $D = 330$ см. Приймавши довжину котка $b = 3,2$ м, глибину колії 5 см. Одержимо, що $Q = 7200$ Н, тоді $P_{H.P} = 1893$ Н або 1,9 кН.

Отже, уточнений розрахунок тягового опору котка показує, що отримане значення тягового опору буде становить 1,9 кН.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Розробка інструкції з охорони праці при дискуванні

Інструкція з охорони праці під час роботи на агрегаті для обробітку ґрунту агрегатом Т-150+УДА-3,8 винесена в додаток 1.

3.2 Розрахування стійкості агрегата

Перекидна швидкість трактору

$$v_{оп} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot r \cdot B}{2h}}, \quad (3.1)$$

де, r – радіус поворотів трактора, м;

B – поперечна база трактору, м;

h – висота центра тяжіння трактора, м.

$$v_{оп} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 2,25 \cdot 1,89}{2 \cdot 1,71}} = 3,49 \text{ м/с, або } 12,56 \text{ км/год.}$$

Перекидна сила

$$P = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r}, \quad (3.2)$$

де, G – сила тяжіння, Н.

$$P = \frac{65000 \cdot 3,49^2}{9,81 \cdot 2,25} = 35823,8 \text{ кН.}$$

Радіус поворотів, при якому починається перекидання трактора

$$r = \frac{2 \cdot 3,49^2 \cdot 1,71}{9,81 \cdot 1,89} = 2,21 \text{ м.}$$

Отже, при радіусі повороту менше 2,21 м починає перекидатися трактор при швидкості руху 12,56 км/год. Як видно, розрахунковий радіус повороту практично дорівнює мінімальному радіусу повороту трактора Т-150 (2,25м), що свідчить про достатню стійкість агрегату.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розробив	Ковбасюк						
Керівник	Мамчур						
Консульт	Герасимчук						
Н. Контр.	Бучко						
Затвердив	Руденко				ЖАТФК гр. Аі-46		
					Літера	Арк.	Аркуші
						30	1

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вартість конструкції

Зтрати на конструкцію розраховую:

$$B_k = B_{зп} + B_{гд} + B_m + H, \quad (4.1)$$

де B_k – ціна конструкції, грн.;

$B_{зп}$ – витрати на заробітну плату, грн;

$B_{гд}$ – совартість готових деталей, грн.;

B_m – ціна матеріалів, які використовуються при виготовленні конструкції, грн.;

H – сума накладних затрат, грн.

Витрати на заробітну плату розраховую:

$$B_{зп} = B_{ос} + B_{дод} + B_n; \quad (4.2)$$

де $B_{ос}$ – зтрати на основну зарплату, грн.;

$B_{дод}$ – зтрати на додаткову зарплату, грн.;

B_n – інші нарахування, грн.

Витрати на основну зарплату розраховуємо з виразу:

$$B_{ос} = T \cdot t, \quad (4.3)$$

де T – зтрати часу на виконання робіт, год.;

t – тарифна оплата 1 год затрат часу, грн./год.

Витрати на заробітну плату при виготовленні деталей обладнання зводжу в табл. 4.1 (див. додаток 5).

Додаткова заробітна плата розраховується так:

$$B_{дод} = \frac{B_{ос} - P_{дод}}{100}, \quad (4.4)$$

де $B_{ос}$ – витрати на основну заробітну плату, грн.;

$P_{дод}$ – процент додаткової оплати праці, %

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА		
Розробив	Ковбасюк						
Керівник	Мамчур						
Консульт	Веремій						
Н. Контр.	Бучко						
Затвердив	Руденко				ЖАТФК гр. Ai-46		
					Літера	Арк.	Аркушів
						31	5

$$П_{\text{дод}} = 10 \div 20 \text{ \%}.$$

$$В_{\text{дод}} = 1181,8 \cdot 10 / 100 = 118,80 \text{ грн.}$$

Інші нарахування розраховуються так:

$$В_{\text{н}} = \frac{(B_{\text{ос}} + B_{\text{дод}}) \cdot K_{\text{н}}}{100}; \quad (4.5)$$

де $K_{\text{н}}$ - процент нарахувань на фонд оплати праці, %, $K_{\text{н}} = 37,5$.

$$В_{\text{н}} = \frac{(127,46 + 12,75) \cdot 37,5}{100} = 52,57 \text{ грн.}$$

$$В_{\text{зп}} = 1181,8 + 118,8 + 52,57 = 1353,2 \text{ грн.}$$

Витрати на придбання готових деталей для удосконаленої машини приведу в табл. 4.2 (див. додаток5).

Визначення собівартості матеріалів для виготовлення конструкції розраховуємо за виразом :

$$В_{\text{м}} = M \cdot Ц, \quad (4.6)$$

де M – вага матеріалу, кг;

$Ц$ – ціна 1 кг матеріалу, грн./кг.

Визначу суму накладних затрат з виразу:

$$Н = \frac{В_{\text{зп}} - H_{\text{н}}}{100}, \quad (4.7)$$

де $В_{\text{зп}}$ – витрати на зарплату, грн.;

$H_{\text{н}}$ – норматив накладних витрат, %.

Отже загальна ціна конструкції буде:

$$В_{\text{к}} = 1353,2 + 300,65 + 313,87 + 108,75 = 2076,47 \text{ грн.}$$

4.2 Економічне обґрунтування

Для визначення економічного ефекту проведу розрахунок базової і проєктованої конструкції:

Визначу матеріаломісткість операції за виразом:

$$M_{\text{м}} = \frac{M_{\text{агр}}}{W_{\text{с.р}}}, \quad (4.8)$$

$M_{\text{агр}}$ - вага агрегату, кг

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$M_{\text{п.м}} = \frac{4580 + 2100}{3,78} = 1374,5 \text{ кг/га.}$$

Енергонасиченість агрегата визначаємо так:

$$E_{\text{н}} = \frac{N}{M_{\text{агр}}}, \quad (4.9)$$

$$E_{\text{п.н}} = \frac{51,5}{4580 + 2100} = 7,0 \text{ кВт.}$$

Трудомісткість виконання технологічних операцій визначу за формулою:

$$T_0 = \frac{T}{W_{\text{с.р}}}, \quad (4.10)$$

де T – число робітників, що обслуговують агрегат, чол.

$$T_{\text{п.0}} = \frac{1}{4,86} = 0,20 \text{ люд.год/га.}$$

Продуктивність праці на виконанні операцій визначу з формули:

$$П_{\text{р}} = \frac{W_{\text{с.р}}}{T}, \quad (4.11)$$

$$П_{\text{п.р}} = 4,86 / 1 = 3,87 \text{ га/люд.год.}$$

Визначу питомі експлуатаційні витрати по формулі:

$$EB_{\text{п}} = 0 + A + P_{\text{п}} + П;$$

де O – витрати на оплату праці, грн.;

A – сума амортизаційних відрахувань, грн.;

$P_{\text{п}}$ – відчислення на поточний ремонт і ТО, грн.;

$П$ – затрати на паливо-мастильні матеріали.

Витрати на оплату праці визначаю з формули:

$$O = \frac{m_{\text{тр}} \cdot \varphi \cdot K \cdot K_{\text{н}}}{W_{\text{тр}}}, \quad (4.12)$$

де $m_{\text{тр}}$ – число тракторів, що обслуговують агрегат, чол.;

φ – оплата 1 людини години, грн.;

K – коефіцієнт, який враховує доплату за клас, грн.;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт, який враховує нарахування на фонд заробітної плати, %

$$O_{\text{п}} = \frac{1 \cdot 0,78 \cdot 1,1 \cdot 1,375}{4,86} = 26,24 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на амортизацію визначаємо з формули:

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$A = \frac{B_T \cdot A_T \cdot K}{T_T \cdot W_{c.p} \cdot 100} + \frac{B_M \cdot A_M}{T_M \cdot W_{c.p} \cdot 100}, \quad (4.13)$$

де B_T ; B_M – балансові ціни трактора і с/г машини, грн.;

A_T ; A_M – процент відрахувань на амортизацію трактора і с/г машини, %.

T_T ; T_M – сезонне навантаження трактора і с/г машини.

K – коефіцієнт, який враховує час роботи трактора з сільськогосподарською машиною.

$$K = T_M / T_T = 330 / 1100 = 0,3;$$

$$A^П = \frac{19250 \cdot 19,5 \cdot 0,3}{1100 \cdot 4,86 \cdot 100} + \frac{10529 \cdot 29}{330 \cdot 4,86 \cdot 100} = 15,52 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на ремонт та реновацію визначу:

$$P_П = \frac{B_T \cdot a_{ПРТР} \cdot K}{T_T \cdot W \cdot 100} + \frac{B_M \cdot a_{ПРМ}}{T_M \cdot W \cdot 100}; \quad (4.14)$$

де $a_{ПРТР}$ і $a_{ПРМ}$ – процент відрахувань на поточний ремонт і ТО трактора і с.г. машини, %.

$$P_П^П = \frac{19250 \cdot 22 \cdot 0,3}{1100 \cdot 4,86 \cdot 100} + \frac{10529 \cdot 12}{330 \cdot 4,86 \cdot 100} = 8,03 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ПММ визначаю з формули:

$$П = g_{га} \times Ц, \quad (4.15)$$

де $g_{га}$ – погектарна витрата палива, кг/га;

$Ц$ – комплексна ціна палива, грн./кг

$$П^П = 3,2 \cdot 50 = 128 \text{ грн/га;}$$

$$E B_П^П = 46,24 + 35,52 + 28,03 + 128 = 238,6 \text{ грн/га.}$$

Загальні експлуатаційні витрати визначаю з виразу:

$$E B_{заг} = E B_П \cdot S, \quad (4.16)$$

де S – площа обробки, га

Площу обробки визначаю так:

$$S = W_{експ}^П \cdot T_M, \quad (4.17)$$

$W_{експ}^П$ - експлуатаційна продуктивність удосконаленої машини, га/год;

T_M – сезонне завантаження машини, год.

$$S = 1,1 \cdot 330 = 363 \text{ га;}$$

$$E B_{заг}^B = 13,03 \cdot 363 = 4729,9 \text{ грн.}$$

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Економію експлуатаційних витрат визначаю за формулою:

$$E_{\text{кон}} E B_{\text{заг}} = E B_{\text{заг}}^{\text{Б}} - E B_{\text{заг}}^{\text{П}}, \quad (4.18)$$
$$E_{\text{кон}} E B_{\text{заг}} = 5731.77 - 4729.9 = 1001,88 \text{ грн.}$$

Сумму приведених витрат визначаю:

$$ПВ = E B_{\text{заг}} + E_{\text{П}} \cdot K, \quad (4.19)$$

де $E_{\text{Н}}$ – нормативний коефіцієнт ефективності використання капіталовкладень, $E_{\text{Н}} = 0,15$.

K – додаткові капіталовкладення, грн..

$$ПВ^{\text{П}} = 4729,9 + 0,15 \cdot 756,73 = 4843,41 \text{ грн.}$$

Економічну ефективність визначаю:

$$E_{\text{еф}} = ПВ^{\text{Б}} - ПВ^{\text{П}}, \quad (4.20)$$
$$E_{\text{еф}} = 5845,28 - 4843,41 = 1001,87 \text{ грн.}$$

Я визначив економічний ефект розробки. Він складає 1001,87 грн. Тоді срок окупності конструкції визначаю з формули

$$T_{\text{ок}} = B_{\text{к}} / E_{\text{еф}}, \quad (4.21)$$
$$T_{\text{ок}} = 2076,47 / 1001,87 = 2,07 \text{ року.}$$

Як бачимо, термін строк конструкції буде становити приблизно 2 роки.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		35

ВИСНОВКИ

Узагальнимо результати виконання дипломного проєкту та зробимо наступні висновки:

1. Порівняно з дисковими луцильниками і боронами дискові культиватори мають ряд переваг:

- встановлення дисків на індивідуальному стояку з нахиленням площини обертання до вертикалі дає змогу значно інтенсивніше і глибше обробляти ґрунт;

- дискатори мають більший діапазон регулювання кута атаки дисків, який можна змінювати від 0 до 35 градусів. Це - відповідно дозволяє збільшити робочу ширину захвату диска;

- діски дискаторів виконують одночасно роль лемешів і полиці, що сприяє кращому обертанню відрізаного пласту і його кришення;

- відсутність в конструкції дискаторів дискових батарей з спільною оссю обертання дозволяє їм працювати у вологу погоду на землях з великим числом рослинних залишків і бур'янів і при цьому виключається забивання між дискового простору ґрунтом і рослинними залишками.

Тому в умовах Лісостепу України доцільно використовувати дискові культиватори з удосконаленими в дипломному проєкті робочими органами.

2. Як показують розрахунки, розроблений робочий орган спроможний забезпечити необхідну якість обробітку ґрунту з дотриманням основних агротехнічних вимог.

3. Запропонована конструкція кріплення дисків до стояків усуває основні недоліки відомих способів кріплення і може бути використовувана на інших конструкціях диска торів без зміни основних конструктивних елементів.

5. Розроблені заходи по охороні праці забезпечать підвищення безпеки праці.

6. Виконані техніко-економічні розрахунки свідчать про високу економічну ефективність прийнятих в проєкті рішень і не великий строк окупності капітальних вкладень, а саме 2,07 року.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розробив	Ковбасюк						
Керівник	Мамчур						
Консульт							
Н. Контр.	Бучко						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркушів
						36	1
					ЖАТФК гр. Аі-46		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М. А. Білоножко, І. С. Руденко, В. І. Мойсеєнко та ін. К.: Урожай, 1986. 224 с.
2. Марченко В. І. Ґрунтообробні машини: Навчальний посібник. Київ: Науковий світ, 2004. 184 с.
3. Панченко А. Н.. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин. Дніпропетровськ, ДДАУ, 2002. 395 с.
4. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1) Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: ОКО, 2001. 444 с.
5. Красніченко Н. С. Довідник конструктора по сільськогосподарським машинам. Київ: Урожай, 1999. 154 с.
6. Кобець А. С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин. Дніпропетровськ, 1999. 65 с.
7. Марченко В. І. Сільськогосподарські машини. Київ: Вища шк., 1999. 344 с.
8. Гаврилюк Г. Р. Живолуп Г. Р., Короткевич П. С., Опалко Г. П., Погорілець О.М. Практикум з технологічної наладки та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Київ: Урожай, 1995. 280 с.
9. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1994. 295 с.
10. Гречкосій В. Д. Довідник сільського інженера. Київ: Урожай, 1991. 96 с.
11. Ільченко В.Ю.. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ: Урожай, 1993. 283 с.
12. Писаренко Г. С. Опір матеріалів. Київ: Вища шк., 1986. 775 с.
13. Інструкція по дискатору БДМ-3х4П.
14. Сисолін П. В, Сало В. М., Кропивний В. М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва. Київ: Урожай, 2001. 384 с.

					ДП.208.433у.046.109.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			
Розробив	Ковбасюк							
Керівник	Мамчур							
Консульт								
Н. Контр.	Бучко							
Затвердив	Руденко							
					Літера	Арк.	Аркуші	
							37	1
					ЖАТФК гр. Аі-46			