

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: «Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на
силос з удосконаленням технологічного процесу сівки»

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-43
галузі знань 20 «Аграрні науки та
продовольство»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

(галузь знань, спеціальність)

Максим ГРИБ

(прізвище та власне ім'я)

Керівник Олександр ПОЛЩУК

(прізвище та власне ім'я)

Рецензент Павло РЯБЧУК

(прізвище та власне ім'я)

м. Житомир - 2025 року

	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. арк	Прим.			
1			Документація					
2								
3	A4	ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Пояснювальна записка	39				
4								
5	A1	ДП 208. 043. 467-н. 047. ТК	Технологічна карта вирощування кукурудзи на силос	1				
6	A1	ДП 208. 043. 467-н. 047. ОТК	Операційно-технологічна карта сівби	1				
7	A1	ДП 208. 043. 467-н. 047. СК	Апарат висівний Складальне креслення	1				
8								
9								
10	A1		Деталювання	1				
11	A3	ДП 208. 043. 467-н. 047. 001	Ролик зчісуючий	1				
12	A3	ДП 208. 043. 467-н. 047. 006	Диск висівний	1				
13	A3	ДП 208. 043. 467-н. 047. 018	Вісь	1				
14	A3	ДП 208. 043. 467-н. 047. 025	Кришка	1				
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
			ДП 208. 043. 467-н. 047. ПД					
Зм.	Арк	Недокум				Підпис	Дата	
Розроб.	Гриб				Відомість Кваліфікаційної роботи	Літ	Арк	Аркуш.
Перев.	Поліщук					У		3
						ЖАТК гр. Аі-43		
Н.контр	Вензовська							
Затв.	Руденко							

«Обґрунтування комплексу машин для вирощування кукурудзи на силос з удосконаленням технологічного процесу сівки»

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка включає 39 ст. машинописного тексту містить в собі 3 рисунки, таблиць, 5 розділів в яких проведені розрахунки, щодо впровадження технології вирощування кукурудзи на силос.

В кваліфікаційній роботі проведено обґрунтування комплексу машин для вирощування та збирання кукурудзи на силос, розроблено операційну технологію сівки, виконані необхідні розрахунки.

В конструктивній частині модернізовано сівалку шляхом удосконалення висіваючого апарату.

Розроблено заходи з охорони праці, інструкцію з охорони праці при виконанні технологічної операції, проведено розрахунки економічної ефективності та окупності проекту.

Ключові слова: МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ ПАРК; МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ; ТРАКТОР; КУКУРУДЗА; СИЛОС; СІВАЛКА; ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС; ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ.

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво - це складний процес одержання продукції рослинництва і тваринництва. У зв'язку з цим виникає потреба в створенні найкращих умов для розвитку рослин (високоякісний обробіток, внесення необхідних доз добрив, забезпечення оптимальної вологості ґрунту) і тварин (повноцінна годівля, високоякісний догляд тощо), при яких різко збільшується виробництво продукції високої якості з найменшими затратами праці й витратами коштів.

Найважливішою умовою удосконалення сільськогосподарського виробництва, підвищення життєвого рівня людей є прискорення науково-технічного прогресу, високоефективне використання виробничого потенціалу і зміцнення матеріально-технічної бази сільського господарства на основі подальшого розвитку механізації і автоматизації виробництва.

Негайного вирішення потребують проблеми комплексної механізації землеробства, підвищення технічного рівня, якості і надійності тракторів, комбайнів, сільськогосподарських машин і обладнання.

Оснащення сільськогосподарського виробництва новою удосконаленою технікою вимагає розробки системи організаційних, технічних та інших заходів щодо реалізації її якості і ефективного використання. Вдосконалення сільськогосподарської техніки має бути спрямоване на високоякісне виконання технологічних операцій і підвищення продуктивності, поліпшення умов праці, збільшення довговічності машин, кращу їх пристосованість до технологічного і технічного обслуговування, діагностики.

Виробництво високоякісної сільськогосподарської продукції базується на прогресивних технологіях, чітких технологічних й виробничих процесах.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Гриб				ВСТУП			Літера	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Поліщук									6	
Реценз.								ЖАТФК гр.Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська										
Затверд.	Руденко										

1 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

1.1 Розроблення технологічної карти

Технологічна карта – це робочий план, де передбачені технологічні операції, об’єми робіт, склад та кількість агрегатів, норма виробітку та витрати палива та інші важливі показники вирощування певної культури на конкретному полі господарства. Для складання технологічної карти на необхідні такі первинні дані: попередники, площа, на якій планується вирощування культури; планова врожайність (основної та побічної продукції), т/га; норма витрати кг/га: насіння, розчинів пестицидів; норми внесення добрив (мінеральних і органічних), т/га; відстані перевезення: насіння, органічних і мінеральних добрив, розчинів пестицидів, основної і побічної продукції.

Всі ці культури вирощуються по інтенсивній технології. Операції які відповідають цій технології записуються в графу 1 “Назва операцій” технологічної карти в послідовності їх виконання з врахуванням одиниць виміру (т, га...).

В графу 2 ”Об’єм робіт у фізичному вираженні” заносимо об’єм робіт по даній технологічній операції.

В графу 3 ”Об’єм робіт в умовах еталонних гектарах” заносимо об’єм робіт в умовах еталонних гектарах для машинно-тракторного агрегату об’єм роботи яких вимірюється в цих одиницях.

В графі 4 і 5 “Агροстроки” вказуємо дату початку робіт і їх тривалість. Початок робіт плануємо з врахуванням досвіду набутого в даному господарстві. Він може змінюватись відповідно до погодних умов.

В графі 6, 7 та 8 “Склад агрегату” записуємо найбільш раціональний склад агрегату.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Гриб				ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА СИЛОС	Літера	Арк.	Аркуші	
Перевір.	Поліщук							7	
Реценз.						ЖАТФК гр.Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська								
Затверд.	Руденко								

При розрахунку складу МТА враховуємо: витрати пального, продуктивність, а також узгодженість роботи з іншими МТА в даному циклі, наявність сільськогосподарських машин та інші фактори.

В графу 9 “Кількість обслуговуючого персоналу” записуємо необхідну кількість працівників для роботи і обслуговування МТА, яка визначається в залежності від його складу, прийнятої технологічної схеми роботи і рекомендації заводу виготовлювача.

В графу 10 “Продуктивність агрегату за годину змінного часу” записуємо дані отримані під час розрахунку годинної продуктивності за формулою:

$$W_{\text{год}} = W_{\text{зм}} / T_{\text{зм}}, \quad (1.1)$$

де $W_{\text{год}}$ - продуктивність агрегату за годину змінного часу;

$W_{\text{зм}}$ - продуктивність агрегату за зміну;

$T_{\text{зм}}$ - кількість годин роботи за зміну.

Змінна продуктивність агрегату приймається на основі норм виробітку (з довідників).

В графу 11 “Кількість годин роботи на добу” записуємо цю. Діючі норми виробітку на механізовані роботи розраховані на 7-годинну робочу зміну, а роботи з шкідливими умовами праці – на 6-годину. Але є випадки коли необхідно, щоб агрегат працював у дві зміни. В нашому випадку заплановано роботу збирального агрегату 14 год. на добу.

В графу 12 “Добова продуктивність агрегату” записуємо добову продуктивність агрегату, яка знаходиться за формулою:

$$W_{\text{доб.}} = w_{\text{год}} \cdot t_{\text{доб.}}, \quad (1.2)$$

Де $t_{\text{доб.}}$ - кількість годин роботи агрегату за добу.

В графу 13 “Необхідна кількість агрегатів” записуємо кількість агрегатів, яка визначається за формулою:

$$n_a = U / (w \cdot T_{\text{доб.}} \cdot D_p), \quad (1.3)$$

де U - об’єм роботи у фізичному численні;

d_p - кількість днів роботи агрегату.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В графу 14 “Витрати пального на одиницю роботи” та графу 16 “Затрати робочого часу на одиницю роботи” записуємо дані прийняті по довідникових даних або визначені за формулами:

$$Q = (N_{EH} \cdot q_E \cdot K_3) / W, \quad (1.4)$$

де Q – витрата палива на одиницю роботи;

N_{EH} – номінальна потужність двигуна;

q_E – питома витрата пального двигуном;

K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна.

Затрати робочого часу на одиницю виконаної роботи обчислюємо за формулою:

$$Z_q = (m \cdot T_{3M}) / W_{3M} = (m_M \cdot m_B) / W, \quad (1.5)$$

де Z_q – затрати робочого часу на 1 га;

m – кількість робітників обслуговуючих агрегат;

m_M – кількість механізаторів обслуговуючих агрегат;

m_B – кількість допоміжних робітників обслуговуючих агрегат.

В графі 15 “Витрати палива на увесь об’єм” і графу 17 “Затрати робочого часу на увесь об’єм” заносимо дані визначені множенням питомих показників на фізичний об’єм роботи.

В графу 18 “Приведені витрати на одиницю роботи” записуємо дані визначені за формулою:

$$ПВ = EB + E_n \cdot K, \quad (1.6)$$

де ПВ – приведені затрати;

EB – експлуатаційні витрати;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

В графу 19 “Приведені затрати на увесь об’єм” записуємо значення знайдені множенням приведених витрат на одиницю роботи на весь об’єм роботи.

Результати всіх розрахунків по формулах представлені в технологічній карті на аркуші формату A1 графічної частини дипломного проекту.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Розрахунок показників розробленої технології

Щільність механізованих робіт за даною технологією становить

$$P_M = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.24}}{Q_{\text{зр.3}}}, \quad (1.7)$$

$$P_M = \frac{1166,2}{85} = 13,72 \frac{\text{ум.ет.га}}{\text{га}}.$$

Витрати палива за розробленою технологією становлять:

- на одиницю обсягу роботи

$$B_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.17}}{Q}, \quad (1.8)$$

$$B_{\Pi} = \frac{5634,4}{85} = 66,3 \text{ кг} / \text{га}.$$

- на одиницю продукції

$$B_{\Pi}' = \frac{\sum_{i=1}^i \text{зр.17}}{Z_{\text{вал}}}, \quad (1.9)$$

де $Z_{\text{вал}}$ - валовий збір продукції, $Z_{\text{вал}} = 4250 \text{ ц}$

$$B_{\Pi}' = \frac{5634,4}{4250} = 1,32 \text{ кг} / \text{ц}.$$

Затрати праці становлять:

- на одиницю обсягу роботи

$$Z_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.26}}{Q}, \quad (1.10)$$

$$Z_{\Pi} = \frac{1500,2}{85} = 17,6 \text{ люд} - \text{год} / \text{га}$$

- на одиницю продукції

$$Z_{\Pi}' = \frac{\sum_{i=1}^n \text{зр.26}}{Z_{\text{вал}}}, \quad (1.11)$$

$$Z_{\Pi}' = \frac{1500,2}{4250} = 0,35 \text{ люд} - \text{год} / \text{ц}.$$

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Комплекс машин для с/г культури

Згідно розрахунків технологічної карти складаємо комплекс машин для вирощування кукурудзи

Таблиця 2.1

Змішування добрив	МТЗ-890	УТМ-30
Внесення мінеральних добрив	МТЗ-890	МВУ-0,5
Оранка на зяб	Т-150К	ПЛН-5-35
Весняне боронування	ЮМЗ-6Л	БЗСС-1,0
Культивація з боронуванням	МТЗ-890	КПС-4
Подрібнення азотних добрив	ЮМЗ-6Л	АИР-20
Внесення добрив по полю	МТЗ-890	МВУ-0,5
ІІ культивація, загорт. мін. добрив.	МТЗ-890	КПС-4
Передпосівна культивація	МТЗ-890	КПС-4
Обробіток насіння фентиураном і сумішшю гентохлора і фосфаміда	вручну	вручну
Транспортування насіння	Т-40М	2ПТС-4
Посів кукурудзи	МТЗ-890	Вега - 8
Коткування посівів	ЮМЗ-6Л	СКГ-2,2
Досходове боронування	Т-40М	БЗСС-1,0
Боронування посівів	Т-40М	БЗСС-1,0
Рихлення міжрядь	МТЗ-890	КРН-5,6
Приготування розчину гербіциду	МТЗ-890	АПЖ-12
Оприскування посівів	МТЗ-890	ПОМ-630
Збирання кукурудзи	-	КСК-100А
Транспортування силосу	ЮМЗ-6Л	2ПТС-4
Укладання і трамбування силосною машиною в траншеї	Т-150	-

2 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС

2.1 Агротехнічні вимоги, екологічні та якісні показники до технологічної операції

Кукурудзяні сівалки повинні забезпечувати сівбу пунктирним способом з міжряддями 60, 70, 90 і 100см кукурудзи, соняшника, ріпаци та інших просапних культур. Відхилення від норми висіву допускається в межах $\pm 5-8\%$. пошкодження насіння не повинно перевищувати 1,5%. відхилення від заданої глибини заробляння насіння не повинно перевищувати ± 1 см. Сівалки повинні розміщувати насіння в рядках на однакових заданих відстанях з можливим відхиленням від розрахункових $+10\%$. Сошники сівалок повинні забезпечувати заробляння мінеральних добрив на 2-3 см глибше від насіння і зміщених вбік на 3- 5 см від рядка.

2.2 Обґрунтування складу агрегата

Для посіву кукурудзи використовують кукурудзяні сівалки: Вега-8, Веста-8, СУПН-8А, СУПН-6А, СУПН-12, СУПН-12А, СКПП-12, УПС-8, СКН-6, СКП-6, СУС-4,2, СПС-12, СПС-24, ССН-5,8Д, СГ-4, СКПГ-4, СБК-4 та інші.

В умовах підприємства для посіву кукурудзи пропонуємо використовувати агрегат в складі трактора МТЗ-890 та сівалки Вега-8.

2.3 Розрахунок основних експлуатаційних показників трактора

З метою раціонального комплектування агрегату сівби кукурудзи визначаємо основні експлуатаційні показники трактора:

1. Тягове зусилля (зусилля на гаку);
2. Теоретичну та робочу швидкість руху;
3. Корисну гакову потужність;
4. Тяговий коефіцієнт корисної дії трактора.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Гриб				ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС			Літера	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Поліщук									12	
Реценз.								ЖАТФК гр.Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська										
Затверд.	Руденко										

Агротехнічними вимогами допускається швидкість руху 3,5-7 км/год. З технічної характеристики трактора встановлюю, що при такій швидкості він може рухатися на 3-й передачі.

Визначаємо величину тягового зусилля трактора на робочій передачі

$$P_{\text{гак}} = \frac{10^4 \cdot N_{\text{еф}} \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_0 \cdot n_{\text{дв}}} - Q_{\text{тр}} \cdot \left(f + \frac{i}{100} \right), \text{кН} \quad (2.1)$$

де $N_{\text{еф}}$ - ефективна потужність двигуна трактора, кВт.;

$i_{\text{тр}}$ - передаточне число трансмісії на вибраній передачі;

$\eta_{\text{тр}}$ - коефіцієнт корисної дії трансмісії;

$n_{\text{дв}}$ - частота обертання колінчастого вала двигуна, об/хв.;

r_0 - радіус початкового кола ведучого колеса або зірочки, м.;

$Q_{\text{тр}}$ - експлуатаційна вага трактора, Н.;

f - коефіцієнт опору руху трактора;

i - величина підйому, %.

Теоретичну швидкість трактора МТЗ-890 на вибраній передачі визначаємо за формулою:

$$V_{\text{теор.}} = 0,377 \cdot \frac{R_k \cdot N_{\text{дв}}}{I_{\text{пр}}}, \text{км/год} \quad (2.2)$$

де, $R_k = R_d + N_{\text{ш}} \cdot \gamma = 0,483 + 0,305 \cdot 0,8 = 0,73$ м – радіус ведучого колеса трактора,

R_d – радіус диска колеса, м;

$N_{\text{ш}}$ - радіус шини колеса, м;

γ - 0,75...0,85 коефіцієнт, що враховує вертикальну деформацію шини;

$N_{\text{дв}}$ - номінальна частота обертів колінчастого вала, об/хв;

$I_{\text{пр}}$ - загальне передаточне число трансмісії на вибраній передачі.

$$V_{\text{теор.}} = 0,377 \cdot \frac{0,73 \cdot 2200}{83,5} = 7,25 \text{ км/год}$$

Визначаємо робочу швидкість агрегату :

$$V_{\text{роб.}} = V_{\text{теор.}} \cdot (1 - \delta/100), \text{км/год}$$

де δ - величина буксування (0,06-0,15)

$$V_{\text{роб.}} = 7,25 \cdot (1 - 0,06) = 6,86 \text{ км/год}$$

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо тягове зусилля на гаку трактора:

$$P_{\text{гак}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,9}{2200 \cdot 0,73} - 31500 \cdot \left(0,18 + \frac{1,4}{100}\right) = 19,4 \text{ кН}$$

Визначаємо корисну гакову потужність в заданих умовах

$$N_{\text{гак}} = \frac{P_{\text{гак}} \cdot V_{\text{роб}}}{3,6}, \text{ кВт}$$

$$N_{\text{гак}} = \frac{35,1 \cdot 6,86}{3,6} = 39,96 \text{ кВт}$$

Визначаємо тяговий коефіцієнт корисної дії трактора

$$\eta = N_{\text{гак}} / N_{\text{еф}} \quad (2.3)$$

$$\eta = 39,96 / 58,9 = 0,68$$

2.4 Комплектування агрегату

При комплектуванні агрегатів потрібно визначити ту кількість сільськогосподарських машин, при роботі яких буде як найповніше використане тягове зусилля трактора на робочій передачі.

Приступаючи до розрахунку агрегату, необхідно чітко уявити роботу, для виконання якої комплектується МТА, які агротехнічні вимоги ставляться до її виконання, та встановити, який це буде агрегат залежно від способу з'єднання машин з джерелом енергії, від кількості машин та одночасно виконуваних операцій і характеру використання потужності двигуна трактора.

Агрегат МТЗ-890 + Вега - 8.

Проведемо розрахунок максимально можливої ширини захвату МТА для II і III передач:

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{кр}}}{K + \frac{G_{\text{м}}}{B_r} \cdot i + P_{\text{сц}}}, \text{ м} \quad (2.4)$$

де $P_{\text{кр}}$ – крюкове зусилля трактора на прийнятій передачі, кН;

$P_{\text{сц}}$ – тяговий опір зчіпки, який приходить на 1м довжини, кН/м;

K – коефіцієнт питомого опору, кН/м;

$G_{\text{м}}$ – вага машини, кН;

i – кут нахилу місцевості.

Коефіцієнт питомого опору при посіві кукурудзи на силос:

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$K = K_0 \left[1 + (v_p - v_0) \frac{\Delta_0}{100} \right] \quad (2.5)$$

де K_0 – коефіцієнт питомого опору при швидкості руху 5 км/год, кН/м; $K_0 = 0,6-1,0$ кН/м;

Δ_0 – коефіцієнт приросту питомого опору, $\Delta_0 = 1,5-3$ %.

$$K_2 = 1,0 \left[1 + (5,2 - 5) \frac{2}{100} \right] = 1.016, \text{кН} / \text{м}$$

$$K_3 = 1,0 \left[1 + (6,9 - 5) \frac{2}{100} \right] = 1.038, \text{кН} / \text{м}$$

Максимально можлива ширина захвату МТА:

$$B_{MAX2} = \frac{24.6}{1.016 + \frac{12}{5.6} \cdot 0.03} = 20.9 \text{м}$$

$$B_{MAX3} = \frac{19.4}{1.038 + \frac{12}{5.6} \cdot 0.03} = 17.6 \text{м}$$

Кількість машин, які входять до складу агрегату:

$$n_M = \frac{B_{\max}}{B_K}$$

де: B_K – конструктивна ширина захвату, м для сівалки $B_K = 5,6$ м.

$$n_{M2} = \frac{20.9}{5.4} = 3.8 = 3 \text{машини}$$

$$n_{M3} = \frac{17.6}{5.4} = 3.2 = 3 \text{машини}$$

Приймаємо одну сівалку

Повний тяговий опір агрегатів:

$$R_a = n_M (K \cdot B_p + G_M \cdot i) + R_{CI}, \text{кН} \quad (2.6)$$

$$R_{a2} = 3(5.4 \cdot 1.016 + 12 \cdot 0.03) = 17.15, \text{кН}$$

$$R_{a3} = 3(5.4 \cdot 1.038 + 12 \cdot 0.03) = 17.9, \text{кН}$$

Раціональність завантаження трактора при роботі з встановленою кількістю знарядь перевіряють по коефіцієнту використання тягового зусилля трактора. Його розраховують по формулі:

$$\eta = \frac{R_A}{P_{KP}} \quad (2.7)$$

$$\eta_2 = \frac{17.5}{22.6} = 0.77$$

$$\eta_3 = \frac{17.9}{19.4} = 0.92$$

Оптимальна величина цього коефіцієнту в залежності від характеру виконуємої роботи знаходиться в межах 0,85-0,96, тому приймаємо виконання

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

операції посіву кукурудзи на III передачі, як самий оптимальний режим роботи агрегату.

2.5 Технологічна наладка агрегата

Перевірка технічного стану сівалок. Проконтролювати комплектність і стан сівалок. Звернути увагу на кріплення посівних **секцій**, туковисівних апаратів, підтягнути болтові з'єднання. Встановити тиск в опорноприводних колесах сівалки 0,28—0,30 МПа. Змастити, якщо потрібно, сівалку відповідно до схеми мащення. Перевірити комплектність і стан приладу контролю висіву насіння.

Регулювання насіннєвисівних апаратів. Встановити спочатку по шаблону важіль вилки скидача зайвих насінин у нульове положення. Потім залежно від величини та форми насіння встановити важіль 3 вилки на певну поділку шкали 2. **Підібрати** та встановити диски з числом отворів 14 або 22 (для підвищених норм висіву) у висівні апарати посівних секцій. Менші отвори на диску повинні бути повернуті в бік камери насіння.

Встановлення висівних апаратів на норму висіву насіння.

За схемою механізму передач основних норм висіву насіння просапних культур підібрати зірочки А і Б та В і Г залежно від необхідної кількості насінин на один гектар та передбаченої швидкості руху посівного агрегату. Наприклад, при нормі висіву кукурудзи 45 тисяч насінин на 1 га і швидкості руху агрегату 12 км/год встановити ланцюг у редукторі на зірочку А з кількістю зубів 21 і зірочку Б з кількістю зубів 26, а зірочки В та Г встановити з кількістю зубів відповідно 7 та 9.

Регулювання туковисівних апаратів. Встановити зазор 2-3 мм між шнеком (пружиною) туковисівного апарата і дном бункера, а також зазор 2-4 мм між цим шнеком і козирками.

Вибрати з передаточне відношення і кількість зубів шестерень редуктора механізму привода висівних апаратів відповідно до орієнтовної норми висіву гранульованого суперфосфату.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювання посівних секцій. Перевірити розстановку посівних секцій на рамі машини. Покласти розмічувальну дошку (рейку) **на** майданчику під основний брус рами (середина дошки і рами **повинні** збігатися). Переміщенням кронштейнів посівних секцій по брусу рами добитись, щоб середина сошників збігалася з мітками на дошці або мітками (лунками) на рамі сівалки.

Регулювання сошників на задану глибину. Підкласти під опорні колеса сівалки і котки посівних секцій підставки, висота яких менша глибини загортання насіння на 20—30 мм (глибина деформації ґрунту колесами і котками). Переставити пружинні шплінти у відповідні отвори куліс посівних секцій. Нижній отвір куліси відповідає глибині ходу сошника 40 мм, а верхній — 120. Перевірити, щоб усі сошники торкались поверхні майданчика.

Для роботи на твердих ґрунтах пружину натискної штанги стиснути, переставляючи стопорні кільця вздовж штанги, а на легких, вологих ґрунтах, навпаки, послабити.

Встановлення вильоту маркерів. Встановити виліт правого маркера 2450, а лівого 3850 мм при міжрядді 700 мм, колії трактора 1400 мм і веденні агрегату правим переднім колесом трактора **по** сліду маркера або виліт обох маркерів 3150 мм, якщо спрямовувати центр трактора по сліду маркера.

Регулювання сівалки у полі. Встановити сошники сівалки на мінімальну глибину. Проїхати трохи посівним агрегатом. Розкрити рядки і підрахувати середню кількість насіння на 1 м рядка. Результат порівняти із заданою нормою. При невідповідності провести коригування підбором зірочок у редукторі механізму привода. При висіві двох насінин у гніздо встановити важіль вилки на 0,5—1 поділку нижче, а у випадку окремих пропусків насіння в рядку — на 0,5—1 поділку вище.

Встановити сошники на задану глибину ходу і перевірити глибину загортання насіння. Перевірити, щоб стикове міжряддя дорівнювало основному. При невідповідності змінити довжину штанги маркера.

2.6 Розрахунок продуктивності агрегату

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність агрегату - це один з найголовніших показників використання техніки в сільськогосподарському виробництві.

Продуктивність агрегату - це кількість роботи, виконаної агрегатом за певний період часу. Підвищення продуктивності агрегатів на виконанні сільськогосподарських операцій забезпечує зростання продуктивності праці.

Продуктивність агрегату протягом зміни визначається за формулою:

$$W_{\text{год}}^{\text{теор}} = 0,1 \cdot B_k \cdot n_m \cdot V_{\text{теор}} \quad (2.8)$$

де n_m - кількість машин в агрегаті

$$W_{\text{год}}^{\text{теор}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 1 \cdot 7,22 = 4,0 \text{ га/год}$$

Визначаємо змінну теоретичну продуктивність агрегату

$$W_{\text{зм}}^{\text{теор}} = 0,1 \cdot B_k \cdot n_m \cdot V_{\text{теор}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (2.9)$$

де $T_{\text{зм}}$ - час зміни, год.

$$W_{\text{зм}}^{\text{теор}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 1 \cdot 7,22 \cdot 7 = 27,3 \text{ га}$$

Визначаємо годинну робочу продуктивність агрегату

$$W_{\text{год}}^{\text{роб}} = 0,1 \cdot B_p \cdot n_m \cdot V_{\text{роб}} \cdot \tau \quad (2.10)$$

де B_p - робоча ширина захвату машини, м.;

τ - коефіцієнт використання часу

$$B_p = B_k \cdot \beta$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м}$$

$$W_{\text{год}}^{\text{роб}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 1 \cdot 6,86 \cdot 0,8 = 2,7 \text{ га/год}$$

Визначаємо змінну робочу продуктивність агрегата

$$W_{\text{зм}}^{\text{роб}} = 0,1 \cdot B_p \cdot n_m \cdot V_{\text{роб}} \cdot T_p \quad (2.11)$$

де T_p - час роботи агрегата, год.

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot \tau$$

$$T_p = 7 \cdot 0,6 = 4,2 \text{ год}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{роб}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 1 \cdot 6,86 \cdot 4,2 = 18,9 \text{ га}$$

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок потреби палива та мастильних матеріалів для роботи трактора.

Витрати дизельного палива під час роботи агрегату залежать від енергоємності виконання операції, умов роботи й завантаження двигуна.

Під час виконання технологічної операції двигун витрачає паливо на безпосереднє виконання роботи, на самопересування агрегату під час холостих ходів, на переїздах і поворотах, на холосту роботу двигуна під час зупинок.

Визначаємо витрату палива для заданої технологічної операції:

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_{хх} \cdot T_{хх} + Q_z \cdot T_z$$

де, Q_p - годинна витрата палива під час роботи з навантаженням, кг/год

$Q_{хх}$ - годинна витрата палива під час холостого ходу агрегату, кг/год

Q_z - годинна витрата палива під час холостої роботи на зупинках, кг/год

T_p - тривалість роботи з навантаженням, год

$T_{хх}$ - тривалість роботи на холостому ходу, год

T_z - тривалість простою з робочим двигуном, год

$$T_{зм} = T_z + T_{хх} + T_p ; \quad T_{хх} = \frac{2}{3} \cdot (T_{зм} - T_p)$$

$$T_{хх} = \frac{2}{3} \cdot (7 - 4,2) = 1,87 \text{ год}$$

$$T_z = \frac{1}{3} \cdot (T_{зм} - T_p), \quad T_z = \frac{1}{3} \cdot (7 - 4,2) = 0,93 \text{ год}$$

$$Q_{зм} = 16,0 \cdot 4,2 + 10,5 \cdot 1,87 + 2,3 \cdot 0,93 = 88,97 \text{ кг}$$

Визначаємо витрату палива на 1 га

$$g_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}^{роб}}$$

$$g_{га} = \frac{88,97}{18,9} = 4,7 \text{ кг/га}$$

Визначаємо витрату палива на всю площу

$$Q_{заг} = Q_{га} \cdot S$$

де S - площа виконання технологічної операції, га.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{заг}} = 4,7 \cdot 85 = 399,5 \text{ кг}$$

Потребу пускового бензину і мастильних матеріалів визначаємо у % відношенні до основного палива а отримані дані заносимо в табл. 2.2

Таблиця 2.2

Потреба пускового бензину і мастильних матеріалів

Назва палива та мастильних матеріалів	%до основного палива	Потрібно палива (кг)		Примітка
		На 1 га	На всю площу	
Дизельне паливо	-	4,7	399,5	
Пусковий бензин	0,01	0,04	3,99	
Моторне масло	0,05	0,23	37,4	
Трансмісійне масло	0,01	0,04	3,99	
Солідол	0,25	0,04	18,7	
Автотракторне масло	0,019	0,16	14,2	

2.8 Розрахунок затрат праці

Затрати праці є одним із показників, що характеризують рівень механізації виконуваних технологічних операцій та один з важливіших елементів, які визначають собівартість їх виконання. Якщо роботу виконують машинно-тракторні агрегати затрати праці залежать від кількості обслуговуючого персоналу і продуктивності агрегата

$$З_{\text{п}} = M_{\text{ос}} + M_{\text{доп}} / W_{\text{год}}$$

де, $M_{\text{ос}}$ - кількість основних механізаторів, що працюють на агрегаті

$M_{\text{доп}}$ - кількість працівників, що працюють на агрегаті

$W_{\text{год}}$ - годинна продуктивність агрегату

$$З_{\text{п}} = 1 + 0/2,7 = 0,37 \text{ люд-год/га}$$

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.9. Організація роботи агрегату при проведенні посіву

Ширина заїмки визначається за формулою:

$$C = \frac{10000 \cdot W_{зм}}{L}$$
$$C = \frac{10000 \cdot 18,9}{640} = 295 \text{ м}$$

Визначаємо кількість проходів агрегату:

$$Ппр = C / B_p = 295 / 5,6 = 53$$

Оптимальна ширина заїмки:

$$C_{опт} = Ппр \cdot B_p = 53 \cdot 5,6 = 295 \text{ м}$$

Визначаємо ширину поворотної смуги.

$$E = 3 \cdot R + e = 3 \cdot 5 + 2,02 = 17,02 = 17 \text{ м}$$

Визначаємо загальну довжину всіх робочих ходів на вибраній заїмці:

$$S_p = \frac{C_{опт} \cdot (L - 2E)}{B_p}$$
$$S_p = \frac{295 \cdot (640 - 2 \cdot 17)}{5,6} = 31923 \text{ м}$$

Визначаємо довжину холостих ходів на вибраній заїмці:

$$S_{xx} = 2 \cdot C_{опт} / B_p \cdot (3 \cdot R + e)$$

$$S_{xx} = 2 \cdot 295 / 5,6 \cdot (3 \cdot 5,0 + 2,02) = 1793 \text{ м}$$

Коефіцієнт роботи ходів:

$$\varphi = S_p / (S_p + S_{xx}) = 31923 / (31923 + 1793) = 0,95$$

2.10 Операційно-технологічна карта

Ефективність виробництва продукції рослинництва великою мірою залежить від раціонального поєднання і послідовності виконання виробничих процесів, повного використання технічних можливостей тракторних агрегатів, правильно організованого виконання кожної операції.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому з метою широкого впровадження досягнень науки і передового досвіду в сільськогосподарське виробництво значення має робота тракторних агрегатів за науково обґрунтованими операційними технологічними картами.

Операційна карта являє собою комплекс організаційно-технічних правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій.

В операційній карті зазначають:

- умови роботи;
- агротехнічні вимоги;
- склад та характеристика агрегату, підготовка агрегату до роботи;
- підготовка поля до роботи, спосіб руху агрегату, швидкість руху агрегату;
- організація виконання технологічної операції;
- контроль та оцінка якості роботи;

В графі «Умови роботи» вказуються площа поля, довжина гонів, ширина поля, величина підйому, питомий опір тощо.

В графі «Агротехнічні вимоги» вказуються такі показники: строк і тривалість виконання операції, технологічні параметри, що характеризують якість роботи, показники, що визначають витрату матеріалів (насіння, добрив та ін.). Тут вказуються допустимі відхилення величин та інші показники якості роботи.

В графі «Склад та характеристика агрегату, підготовка агрегату до роботи» вказуються відомості про трактор, сільськогосподарську машину та коротку характеристику агрегату (ширину захвату, радіус повороту, кінематична довжина агрегату), а також наводяться дані про регулювання робочих органів та порядок технологічної наладки агрегату.

В графі «Підготовка поля до роботи, спосіб руху агрегату, швидкість руху агрегату» вказуються послідовність підготовки ділянки до роботи (розбиття поля на загінки, відбивання поворотних смуг, вибір способу руху та виду повороту тощо), ширина загінки, кількість загінок на полі, спосіб руху та вид

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

поворотів агрегату, ширина поворотної смуги, робоча передача та швидкість руху агрегату.

В графі «Організація виконання технологічної операції» вказуються рекомендації щодо початку роботи (першого заїзду), режим роботи, годинна та змінна продуктивність агрегату, витрата палива, затрати праці, загальна довжина робочих та холостих ходів, коефіцієнт використання робочих ходів.

В графі «Контроль та оцінка та якості роботи» вказуються показники, за допомогою яких оцінюють якість виконання технологічної операції, та методика їх визначення.

В графі «Техніка безпеки, охорона праці, протипожежні заходи та охорона навколишнього середовища» вказуються основні правила техніки безпеки, охорони праці при виконанні технологічної операції, протипожежні заходи, яких необхідно дотримуватися при роботі машинно-тракторного агрегату та міроприємства по охороні навколишнього середовища.

Операційно-технологічна карта посіву трактором МТЗ-890 представлена на аркуші (формат А1) графічної частини дипломного проекту.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування необхідності розробки висівного апарату сівалки для сівки кукурудзи

Серед агротехнічних заходів, спрямованих на збільшення врожайності сільськогосподарських культур, важлива роль належить науково обґрунтованим нормам висіву і способам сівки, за допомогою яких створюються оптимальні площі живлення рослин. Тому головна задача сівки, полягає в оптимальному розміщенні насіння в ґрунт, яке забезпечує одержання найбільшого врожаю. При цьому до сівки як до технологічного процесу висуваються три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення його на площі поля; загортання на відповідну (однакову) глибину в ґрунт.

З агрономічної точки зору оптимальною буде така площа живлення, при якій досягається не найбільша продуктивність однієї рослини, а одержання максимального урожаю з гектара основної продукції посіяної культури високої якості при найменших матеріальних і трудових витратах.

Об'єктивною оцінкою розподілу насіння і сходів є така, яка враховує не тільки відстань між насінням і сходами поздовж рядків, а й відстань між найближчим насінням (рослинами) в суміжних рядках. Така оцінка дає уявлення про рівномірність розподілу рослин по площі поля. Кількісна оцінка рівномірності розподілу рослин по площі посіву дає змогу обґрунтувати вимоги, яким повинні відповідати робочі органи сівалок, висівні апарати і сошники.

Доведено, що залежність між урожаєм з одиниці площі і величиною площі живлення виражається поліномом другого ступеня. Таким чином, площа живлення має визначне значення при сівбі сільськогосподарських культур.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Гриб				КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА		Літера	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Поліщук								24	
Реценз.							ЖАТФК гр.Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська									
Затверд.	Руденко									

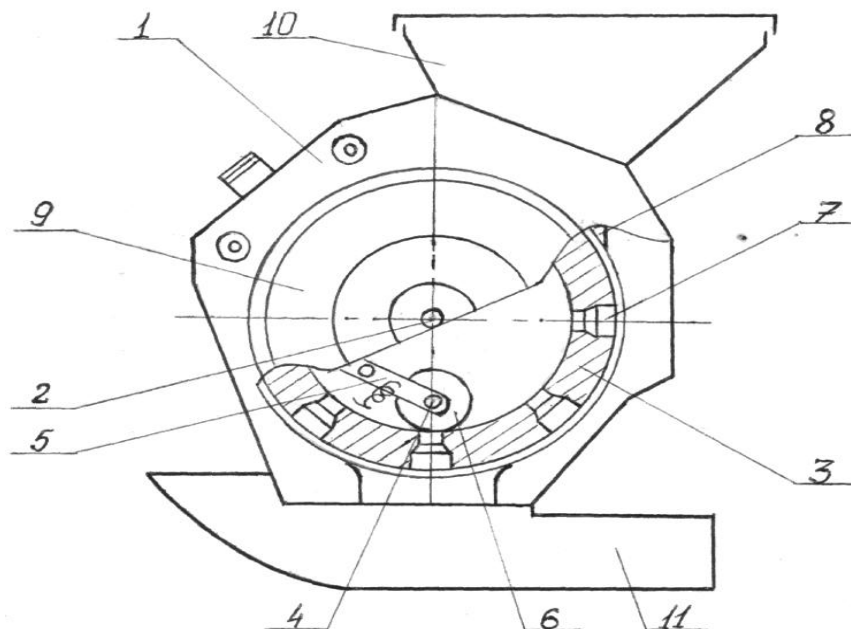
Необхідно розрізняти два терміни: кількість насінин для висіву на одиниці площі, кількість рослин перед збиранням на одиниці площі. Рекомендована густота для умов України коливається в значних межах 40-80 тис. рослин на 1 га перед збиранням. Для ранньостиглих сортів і гібридів густота рослин може зростати до 85-90 тис./га і більше.

Тому в кваліфікаційній роботі ставиться завдання розробити пневматичний висівний апарат точного висіву насіння кукурудзи, який повинен задовольняти вищевикладені вимоги, а крім того, висівний апарат повинен забезпечувати сівбу на підвищених швидкостях руху.

Розроблений висівний апарат має корпус 1 (рис. 3.1), в якому на вісі 2 встановлено висівний диск 3. Для відсікання вакууму в порожнині апарата, що розташований між корпусом і висівним диском на осі 4 у вилці 5 встановлений ролик 6. На торці висівного диска 3 знаходяться комірки 7 для відбору одиничного насіння. Камера забору 8 насіння закривається кришкою 9. Привід висівних апаратів здійснюється від опорно-ходових коліс сівалки через механізм передачі. Завантажується насіння у бункер 10. Борозна утворюється сошником 11.

Процес роботи сівалки, що обладнана розробленим пневматичним висівним апаратом, здійснюється таким чином. Висівний диск приводиться в рух через механізм передачі від опорно-привідних коліс сівалки. Вентилятором у порожнині, що є між корпусом і висівним диском створюється вакуум, який передається через наскрізні отвори в комірки висівного диска. Насіння кукурудзи із бункера поступає в камеру заповнення і поштучно заповнює комірки висівного диска, присмоктуючись до них утвореним вакуумом. Лишні насінини знімаються зчісуючим роликом і подаються назад в камеру заповнення.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – корпус; 2 – вал; 3 – висівний диск; 4 – вісь; 5 – вилка; 6 – ролик;
7 – комірка; 8 – камера забору; 9 – кришка; 10 – бункер; 11 – сошник
Рисунок 3.1 – Схема запропонованого висівного апарату.

В процесі обертання висівного диска, насіння, яке присмоктуються до його комірок, виносяться диском в нижню частину висівного апарату тобто в зону викиду його на дно борозни, що утворюється сошником.

Розміщений у порожнині висівного апарату ролик постійно перекочуючись по внутрішній поверхні висівного диска перекриває вакуум і насіння під дією сили тяжіння і відцентрової сили вільно випадає, із розміщених назовні комірок на дно борозни.

3.2. Розрахунок на міцність конструктивних елементів сівалки

3.2.1 Розрахунок осі опорного колеса посівної секції

Визначаємо сили, що діють на вісь. На вісь колеса діє зусилля, що викликане масою посівної секції. Оскільки вага посівної секції становить 250Н, тоді реакції по кінцях дорівнюють по 125Н. Отже, $P_1 = P_2 = 125 \text{ Н}$.

Викреслюємо розрахункову схему осі (рис. 3.2), позначимо відомі сили, що викликають згин і визначаємо згинаючі моменти.

Для побудови епюри згинаючих моментів визначаємо їх величини від дії сил R_a і R_b :

$$M_a = R_b \cdot \ell, \quad (3.1)$$

$$M_a = 125 \cdot 0,26 = 32,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_B = R_a \cdot \ell, \quad (3.2)$$

$$M_B = 125 \cdot 0,26 = 32,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

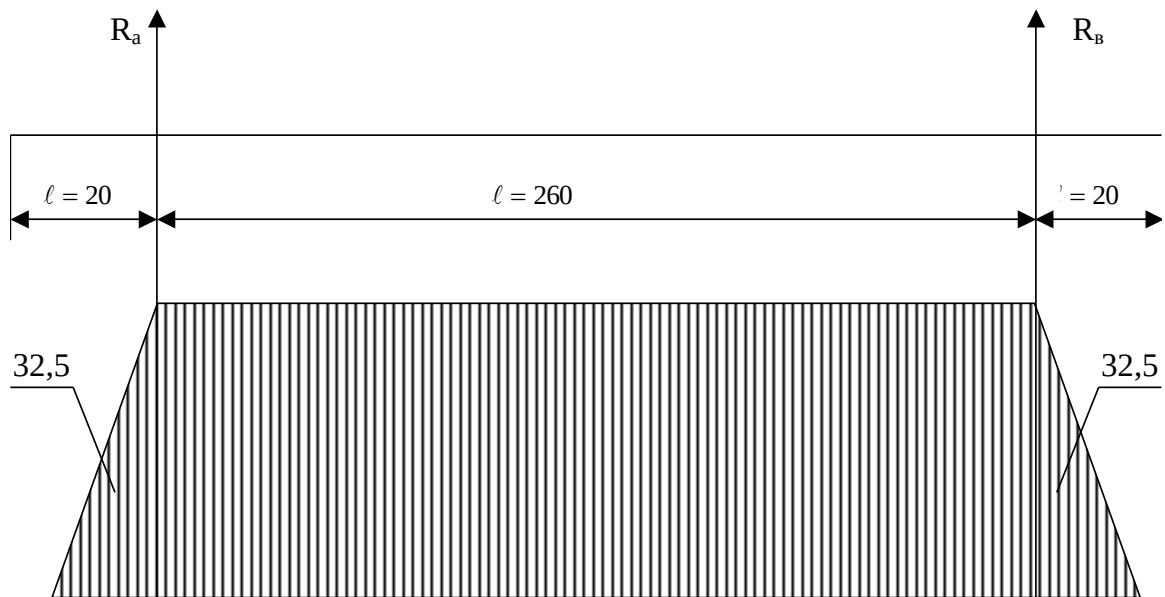


Рисунок 3.2 – Схема до визначення згинаючих моментів
Визначаємо діаметр осі сил за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{M_a}{0,1 \cdot v \cdot [\sigma_{\text{н}}]}}, \quad (3.3)$$

де M_a – згинаючий момент в точці А, Н/м;

v – коефіцієнт напружень, які викликані щільною посадкою на вісь внутрішнього кільця підшипника;

$[\sigma_{\text{н}}]$ - допустима напруга на згин осі .

По ДСТУ ISO 6636-1:2007 приймаємо найближче значення діаметра $d = 30 \text{ мм}$.

В точці В вісь буде мати такий же діаметр із-за дії однакових згинаючих моментів.

Визначаємо найменший допустимий запас міцності, скориставшись формулою:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3.4)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує степінь відповідальності деталі, $K_1 = 1,3$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує точність визначення навантажень, $K_2 = 1,1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує надійність матеріалу, $K_3 = 1,5$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,5 = 2,15.$$

Перевіряємо запас міцності по межі витривалості в перерізі А. Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруги маючи на увазі, що вісь в цьому місці має отвір.

Для осі, що має $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$ знаходимо $K\sigma = 1,95$. Значення масштабного фактору при згинанні для осі діаметром $d = 30 \text{ мм}$ $E\sigma = 0,88$, тоді коефіцієнт буде визначений із залежності

$$\frac{K\sigma}{E\sigma} = \frac{1,95}{0,88} = 2,22.$$

Запас міцності при згині осі визначаємо за формулою:

$$H\sigma = \frac{\sigma - 1}{\frac{H\sigma}{E\sigma} \cdot \sigma_{и}}, \quad (3.5)$$

де $\sigma_{и}$ – номінальна напруга згину.

$$\sigma_{и} = \frac{M_a}{W_{и}}, \quad (3.6)$$

де $W_{и}$ – момент опору при згині у перерізі.

Підставивши значення у формулу, одержуємо

$$\sigma_{и} = \frac{32,5}{9 \cdot 10^6} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2.$$

Тоді

$$H\sigma = \frac{350 \cdot 10^6}{2,22 \cdot 3,6 \cdot 10^6} = 43.$$

Отже, запас міцності більший допустимого. Перевіряємо запас міцності в місці насадки підшипника на вісь.

Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруги при згині осі, що викликані внутрішнім кільцем підшипника, насадженим на вісь з натягом.

Для осі діаметром 30 мм, виготовленої із сталі, що має $\sigma_{кр} = 950 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$, шляхом інтерполяції знаходимо $\frac{K\sigma}{E\sigma} = 3,8$.

Визначаємо запас міцності при згині в перерізі А:

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{\sigma - 1}{\frac{K\sigma}{E\sigma} \cdot \sigma}, \quad n = \frac{350 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 3,6406} = 25.$$

Отже, запас міцності більший допустимого.

3.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу посівної секції

Ланцюгова передача є останнім ступенем приводу посівної секції. Вибираємо привідний ланцюг.

Крутний момент, що передається ведучою зірочкою буде рівним $M_1 = 60 \text{ Нм}$.

Цей момент необхідно підвести до висівного диску. Враховуючи невелику швидкість ланцюга приймаємо кількість зубів ведучої зірочки $Z_1 = 30$ (рис. 4.3).

Передаточне число від вала контрприводу до висівного диску становить 1,3.

Кількість зубів веденої зірочки Z_2 буде становити:

$$Z_2 = \frac{Z_1}{i}; \quad Z_2 = \frac{30}{1,3} = 23.$$

Визначаємо розрахунковий коефіцієнт навантаження:

$$K_r = K_d \cdot K_a \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_c \cdot K_n, \quad (3.7)$$

де K_d – динамічний коефіцієнт. При спокійному навантаженні, $K_d = 1$;

K_a – враховує вплив міжосьової відстані. При $A_{\alpha} = (30 - 50) \cdot t$, $K_a = 1$ (припустимо, що A_y знаходиться у вказаних межах);

K_n – враховує вплив кута нахилу передачі. При нахилі до 60° $K_n = 1$ (у нашому випадку нахил 30°);

K_p – враховує спосіб регулювання натягу ланцюга, $K_p = 1,25$ (натяг натяжним роликом);

K_n – враховує тривалість роботи при однозмінній роботі, $K_n = 1$;

K_c – враховує спосіб змащення. Змащення періодичне, $K_c = 1,5$.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

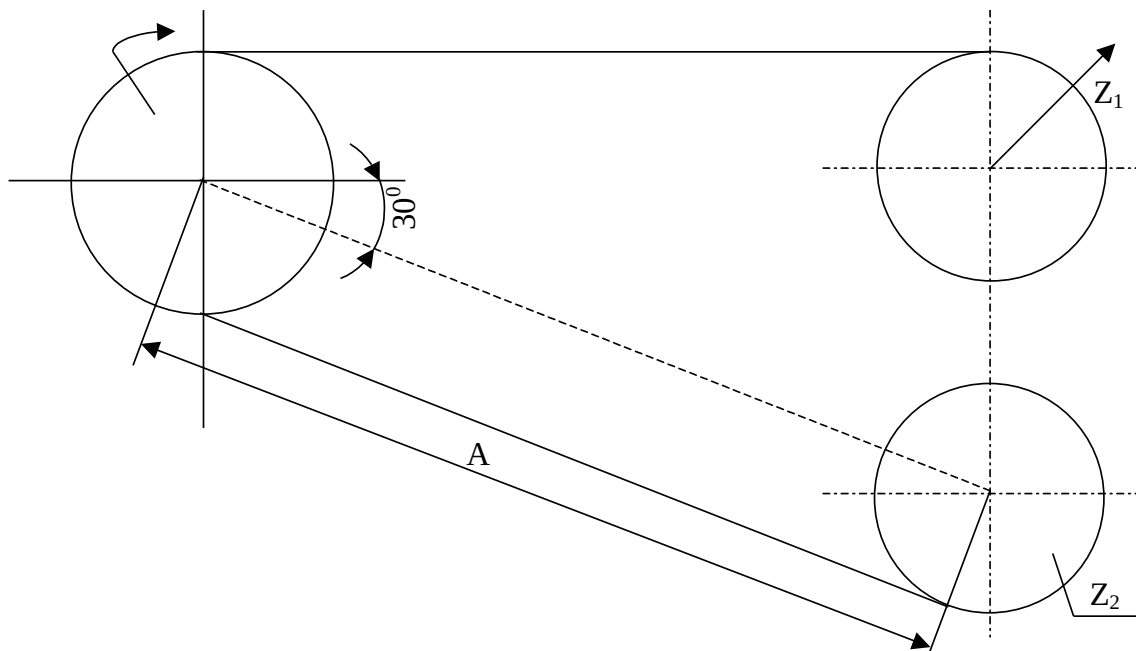


Рисунок 3.3 – Схема до розрахунку ланцюгової передачі

Підставляємо значення у формулу і одержуємо:

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

Крок ланцюга визначаємо за формулою:

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{M \cdot K_s}{Z_1 \cdot [P] \cdot M}}, \quad (3.8)$$

де M – ланцюг однорядний;

$[P]$ - допустимий тиск для роликів ланцюгів в залежності від кроку ланцюга,

$$[P] = 34 \text{ Н/мм}^2.$$

Підставляємо значення в формулу і дістанемо

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{30 \cdot 34 \cdot 1}} = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{113}{1,050}} = 16,1 \text{ мм.}$$

Вибираємо ланцюг з $t = 15,875$ мм. Розміри ланцюга: внутрішній діаметр втулки $d = 5,08$ мм; довжина втулки $B = 13,95$ мм; відстань між внутрішніми пластинками $B_{\text{вн}} = 9,65$ мм; довжина з'єднувального валика $\ell = 23,2$ мм; навантаження $Q = 23$ кН; маса одного метра ланцюга $3,73$ кг.

Швидкість ланцюга визначаємо за формулою:

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3}, \quad (3.9)$$

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{30 \cdot 15,875 \cdot 120}{60000} = \frac{56700}{60000} = 0,95 \text{ м/с.}$$

Визначимо зусилля, яке діє в ланцюгу:

$$P_y = \frac{N}{\gamma}, \quad (3.10)$$

$$P_y = \frac{1,2 \cdot 10^3}{0,95} = 1210 \text{ Н / м.}$$

Розраховуємо середній тиск у шарнірі:

$$P = \frac{P_y \cdot K_s}{F}, \quad (3.11)$$

де F – проекція опорної поверхні шарніра, $F = B \cdot d = 27,5 \cdot 9,55 = 263 \text{ мм}^2$.

$$P = \frac{1210 \cdot 1,875}{263} = 860 \text{ Н / мм}^2.$$

Зусилля від натягу ланцюга розраховуємо за формулою:

$$P_f = K_f \cdot g \cdot A, \quad (3.12)$$

де K_f – коефіцієнт, що враховує вплив розміщення передачі, $K_f = 1,5$;

A – міжосьова відстань, $A = 30 \cdot t$, $A = 30 \cdot 15,875 = 476 \text{ мм}$.

$$P = 1,5 \cdot 3,73 \cdot 476 = 26,6 \text{ Н.}$$

Зусилля від відцентрової сили визначаємо за формулою

$$P_v = g \cdot V^2, \quad (3.13)$$

$$P_v = 3,73 \cdot 0,95^2 = 3,4 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт запасу міцності визначаємо за формулою

$$n = \frac{Q}{(k_d \cdot P_y) + P_f}, \quad (3.14)$$

$$n = \frac{23000}{(1 \cdot 1210) + 26,6} = \frac{23000}{1236,6} = 18,5.$$

Силу тиску на вал визначаємо за формулою:

$$R_y = P_y + 2 \cdot P_f, \quad (3.15)$$

$$R_y = 1210 + 53,2 = 1263,2 \text{ Н.}$$

Умовне позначення привідного роликів однорядного ланцюга з кроком $t = 15,875 \text{ мм}$. Ланцюг ПР – 15,875 – 2300 ДСТУ 13568:2006.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз організації служби охорони праці на підприємстві

Згідно з Законом України "Про охорону праці" на підприємстві передбачено створити службу з охорони праці для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці. Відповідно до цих цілей служба охорони праці вирішує завдання:

- а) забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- б) забезпечення працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;
- в) професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;
- г) вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих;
- д) професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Дана служба складається з одного чоловіка - інженера з охорони праці підприємства, який підпорядковується керівникові підприємства. Служба з охорони праці входить до структури підприємства, як одна з основних виробничо-технічних служб.

4.2 Аналіз виробничого травматизму, професійних захворювань, загальної захворюваності та аварій

Незадовільні умови праці на сільськогосподарській техніці обумовлені в основному як перевищенням унормованих параметрів впливу довкілля щодо персоналу, так і перевищенням граничного стану сільськогосподарських машин.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Гриб				ОХОРОНА ПРАЦІ		Літера	Арк.	Аркушів
Перевір.	Поліщук							32	
Консульт.	Герасимчук						ЖАТК гр.Аі-41		
Н. Контр.	Вензовська								
Затверд.	Руденко								

Потрібно розуміти, що навіть використання сучасних вітчизняних чи провідних чужоземних фірм сільськогосподарських машин залишає місце для ризику травмування через конструкційні (з погляду теорії безпеки та надійності) недоліки, організаційні прорахунки у виконанні технологічних процесів, низький рівень засвоєння працівниками безпечних методів роботи. А в даний час наявний парк сільськогосподарської техніки є фізично і морально застарілим, ступінь зношення, обумовлена експлуатуванням за високих рівнів перевантажування протягом тривалого періоду, досягає 75%, практично припинено ремонтування техніки у спеціалізованих майстернях, а тому при ремонтах не відновлюють елементи, що визначають безпеку сільськогосподарського агрегату. Тому найчастіше серед інших спеціальностей зазнають смертельних травм механізатори, водії, працівники, профіль роботи яких пов'язаний з використанням механізмів у тваринництві. За останні роки збільшилася частка смертельних випадків травмування через технічну несправність машин і механізмів. При цьому більше половини випадків несправності технічних засобів відноситься до машин після семи-восьмирічної експлуатації.

Таким чином сучасні концепції з охорони праці щодо забезпечення "мінімального наявного ризику небезпеки травмування" в виробничій системі "працівник - машина - довкілля" є особливо актуальними для умов сільськогосподарського виробництва. У сільському господарстві високий відсоток у загальному обсязі робіт займають сезонні польові роботи, що характеризуються значною інтенсивністю та напруженістю, перевищенням гранично допустимих нормативів щодо параметрів довкілля (температура, вологість, швидкість руху повітря, концентрація пилу і шкідливих речовин у робочій зоні при використанні хімічних засобів захисту рослин). Дія зазначених факторів призводить до помилкових дій та нехтування безпекою, численних порушень правил гігієни, чому сприяє погана забезпеченість побутовими приміщеннями, відсутність засобів індивідуального захисту та особистої гігієни.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

4.3 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочому місці

Небезпечними і шкідливими виробничими факторами при виконанні робіт з обслуговування сільськогосподарської техніки та роботи на МТА:

- рухомі частини вузлів і агрегатів;
- наїзди тракторів: внаслідок самовільного руху, при запуску двигуна, в'їзді (виїзді) в зону ремонту, русі на оглядовій ямі та конвеєрі;
- термічні фактори (пожежі при зливанні паливно-мастильних матеріалів з трактора, митті ними деталей, вузлів, агрегатів, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях);
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (акролеїну, вуглецю оксиду, вихлопні гази двигуна тощо);
- відсутність (невідповідність технічним умовам) засобів колективного та індивідуального захисту, спецодягу, спецвзуття;
- несправність (відсутність) вентиляційного та опалювального обладнання у кабінах тракторів
- відсутність попереджувальних знаків і написів на сівалці;
- відсутність захисних (огорожувальних) пристроїв на рухомих частинах машин та обладнання;
- несправність тягово-зчіпних пристроїв;

4.4 Пожежна профілактика

Особливої уваги при підготовці до виконання весняних польових робіт має контроль протипожежного стану пунктів (агрегатів) заправлення тракторів і автомобілів паливом відповідно до вимог нормативних документів.

Вихлопна система двигуна має забезпечувати гасіння іскор до виходу відпрацьованих газів в атмосферу.

Під час заправки агрегата забороняється користуватися відкритим вогнем та курити.

Заправку машино-тракторного агрегата проводити тільки закритим способом.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

5 Економічна частина

5.1 Визначення вартості модернізації сівалки

До прямих витрат відносять основну і додаткову заробітну плату робітників, відрахування ЄСВ, вартість матеріалів і запасних частин. Вартість пристосування знаходять за формулою:

$$B_{np} = C_{oc} + C_{дод} + C_{есв} + B_{м} + B_{зч} + H, грн. \quad (5.1)$$

де C_{oc} - основна оплата праці за виготовлення пристосування;

$C_{дод}$ - додаткова оплата праці, яка береться в розмірі 10-15% від основної оплати праці;

$C_{есв}$ - єдиний соціальний внесок (приклад 22 %.)

$B_{м}$ - вартість матеріалів, яка береться за оптовими цінами ринку;

$B_{зч}$ - вартість запасних частин, береться за оптовими цінами по спеціальних каталогах;

H - накладні витрати, які становлять 70... 120% від основної та додаткової оплати праці.

Основна оплата праці визначається множенням норми часу в годинах на годинну тарифну ставку згідно з розрядом роботи.

Основна заробітна плата при виготовленні пристосування складає 6742,12 грн.

Додаткову заробітну плату знаходимо за формулою:

$$C_{дод} = \frac{C_{oc}}{100} \cdot 10, грн \quad (5.2)$$

$$C_{дод} = \frac{6742,12}{100} \cdot 10 = 674,212 грн$$

Відрахування на ЄСВ за формулою:

$$C_{есв} = \frac{(C_{oc} + C_{дод})}{100} \cdot 22, грн \quad (5.3)$$

$$C_{есв} = 22 \cdot \frac{(6742,12 + 674,212)}{100} = 1631,6 грн$$

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Гриб				Економічна частина			Літера	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Поліщук									35	
Консульт.	Веремій							ЖАТФК гр.Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська										
Затверд.	Руденко										

Вартість матеріалів становить $B_m = 3398,85$ грн

Вартість запасних частин ($B_{зч}$) для виготовлення пристрою становить 5957,75грн.

Накладні витрати включають у себе загально виробничі та загальногосподарські витрати господарства і становлять 80...120% від основної та додаткової заробітної плати працівників.

Накладні витрати знаходимо за формулою. Приймаємо $H = 80\%$.

$$H = \frac{(C_{oc} + C_{dod})}{100} \cdot 80, \text{ грн} \quad (5.4)$$
$$H = \frac{(6742,12 + 674,212)}{100} \cdot 80 = 5933,06 \text{ грн}$$

Отже, вартість модернізації становитиме:

$$B_{пр} = 6742,12 + 674,12 + 1631,6 + 3398,85 + 5957,75 + 5933,06 = 24377,5 \text{ грн}$$

5.2 Знаходження річного економічного ефекту від модернізації кукурудзяної сівалки

Завдяки модернізації сівалки, пневматичний висівний апарат точного висіву насіння кукурудзи, який повинен задовольняти агротехнічні вимоги, а крім того, висівний апарат повинен забезпечувати сівбу на підвищених швидкостях руху, підвищити врожайність.

Економію матеріальних витрат і коштів розраховують за формулою:

$$E_p = (C_6 - C_n) \times O_n, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

де E_p – річна економія від зниження собівартості продукції або експлуатаційних витрат, грн.; C_6 – собівартість одиниці продукції або експлуатаційні витрати на одиницю роботи в базовому варіанті; C_n – собівартість одиниці продукції чи експлуатаційні витрати на одиницю роботи в запланованому варіанті; O_n – обсяг планової продукції.

Суму втрат урожаю без застосування модернізації можна визначити за формулою:

$$C_3 = Y \cdot A \cdot \frac{1,4}{100}, \text{ ц,} \quad (5.6)$$

де C_3 – сума втрат урожаю, ц. Y – урожайність культури, ц/га.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		36

Приймаємо $Y = 500$ ц/га. A – площа посіву, га. $A = 85$ га.

1,4 – відсотки втрат урожаю

Тоді втрати становитимуть:

$$C_3 = 500 \cdot 85 \cdot \frac{1,4}{100} = 595 \text{ ц}$$

Суму втрат врожаю із застосуванням модернізованого культиватора знаходимо за формулою:

$$C_{3n} = Y + A + \frac{1,1}{100} = 500 \cdot 85 \cdot \frac{1,1}{100} = 467,5 \text{ ц}$$

Економія втрат на площі 85 гектарів становитиме:

$$E_3 = C_3 - C_{3n} = 595 - 467,5 = 127,5 \text{ ц.}$$

Знаходимо економічний ефект від впровадження пристрою:

$$E_p = E_3 \times \text{Ц, грн.}$$

Де Ц – реалізаційна ціна однієї тонни.

За даними товарної біржі ціна однієї тонни силосу кукурудзяного становить від 2000 до 3500 грн/т.

Тоді матимемо: $E_p = 12,75 \times 3000 = 38250$ грн.

Визначення терміну окупності пристосування

Термін окупності модернізації знаходимо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B_{np}}{E_p}, \text{ років}$$

де B_{np} – вартість пристосування, грн.

E_p – річна економія від впровадження пристрою у виробництво, грн.

$$T_{ок} = \frac{24377,5}{38250} = 0,64 \text{ року}$$

Отже, модернізація себе окупить за період виконання технологічного процесу передпосівного обробітку при вирощуванні кукурудзи одного сезону.

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВІСНОВКИ		
Розроб.	Гриб				ВІСНОВКИ		
Перевір.	Поліщук						
Консульт.							
Н. Контр.	Вензовська						
Затверд.	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркуші
						38	
					ЖАТФК гр.Аі-43		

Узагальнюючи результати виконання кваліфікаційної роботи можна зробити наступні висновки:

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.

В першому розділі розрахунково-пояснювальної записки розроблено технологічну карту та обґрунтовано комплекс машин для вирощування і збирання кукурудзи на силос. Впровадивши розроблену технологію виробництва кукурудзи на силос підприємство отримає збільшення врожайності до 50 т/га при значно менших затратах ресурсів. Щільність механізованих робіт при виробництві становитиме 13,72 ум.єт.га/га, затрати праці –17,6люд.год./га, витрата палива –66,3кг/га.

В другому розділі розроблено технологію та організацію посіву кукурудзи трактором МТЗ-890 для умов проектного підприємства: наведено агротехнічні вимоги до технологічної операції, підібрано склад агрегата, визначено експлуатаційні показники трактора, проведено розрахунки комплектування агрегата, визначено продуктивність, витрату палива, мастильних матеріалів та затрат праці, розглянуто технологію та організацію виконання технологічної операції.

В конструктивній частині модернізовано сівалку шляхом удосконалення висіваючого апарату, що дасть змогу більш рівномірно розподілити рослини по площі посіву, яке забезпечує одержання найбільшого врожаю.

В четвертому розділі розроблено заходи по охороні праці, інструкцію по охороні праці при виконанні заданої операції, проведено розрахунки повздовжньої та поперечної стійкості агрегату (Додатки А,Б).

В економічній частині розраховано економічний ефект від впровадження модернізації, який складе $E_p = 38250$ грн., термін окупності $T_{ок} = 0,64$ року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Експлуатація машин і обладнання: навч. посіб. / Ружицький М.А. та ін. Київ: Аграрна освіта, 2010. 617 с.
2. Методичні рекомендації щодо виконання кваліфікаційної роботи здобувачів освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за освітньо-професійною програмою Агроінженерія / Укл.: Борак К.В., Руденко В.Г., Веремій Т.Б., Поліщук О.С., Добранський С.С., Бучко І.О. Житомир: ЖАТФК. 2023. 71с.
3. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник / За ред. А.Ф. Головчука. Київ: Грамота, 2007. 354 с.
4. Машиновикористання в землеробстві / За ред.. В.Ю.Ільченка. Київ: Урожай, 1996. 384 с.
5. Івашина М.Б. Машиновикористання в землеробстві: Навчально-методичний посібник.— Немішаєво: Навчально-методичний центр по підготовці молодших спеціалістів, 2003. 159с.
6. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник / Лімонт А.С., Мельник І.І., Малиновський А.С., Марченко В.В, Гуз В.Л., Грищенко І.М. К.: Кондор, 2004. 282с.
7. Ружицький М.А., Ляшенко В.Д., Івашина М.Б. Машиновикористання в землеробстві: Методичні рекомендації. Немішаєво: Навчально-методичний центр по підготовці молодших спеціалістів, 2003. 144с.
8. Фортуна В.Й., Миронюк С.К. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. Київ: Вища школа, 1991. 316 с.
9. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / Ільченко В.Ю. та ін. Київ: Урожай, 1987. 368 с.
10. Експлуатація машин і обладнання: електронний підручник. Київ, ДУ НМЦ ВФПО, 2020. URL: https://evgivanov.github.io/expl_html_book/index.html

					ДП 208. 043. 467-н. 047. ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.	Гриб				СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			Літера	Арк.	Аркуші		
Перевір.	Поліщук									39		
Консульт.								ЖАТФК гр.Аі-43				
Н. Контр.	Вензовська											
Затверд.	Руденко											

ДОДАТКИ

Розробка інструкції з охорони праці

Інструкція з охорони праці – це нормативний документ, яким встановлені вимоги з охорони праці до виконуваної роботи в конкретних виробничих умовах.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник
підприємства

Наказ №__ від _____ 20__р.

Інструкція №__
з охорони праці під час роботи на агрегаті для посіву кукурудзи на силос
MT3-890+ VEGA 8 PROFI

1 Загальні положення

- 1.1 До роботи допускаються працівники, які пройшли інструктаж безпосередньо на робочому місці.
- 1.2 Агрегат повинен бути технічно справним та відповідати вимогам охорони праці.
- 1.3 На робочих місцях не повинно бути зайвих вузлів і механізмів.
- 1.4 На робочих місцях не повинно бути сторонніх осіб.
- 1.5 На робочі місця призначається старший ланки.
- 1.6 Робоче місце забезпечується аптечкою першої медичної допомоги.
- 1.7 Працівник несе персональну відповідальність за порушення інструкції.

2 Вимоги безпеки перед початком роботи

- 2.1 Працівники повинні з'являтися на роботу за розкладом, запізнення на роботу без поважних причин забороняється.
- 2.2 Працівники повинні одягнути спеціальний одяг та застібнути всі гудзики.
- 2.3 Перевірити агрегат на відповідність вимогам охорони праці.
- 2.4 Працівники повинні дотримуватися особистої гігієни, тримати в чистоті одяг та інші речі.
- 2.5 Працівники повинні знаходитися на закріпленому робочому місці, самовільне переміщення на інші робочі місця забороняється.

3 Вимоги безпеки під час роботи

- 3.1 Користування тільки справними інструментами та пристроями.
- 3.2 Бути обережним при підтягуванні кріплень вузлів і механізмів.
- 3.3 Перед виконанням регулювальних робіт треба перевірити надійність підставок.

- 3.4 Усі регулювальні роботи повинні проводитися справним інструментом.
- 3.5 Під час руху агрегата забороняється сходити з трактора та виходити з нього.
- 3.6 Забороняється знаходитися під час поворотів біля агрегату, регулювати, підтягувати та очищати робочі органи на ходу і в транспортному положенні.
- 3.7 Забороняється проводити ремонт агрегата в піднятому положенні та при працюючому двигуні трактора.
- 3.8 Під час заправки агрегата забороняється користуватися відкритим вогнем та курити.
- 3.9 Заправку машино-тракторного агрегата проводити тільки закритим способом.

4 Вимоги техніки безпеки по закінченню роботи

- 4.1 Зібрати та почистити інструмент, пристрої, прилади, прибрати робоче місце, оформити документацію.
- 4.2 Працівники повинні повідомити керівника про всі порушення техніки безпеки в процесі виконання роботи.
- 4.3 Виконати вимоги особистої гігієни.

5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- 5.1 У випадку одержання травм припинити роботу або зупинити агрегат, повідомити керівника, надати першу медичну допомогу, а за потреби відправити потерпілого в медпункт або викликати швидку допомогу.
- 5.2 Під час виникнення пожежі зателефонувати за номером 101, а самим приступати до гасіння пожежі.

Цю інструкцію складено на підставі Правил безпеки під час вирощування та післязбиральної обробки продукції рослинництва.

НАОП 2.1.10-1.01-86

Інструкція складено

Погоджено

1 Головний інженер-механік

2 Інженер з охорони праці

3 Юрисконсульт

Розрахункова частина**1 Розрахунок поперечної стійкості агрегату.**

Склад машинно-тракторного агрегату:

- трактор МТЗ-890 + сівалка VEGA 8;
- маса трактора $G_m = 3300$ кг, маса сівалки $G_c = 1030$ кг;
- центр тяжіння трактора знаходиться на висоті $h_m = 0.985$, сівалки $h_c = 0,385$ м
- відстань від центру тяжіння до задніх коліс $a = 1,1$ м, $B = 2,57$ м;
- центр тяжіння зміщено вліво $m = 0,035$ м;
- загальна база трактора $L = 3,65$ м;
- радіус повороту $R = 11$ м;
- коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям $f_{сч} = 0,6$ бокового зчеплення $f_{БОК} = 0,2$;
- коефіцієнт ефективності гальмування $f_E = 1,25$;
- кут нахилу $\alpha = 4^\circ$.

При криволінійному русі машинно-тракторного агрегату з незмінною швидкістю по дорозі, що має боковий схил на нього діють різні сили.

Нормальна складова ваги МТА, Н:

$$G_1 = G \cdot \cos\beta_{cm} = 35600 \cdot \cos 4^\circ = 42097,20 \text{ Н}$$

Бокова складова ваги МТА, Н:

$$G_2 = G \cdot \sin\beta_{cm} = 35600 \cdot \sin 4^\circ = 2943,723 \text{ Н}$$

де G – вага трактора, Н

β_{cm} – кут схилу місцевості.

Відцентрова сила, що виникає при виконанні трактором повороту:

$$P_{ц} = \frac{GV^2}{gR} = \frac{35600 \cdot 7^2}{9.8 \cdot 11} = 19181.82 \text{ Н}$$

де V – швидкість руху на поворотах, м/с;

R – радіус повороту, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Сили бокового зчеплення шин з ґрунтом, Н:

$$\sum F_{\delta} = f_{БОК} Q_K = 0,2 \cdot 6028,57 = 1205,71 \text{ Н}$$

де $f_{БОК}$ – коефіцієнт бокового зчеплення шин з ґрунтом;

Q_K - навантаження на ведучі колеса трактора, Н.

Граничний статичний кут поперечної стійкості:

$$\operatorname{tg}\beta_{cm} = \frac{0,5B + m}{h_{ц}} = \frac{0,5 \cdot 2,57 + 0,035}{0,985} = 1,34^\circ$$

де m – поперечна координата центру тяжіння трактора, м;

$h_{ц}$ – висота центру тяжіння трактора, м.

Якщо взяти до уваги коефіцієнт поперечної стійкості, тоді:

$$\operatorname{tg}\beta_{cm} \geq \mu \frac{B}{2h_{ц}} = 0,86 \frac{2,57}{2 \cdot 0,985} = 1,12^\circ$$

де μ – коефіцієнт поперечної стійкості.

Ковзання коліс починається раніше, ніж перекидання трактора, за умови:

$$f_{\text{БОК}} \leq \mu \frac{B}{2h_{\text{Ц}}} \leq 0,86 \frac{2,57}{2 \cdot 0,985} \leq 1,12^{\circ}$$

Схильність до заносу під час гальмування і розгону пояснюється тим, що в цей час на колесо діють значні дотичні реакції дороги, а їх наявність негативно впливає на стійкість коліс проти бокового ковзання.

Основною причиною зносу, який рухається на повороті, є перевищення відцентрової сили над силою зчеплення шин у поперечному напрямку.

Початок перекидання на горизонтальній ділянці визначається з рівняння моментів:

$$P_{\text{Ц}} h_{\text{Ц}} = G \frac{B}{2} = 35600 \frac{2,57}{2} = 54227 \text{ Н}$$

Звідси можна визначити критичну швидкість $V_{\text{КР}}$ при якій можливе перекидання трактора при даному радіусі повороту:

$$V_{\text{КР}} = 3,6\mu \sqrt{\frac{gRB}{2h_{\text{Ц}}}} = 3,6 \cdot 0,86 \sqrt{\frac{9,8 \cdot 11 \cdot 2,57}{2 \cdot 0,985}} = 36,7 \text{ км/год}$$

При русі на повороті, можливий занос трактора також від дії відцентрових сил. Початок заносу визначається з рівняння відцентрових сил і бокового зчеплення шин з ґрунтом, коли трактор рухається по дорозі без поперечного схилу:

$$P_{\text{Ц}} = f_{\text{БОК}} \cdot G = 0,6 \cdot 35600 = 25320 \text{ Н}$$

Швидкість, при якій виникне занос трактора при незмінному радіусі повороту:

$$V_{\text{ЗАН}} = 3,6\sqrt{gRf_{\text{БОК}}} = 3,6\sqrt{9,8 \cdot 11 \cdot 0,6} = 28,9 \text{ км/год}$$

Якщо трактор рухається по дорозі, що має поперечний схил, спрямований до центру повороту, який сприяє стійкості, то гранична швидкість $V_{\text{ПЕР}}$, за якої може статися перекидання, визначають за формулою:

$$V_{\text{ПЕР}} = 3,6\mu \sqrt{\frac{B - h_{\text{Ц}} \text{tg}\beta_{\text{cm}}}{2h_{\text{Ц}} - B \text{tg}\beta_{\text{cm}}}} gR = 3,6 \cdot 0,86 \sqrt{\frac{2,57 - 0,985 \cdot 0,0699}{2 \cdot 0,985 - 2,57 \cdot 0,0699}} 9,8 \cdot 11 = 12,3 \text{ км/год}$$

Критична величина косогору, за якої починається перекидання, з урахуванням швидкості руху, визначається за формулою:

$$\text{tg}\beta_{\text{cm}} = \frac{6,5 \cdot BgR + V^2 h_{\text{Ц}}}{6,5 \cdot BV^2 - h_{\text{Ц}} Rg} = \frac{6,5 \cdot 2,57 \cdot 9,8 \cdot 11 + 7^2 \cdot 0,985}{6,5 \cdot 2,57 \cdot 7^2 - 0,985 \cdot 11 \cdot 9,8} = 0,3$$

Зупиночний шлях, S_0 м:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_0}{3,6} + \frac{f_e V_0^2}{254 f_{\text{ЦЦ}}} \cdot \frac{G_T + G_c}{G_T} = (0,6 + 0,45 + 0,5 \cdot 1,25) \frac{36,7}{3,6} + \frac{1,25 \cdot 36,7^2}{254 \cdot 0,6} \cdot \frac{33000 + 2600}{33000} = 28,66 \text{ м}$$

де G_T – вага трактора, Н;

G_C – вага сівалки, Н;
 V_0 – швидкість руху трактора на початку гальмування, км/год;
 f_e – коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування;
 $f_{сч}$ – коефіцієнт зчеплення шин з покриттям дороги;
 t_1 – час від моменту появи сигналу про небезпеку, до початку дії на органи керування, або час реакції тракториста 0,3-1,4с.;
 t_2 – час спрацювання гальмівної системи, 0,4-0,8с.;
 t_3 – час руху з неусталеним сповільненням, 1,1-2с.

Повний час гальмування трактора до зупинки визначається за формулою:

$$t_{УФК} = \frac{V_0}{3.6I_M} = \frac{36,7}{3,6 * 5,4} = 1,88с$$

Час зупинки трактора визначається так:

$$T_3 = t_1 + t_2 + 0.5t_3 + \frac{V_0}{3.6I_M} = 0,6 + 0,45 + 0,5 * 1,25 + \frac{36,7}{3,6 * 5,4} = 3,6с.$$

де I_M – максимальне сповільнення, м/с²

$$I_M = g \left(\frac{f_{сч}}{f_e} \cos \alpha + \sin \alpha \right) = 9.8 \left(\frac{0.6}{1.25} * 0.998 + 0.0698 \right) = 5.4 м/с^2$$

В розгорнутому виді з урахуванням часу зупинки і сповільнення руху, зупиночний шлях трактора можна визначити так:

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0.5t_3) \frac{V_0}{3.6} + \frac{V_0^2}{26I_M} = (0.6 + 0.45 + 0.5 * 1.25) \frac{36.7}{3.6} + \frac{36.7^2}{26 * 5.4} = 26.66 м$$

Шлях гальмування становить:

$$S_T = 0.1V_0 + \frac{V_0^2}{90} = 0.1 * 36.7 + \frac{36.7}{90} = 18.64 м$$

Зробивши висновок з проведених розрахунків можна сказати, що всі показники за винятком гальмівного шляху задовольняють використання даного агрегату в умовах даного господарства.

2 Розрахунок поздовжньої стійкості

Поздовжня стійкість визначає вірогідність перекидання трактора через передню чи задню вісь. Нерідко зустрічається перекидання тракторів з причепом через одну із осей, особливо коли причеви перевантажені, а кут підйому не відповідає нормативно технічній документації.

Розрахунок поздовжньої стійкості проведемо для того самого машинно-тракторного агрегату для якого проводили розрахунок поперечної стійкості.

Найбільший (критичний) кут підйому дороги, на якому можливе буксування ведучих коліс трактора МТЗ-80:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = f_{сч} - \varphi = 0,6 - 0,35 = 0,25$$

де φ – коефіцієнт опору кочення

Звідси: $\alpha_{\max} = 14^\circ$

Максимальна величина поздовжнього кута, який, в даних дорожніх умовах, трактор МТЗ-890+ VEGA 8 міг би подолати без буксування, складає 14°.

Оскільки в даному випадку дорога має поздовжній підйом 4°, то трактор його подолає.

Для вирішення питання про те, чи можливе ковзання загальмованого трактора з культиватором та сівалкою на даній ділянці дороги, використаємо таку залежність:

$$\cos \alpha \cdot f_{\text{ц}} \leq \sin \alpha$$

$$0.97 \cdot 0.6 \leq 0.242$$

$$0.582 \geq 0.242$$

В даному випадку рівність не виконується, тобто, ліва частина більша від правої. Таким чином, на даній ділянці дороги загальмований трактор не зможе сковзати.

Таким чином, провівши розрахунки поздовжньої і поперечної стійкості запропонованого у даному дипломному проекті машинно-тракторного агрегату, враховуючи особливості конкретного господарства, можна зробити висновок, що в умовах даного господарства даний агрегат відповідає вимогам охорони праці, що стосується стійкості МТА при роботі на схилах. Але слід зазначити те, що особливо важко дотримуватись вимог з охорони праці при комплектуванні та транспортуванні даного агрегату у зв'язку із складністю конструкції та досить габаритними розмірами.