

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

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: «Удосконалення комплексу машин для вирощування кукурудзи на зерно з розробкою технологічного процесу сівби».

Виконав: студент IV курсу, групи Аі-43
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальність)

Владислав КОСТЮК

(власне ім'я та прізвище)

Керівник **Микола ШМАЛЮК**

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент _____
(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир - 2025 року

«Удосконалення комплексу машин для вирощування кукурудзи на зерно з розробкою технологічного процесу сівби».

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт присвячений вдосконаленню комплексу машин, що використовуються для вирощування кукурудзи на зерно в умовах Полісся, з акцентом на розробку та оптимізацію технологічного процесу посіву.

У роботі проведено аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи, особливостей ґрунтово-кліматичних умов Полісся та ефективності застосування сучасних сільськогосподарських агрегатів. Запропоновано вдосконалену технологію посіву, яка забезпечує рівномірний розподіл насіння, оптимальну глибину загортання та створення сприятливих умов для проростання.

Основну увагу приділено вибору та модернізації сівалок, які здатні забезпечити високу точність висіву та зменшити втрати врожаю. Проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень, яке підтвердило їх ефективність у підвищенні врожайності та зниженні витрат на вирощування культури.

Результати дослідження можуть бути використані у фермерських господарствах та аграрних підприємствах для підвищення продуктивності та якості вирощування кукурудзи на зерно в зоні Полісся.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АПП-4, КУКУРУДЗА, ПОСІВ, СІВАЛКА, ПЕРЕДПОСІВНИЙ ОБРОБІТОК, ПОЛІССЯ, КОМПЛЕКС МАШИН, ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ, АГРЕГАТ ҐРУНТООБРОБНИЙ ПОСІВНИЙ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ	
ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО.....	10
1.1 Народногосподарське значення кукурудзи.....	10
1.2 Технологічні операції при вирощуванні кукурудзи на зерно.....	11
1.3 Розробка технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно.....	12
1.4 Комплекс машин для виробництва кукурудзи на зерно.....	15
2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОСІВУ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО...	17
2.1 Вихідні дані (умови роботи).....	17
2.2 Агротехнічні нормативи та показники якості роботи.....	17
2.3 Комплектування агрегату.....	17
2.4 Швидкісний режим роботи.....	18
2.5 Спосіб руху агрегату.....	20
2.6 Час циклу роботи агрегату.....	22
2.7 Контроль якості роботи.....	25
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	26
3.1 Призначення та сфера застосування.....	26
3.2 Опис модернізації.....	26
3.3 Розрахунок осі опорного котка.....	27
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	31
4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні кукурудзи на зерно.....	31
4.2 Техніка безпеки при роботі з комбінованим ґрунтообробно-посівним агрегатом АПП-4.....	33
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	35

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата				
Розробив	Костюк				«Удосконалення комплексу машин для вирощування кукурудзи на зерно з розробкою технологічного процесу сівби»	Літера	Арк.	Аркуші
Керівник	Шмалюк						6	39
Консульт.						ЖАТФК, гр. Аі-43		
Н. Контр.	Вензовська							
Затвердив	Руденко							

5.1 Розрахунок собівартості модернізації комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегату АПП-4.....	35
5.2 Розрахунок терміну окупності витрат на модернізацію комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегату АПП-4.....	36
ВИСНОВОК.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВСТУП

Кукурудза є однією з провідних зернових культур у сільськогосподарському виробництві України. Вона має високу врожайність і широкий спектр застосування в харчовій, кормовій та технічній галузях. Вирощування кукурудзи у зоні Полісся пов'язане з особливостями ґрунтово-кліматичних умов, що вимагає адаптації технологій обробітку ґрунту та посіву для забезпечення стабільного врожаю.

Мета та завдання дослідження. Метою дипломного проєкту є вдосконалення комплексу машин для вирощування кукурудзи на зерно, зокрема технологічного процесу посіву, шляхом модернізації ґрунтообробного посівного агрегату АПП-4. Основними завданнями дослідження є:

- Аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи в зоні Полісся.
- Вивчення існуючих конструкцій ґрунтообробно-посівних агрегатів.
- Розробка та впровадження конструктивних змін в агрегат АПП-4 з метою покращення якості передпосівного обробітку та посіву.
- Оцінка ефективності модернізованого агрегату у порівнянні з традиційними технологіями.

Обґрунтування вибору об'єкта дослідження. Зона Полісся характеризується високим рівнем зволоження, середньою родючістю ґрунтів і частими перепадами температур, що створює труднощі при вирощуванні кукурудзи. Тому важливо застосовувати ефективні методи обробітку ґрунту, які забезпечать оптимальні умови для проростання насіння та розвитку рослин.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ВСТУП		
Розробив	Костюк						
Керівник	Шмалюк						
Консульт.							
Н. Контр.	Вензовська						
Затвердив	Руденко				ЖАТФК, гр. Аі-43		
					Літера	Арк.	Аркушів
						8	2

Агрегат АПП-4 використовується для передпосівного обробітку та посіву і має значний потенціал для модернізації з метою покращення ефективності його роботи.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовувались такі методи дослідження:

- Теоретичний аналіз літературних джерел і патентної інформації.
- Лабораторні та польові випробування удосконаленого агрегату.
- Статистична обробка даних щодо врожайності та якості виконання технологічних операцій.

Очікувані результати та їх значення. Удосконалення ґрунтообробно-посівного агрегату АПП-4 сприятиме підвищенню ефективності посіву кукурудзи в умовах Полісся. Впровадження запропонованих рішень дозволить:

- покращити якість передпосівного обробітку та посіву;
- забезпечити рівномірність загортання насіння та його схожість;
- знизити енергозатрати на виконання технологічного процесу;
- підвищити врожайність кукурудзи на 10–15% у порівнянні з традиційними методами.

Запропоновані конструктивні зміни агрегату АПП-4 сприятимуть удосконаленню комплексу машин для вирощування кукурудзи на зерно в зоні Полісся. Вони забезпечать підвищення продуктивності посівного процесу, покращення якості висіву та зменшення негативного впливу на ґрунт. Реалізація цих рішень сприятиме підвищенню ефективності агротехнологій та розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

1. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

1.1 Народного господарського значення кукурудзи

Кукурудза має велике народногосподарське значення, оскільки є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Її використовують у таких сферах:

1. Харчова промисловість
 - Виробництво круп, борошна, крохмалю
 - Виготовлення кукурудзяної олії
 - Використання у виробництві кондитерських виробів, спирту, пива
2. Корми для тварин
 - Зерно, силос та кукурудзяні стебла є високопоживними кормами для худоби, свиней, птиці
3. Промислове застосування
 - Отримання біоетанолу
 - Виготовлення паперу, пластмас, клейких речовин, вибухових матеріалів
4. Фармацевтична та косметична галузі
 - Використовується у виробництві лікарських препаратів, кремів, масок
5. Агроекономічне значення
 - Кукурудза є високоурожайною культурою
 - Має велике значення в сівозміні, покращує структуру ґрунту

Україна є одним із провідних світових виробників і експортерів кукурудзи, що робить її важливим елементом економіки країни.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата									
Розробив	Костюк				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО				Літера	Арк.	Аркушів		
Керівник	Шмалюк										10	7	
Консульт.									ЖАТФК, гр. Аі-43				
Н. Контр.	Вензовська												
Затвердив	Руденко												

1.2 Технологічні операції при вирощуванні кукурудзи на зерно

Вирощування кукурудзи на зерно включає комплекс технологічних операцій, які забезпечують високу врожайність і якість продукції. Ось основні етапи:

1. Підготовка ґрунту

- Оранка (глибина 25-30 см) або глибоке розпушування
- Весняне боронування для збереження вологи
- Передпосівна культивація (глибина 5-8 см) для вирівнювання поля

2. Внесення добрив

- Органічні добрива (гній, компост) – 30-40 т/га
- Мінеральні добрива:
 - Азотні (N) – 100-150 кг/га
 - Фосфорні (P₂O₅) – 60-90 кг/га
 - Калійні (K₂O) – 80-120 кг/га
- Можливе внесення стартових добрив у рядки під час сівби

3. Сівба

- Оптимальні строки: кінець квітня – початок травня (ґрунт +10...+12°C)
- Глибина загортання насіння: 4-6 см
- Густота стояння:
 - Степ – 45-55 тис. рослин/га
 - Лісостеп – 60-75 тис. рослин/га
 - Полісся – 80-90 тис. рослин/га

4. Догляд за посівами

- Боронування до сходів (через 4-5 днів після сівби)
- Міжрядний обробіток (2-3 рази за сезон)
- Хімічний захист:
 - Гербіциди проти бур'янів
 - Інсектициди від шкідників
 - Фунгіциди при високій вологості

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. Зрошення (за потреби)

- Критичні фази для поливу:

- 6-8 листків
- Викидання волоті
- Налив зерна

6. Збирання врожаю

- Строки збирання: вологість зерна 20-25%
- Комбайнування (вологості <25%)
- Досушування зерна (до 14%) для зберігання

Правильне дотримання цих технологічних операцій забезпечує високу врожайність кукурудзи на зерно – 8-12 т/га і більше.

1.3 Розробка технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно

Початковою інформацією для розроблення технологічної карти є: умови використання техніки на підприємстві; попередник культури; норми та строки внесення мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин і боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками; врожайність продукції (основної та побічної); дальність перевезення вантажів та ін. [2]

Вибір комплексу машин здійснюється виходячи з конкретних умов сільськогосподарського виробництва, з урахуванням наявного машинно-тракторного парку і плану його поповнення.

Розрахунок технологічної карти для групи взаємопов'язаних сільськогосподарських операцій розпочинаємо з підготовки ґрунту до посіву та внесення пестицидів.

До переліку операцій включаються всі операції, що виконуються в даний період, із зазначенням агротехнічних вимог на їх виконання.

Обсяг робіт (графа 3) визначається за кожною технологічною операцією виходячи з площі обробітку культури, планованих норм висіву насіння, добрив, збору основної та побічної продукції.

Календарний термін проведення робіт (графа 4) визначається багаторічною практикою виробництва даної культури в

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

сільськогосподарському підприємстві. Проте початок виконання основних операцій має коригуватися щороку агрономом. До плану внесено відкориговані строки.

Дійсні строки проведення робіт (графа 5) визначають виходячи з прийнятої кількості машин, необхідних для виконання даної операції в задані строки, і продуктивності агрегату. Кількість робочих днів не повинна перевищувати строків проведення польових робіт у днях, установлених науковими дослідженнями.

Тривалість робочого дня (графа 6) приймається за режимом, установленим для даного сільськогосподарського підприємства. Розрахункова тривалість зміни в сільському господарстві 7 год, а при роботі з отрутохімікатами - не більше 6 год. Залежно від виду робіт і конкретних умов кількість годин роботи обирають із таким розрахунком, щоб у денний і нічний час можна було виконувати основний і передпосівний обробіток ґрунту, а сівбу і догляд за посівами, збирання, внесення добрив - протягом світлового дня. Зазвичай у розрахунках приймають 7; 10,5; 14 і 21 годину. Тоді коефіцієнт змінності буде відповідно 1, 1,5, 2 і 3.

Тривалість робіт допоміжних агрегатів (навантажувача, заправника, технологічного транспорту тощо) встановлюють виходячи з тривалості робочого дня основного агрегату.

До складу агрегату (графи 8, 9) включено машини, наявні на підприємстві, а також ті, які можна одержати на запланований час (нові або в інших організаціях), керуючись наявною та перспективною системами машин, і надаючи перевагу найпродуктивнішим машинно-тракторним агрегатам, що забезпечують високу якість і мінімальні витрати ресурсів на виконання механізованих робіт.

Обираємо склад машинно-тракторних агрегатів з урахуванням розмірів полів, обсягу робіт, рельєфу місцевості, довжини гонів. Бажано, щоб технологічні операції виконувалися найменшою кількістю машин різних типів

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

і конструкцій. Це дасть змогу поліпшити технічне обслуговування, ремонт і підбір кадрів механізаторів для управління агрегатами.

До обслуговуючого персоналу (графа 10) входять механізатори та допоміжні робітники. Як правило, кількість механізаторів дорівнює кількості агрегатів, а кількість і необхідність допоміжних робітників визначається зі складності агрегату і виконуваної операції.

Змінна продуктивність агрегату (графа 12) визначається за типовими нормами для кожної операції залежно від використовуваного енергетичного засобу і с/г машини.

Стосовно конкретних умов використання техніки на підприємстві визначаємо витрати палива на виконання операцій (графи 13). Для існуючої техніки продуктивність і витрату палива приймаємо за типовими нормами. [2]

Кількість нормо-змін на виконання заданої роботи (графа 14) дорівнює:

$$H_{зм} = \frac{F}{W_{зм}}, \quad (1.1)$$

де F - обсяг роботи для агрегату даного типу, га;

$W_{зм}$ - виробіток за зміну, га /см.

Потрібну кількість агрегатів (гр. 15) на прикладі сівби комбінованим агрегатом визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F}{W_{зм} \cdot D_p \cdot n_{зм}}, \quad \text{шт} \quad (1.2)$$

де D_p – кількість робочих днів;

F – обсяг робіт;

$n_{зм}$ – кількість змін;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату;

Кількість агрегатів округлюють до найближчого більшого цілого числа і за необхідності коригують число робочих днів. Тоді в графу 5 записується дріб.

Споживче число людей за роботами (графа 14) розраховуємо окремо для механізаторів і допоміжних робітників.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Витрату палива на виконання всього обсягу робіт (гр. 17) за кожною операцією визначаємо як добуток питомої витрати палива (графа 13) на обсяг роботи (графа 3) технологічної карти:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{га}} \cdot F, \text{ кг,} \quad (1.3)$$

де $Q_{\text{га}}$ - витрата палива на одиницю роботи, кг/га.

У технологічній карті потреба в електроенергії для виконання робіт машинами і механізмами з електродвигунами визначається аналогічно.

Витрати праці (графи 18 і 19) слід визначати за кожною операцією окремо для механізаторів і допоміжних робітників.

Потреба в основних засобах визначається окремо для енергетичних засобів і сільськогосподарських машин.

У графах 20-23 представлено розрахунок прямих експлуатаційних витрат.

Витрати на ПММ і електроенергію (графа 21).

Графа 23 являє собою суму всіх витрат за кожною операцією. Після кожного розділу за графами 17-23 проведено підсумкові підсумовування значень, а також суму за всіма розділами.

1.4 Комплекс машин для виробництва кукурудзи на зерно

Згідно розрахунків технологічної карти складаємо комплекс машин для виробництва кукурудзи на зерно площею 42 га.

Таблиця 1.1 – Комплекс машин для виробництва кукурудзи на зерно на площі 42 га

№ п/п	Назва технологічної операції	Марки трактора (автомобіля)	Марка с-г машини
1	Чизельне розпушування на глибину 8-10 см, га	Білорус 1522	КЧ-5,1
2	Самозавантаження та подрібнення злежалих мінеральних добрив, т	Білорус 822	ИСУ-4А
3	Навантаження мінеральних добрив, т	Білорус 822	ПКУ-0,8А
4	Внесення мінеральних добрив, т	Білорус 822	МТТ-4У
5	Культивация зябу, га	Білорус 1522	КСО-6

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

6	Навантаження органічних добрив у розкидач, т	ТО-18Д	-
7	Транспортування та внесення органічних добрив, га	Білорус 1522	ПРТ-11
8	Заорювання органічних добрив, га.	Білорус 2522	ППН-9-35
9	Протруювання та інкрустація насіння, т	-	КПС-10
10	Завантаження насіння в автозавантажувач сівалок	-	ППП-4А
11	Навантаження мінеральних добрив, т	Білорус 2522	ПКУ-0,8А
12	Транспортування насіння і мінеральних добрив із завантаженням сівалок (на 5км.)	ГАЗ-САЗ-53Б	ЗАУ-3
13	Внесення мінеральних добрив, т	Білорус 2522	МТУ-4У
14	Підвезення води для приготування робочого розчину пестицидів, ткм.	ГАЗ - 53-12	РЖУ-3,6
15	Внесення пестицидів, га.	Білорус 2522	ОТМ 2-3
16	Посів, га.	Білорус 1221	АПП-4
17	Боронування досходове, га.	Білорус 2522	АБ-9
18	Боронування післясходове, га.	Білорус 2522	АБ-9
19	Міжрядний обробіток перший (10...12 см), га.	Білорус-822	КРН-5,6Б
20	Міжрядний обробіток другий (6...8см), га.	Білорус-822	КРН-5,6Б
21	Збирання кукурудзи на зерно	КЗР-10	-
22	Відвезення зерна кукурудзи, т.	МАЗ-555102	-

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		16

2. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОСІВУ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

2.1 Вихідні дані (умови роботи)

- операція - підготовка ґрунту до посіву та посів;
- розміри робочої ділянки, довжина - 1540 м, ширина - 920 м;
- ухил місцевості - 3%;
- відстань перевезення - 3 км;
- основний агрегат - Беларус 1221 + АПП-4;
- допоміжний агрегат - ЗАУ-3[6].

2.2 Агротехнічні нормативи та показники якості роботи.

При передпосівній підготовці ґрунту.

Відхилення глибини обробітку від заданої - не більш як ± 3 см; нижні вологі шари не повинні перемішуватися з верхнім шаром; створення підущільненого насіннєвого ложа на глибині сівби культури; висота гребенів не більш як 3...4 см.

Під час посіву.

Своєчасність посіву і в оптимальні агротерміни - 5...6 днів; відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 5\%$; відхилення від встановленої глибини загортання насіння - ± 2 см; відхилення ширини міжрядь - ± 2 см, а стикових ± 10 см; відсутність огріхів і пересівів.

2.3 Комплектування агрегату.

До складу основного і допоміжного агрегатів входять основний агрегат Беларус 1221+АПП-4, і допоміжний ЗАУ-3. Наведемо технічні характеристики основного і допоміжного агрегатів.

Беларус 1221+АПП-4:

- потужність двигуна - 96 (130), кВт (к.с.);
- витрата палива при $N_{\text{ен}}$ - 21,7 кг/год;
- агротехнічно допустима швидкість руху - до 2,2...3,3 м/с;

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата						
Розробив	Костюк				ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОСІВУ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО		Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Шмалюк								17	9
Консульт.							ЖАТФК, гр. Аі-43			
Н. Контр.	Вензовська									
Затвердив	Руденко									

- маса трактора - 4640 (45,4) кг (кН);
- маса агрегату - 3640 (35,7) кг (кН);
- ширина захвату - 4 м;
- довжина агрегату АПП-4 - 9,75 м.

ЗАУ-3:

- шасі/потужність двигуна - ГАЗ-53А/ 84,6 (115) кВт (к.с.);
- контрольна витрата палива за 40 км/год - 24 л/100 км;
- вантажопідйомність - 3,95 т;
- місткість бункера - 3,28 м³;

2.4 Швидкісний режим роботи.

Швидкісний режим роботи встановлюють з урахуванням якості виконуваної роботи, агротехнічно припустимої швидкості та завантаження двигуна з такої умови $V_{p\max}^{ap} \geq V_p \leq V_{p\max}^{Ne}$. Агротехнічно допустима швидкість руху агрегату $V_{p\max}^{ap}$ від 2,2 до 3,3 м/с.[4].

Максимально можливу швидкість за завантаженням двигуна $V_{p\max}^{Ne}$ визначимо за виразом:

$$V_{p\max}^{Ne} = \frac{(N_{en} \cdot \eta_{Ne} - N_{BOM} / \eta_{BOM}) \cdot \eta_{MG} \cdot \eta_{\delta}}{R_M + G(f_T \pm i/100)}, \text{ м/с,} \quad (2.1)$$

де N_{en} - номінальна потужність двигуна, кВт;

η_{Ne} - допустимий коефіцієнт завантаження двигуна, ; $\eta_{Ne} = 0,85...0,95$

N_{BOM} - потужність, що витрачається на привід механізмів ВВП, кВт;

η_{BOM} - ккд ВВП, ; $\eta_{BOM} = 0,94...0,96$

η_{MG} - ккд трансмісії, для Білорус 1221 ; $\eta_{MG} = 0,78...0,82$

η_{δ} - ккд буксування, $\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100$; де δ - буксування у %, береться для даного фону за тяговою характеристикою трактора за $P_T = R_M$ (за табл. 1.8-1.28 [2]);

R_M - опір машини, кН;

G - вага трактора, кН;

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

f_T - коефіцієнт опору коченню коліс трактора (для виконання цієї операції на агрофоні ґрунт після культивування $f_T=0,16-0,20$);

Потужність, що витрачається ВВП трактора на привід робочих органів сівалки, за технічною характеристикою становить 3,2 кВт.

Тяговий опір з урахуванням кута схилу визначається за формулою:

$$R_{M\alpha} = k_0 \cdot B_k + G_M \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.2)$$

де k_0 - питомий тяговий опір машини, кН/м (для агрегату АПП-4 $k_0=3,2$ кН/м);

B_k - конструктивна ширина захвату машини, м;

G_M - експлуатаційна вага машини, кН.

$$R_M = 3,2 \cdot 4 + 35,7 \cdot \frac{3}{100} = 13,9 \text{ кН.}$$

Опір машини на холостому ході:

$$R_{MX} = G_M \cdot (f_M \pm \frac{i}{100}), \text{ кН,} \quad (2.3)$$

де f_M - опір коченню ходових коліс, за табл. 2.10 [2] $f_M = 0,33...0,15$, приймаємо 0,15.

Тоді:

$$R_{MX} = 45,4 \cdot (0,15 + \frac{3}{100}) = 8,1 \text{ кН.}$$

Буксування на ґрунті після культивування за тягового опору агрегату в 13,9 кН за необхідних швидкостей у межах 8-10 км/год становитиме 10,5%, тоді ккд буксування:

$$\eta_\delta = 1 - 10,5/100 = 0,895$$

Тоді:

$$V_{P_{\max}}^{\text{Ne}} = \frac{(96 \cdot 0,95 - 3,2/0,95) \cdot 0,82 \cdot 0,895}{13,9 + 45,4 \cdot (0,16 + \frac{3}{100})} = 3,0 \text{ м/с, } (\approx 10,8 \text{ км/год}),$$

Виходячи зі співвідношення $V_{P_{\max}}^{\text{agr}} \geq V_P \leq V_{P_{\max}}^{\text{Ne}}$ приймаємо попередньо

$V_P = V_{P_{\max}}^{\text{Ne}} = 3 \text{ м/с.}$ За табл. 1.19 [2] приймаємо робочу передачу Пр3п, робоча

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

швидкість на якій становить 2,94 м/с, і додаткову передачу Пр2п, робоча швидкість на якій становить 2,6 м/с.

Для оцінки правильності вибору швидкості визначимо коефіцієнти η_{Ne}^p і η_{Ne}^x завантаження двигуна на робочому і холостому ходу:

$$\eta_{Ne}^p = N_{ep} / N_{en}, \quad (2.4)$$

$$\eta_{Ne}^x = N_{ex} / N_{en}. \quad (2.5)$$

де N_{ep} і N_{ex} - потужність, на яку завантажено двигун на робочому і холостому ходу, кВт.

Потужність, на яку завантажений двигун на робочому і холостому ходу, визначимо за такими виразами:

$$N_{ep} = \frac{(R_{mp} + G \cdot (f_T + i/100)) \cdot V_p}{\eta_\delta \cdot \eta_{mg}} + N_{BOM} / \eta_{BOM}, \text{ кВт}, \quad (2.6)$$

$$N_{ex} = \frac{R_{mx} + G \cdot (f_T + i/100) \cdot V_x}{\eta_\delta \cdot \eta_{mg}}, \text{ кВт}, \quad (2.7)$$

Підставивши числові значення у вирази, за умови що $V_p = V_x$, наведені вище, отримаємо:

$$N_{ep} = \frac{(13,9 + 45,4 \cdot (0,16 + 3/100)) \cdot 2,94}{0,895 \cdot 0,82} + 3,2 / 0,95 = 89,3 \text{ кВт},$$

$$N_{ex} = \frac{(8,1 + 45,4 \cdot (0,16 + 3/100)) \cdot 2,94}{0,895 \cdot 0,82} = 67,0 \text{ кВт},$$

$$\eta_{Ne}^p = 89,3 / 96 = 0,93,$$

$$\eta_{Ne}^x = 67,0 / 96 = 0,69.$$

Отримані розрахунковим шляхом коефіцієнти показують, що швидкісний режим агрегату обрано правильно.

2.5 Спосіб руху агрегату.

Спосіб руху обираємо виходячи з вимог агротехніки, стану поля та застосовуваного агрегату. Із можливих способів руху обираємо той, який забезпечує найбільший коефіцієнт робочих ходів [7].

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Для розраховуваної операції приймаємо човниковий спосіб руху.

Значення кінематичної довжини агрегату:

$$l_K = l_{(T)} + l_{(M)}, \quad (2.8)$$

де l_T - кінематична довжина трактора, м;

l_M - кінематична довжина машини, м.

$$l_K = 1,4 + 9,5 = 10,9 \text{ м},$$

Коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_0L + 2E}, \quad (2.9)$$

де L_p - робоча довжина гону, м.

Робоча довжина гону визначається за формулою:

$$L_p = L - 2E, \quad (2.10)$$

де L - довжина гону, м;

E - ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги визначається за формулою:

$$E = 2,8 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_k + e, \quad (2.11)$$

де d_k - кінетична ширина агрегату, м;

e - довжина виїзду, м;

R_0 - мінімальний радіус повороту, м.

Для напівнавісних машин довжина виїзду:

$$e = (0,25 \dots 0,75) \cdot l_k, \text{ м}, \quad (2.12)$$

$$e = 0,75 \cdot 10,9 = 8,2 \text{ м},$$

Мінімальний радіус повороту для навісних машин для тракторів класу 2 приймається рівним 9...11 метрів, для розрахунків приймемо R_0 рівним 10м.

Тоді:

$$E = 2,8 \cdot 10 + 0,5 \cdot 4 + 8,2 = 38,2 \text{ м},$$

Приймаємо $E = 40$ м кратною ширині захвату агрегату.

Тоді робоча довжина гону дорівнює

$$L_p = 1540 - 2 \cdot 40 = 1460 \text{ м},$$

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

Отже, коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{1460}{1460 + 6 \cdot 10 + 2 \cdot 40} = 0,93,$$

2.6 Час циклу роботи агрегату.

Для визначення показників роботи агрегатів (основного і допоміжного транспорту) визначимо час технологічного циклу за виразом:

$$t_{\text{ц}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \cdot \left(\frac{l_{\text{ост}}}{V_p \cdot \varphi} + 60 \cdot t_{\text{оі}} \right), \text{ год}, \quad (2.13)$$

де $l_{\text{ост}}$ - шлях між технологічними зупинками (завантаження бункера), м;

$t_{\text{оі}}$ - час однієї технологічної зупинки (завантаження бункера сівалки), за рекомендаціями [2] $t_{\text{оі}}$ приймаємо 5 хв приблизно 0,083 години, год.

Шлях між технологічними зупинками визначимо за виразом:

$$l_{\text{ост}} = \frac{10^4 \cdot V \cdot \gamma \cdot \lambda}{B_p \cdot h}, \text{ м}, \quad (2.14)$$

де V - об'єм бункера сівалки, м³;

γ - щільність матеріалу (для кукурудзи за табл. 6.1 [2] $\gamma = 0,64$ т/м³);

λ - коефіцієнт використання об'єму бункера, за рекомендаціями [2] для сівалок коефіцієнт використання об'єму бункера становить 0,75...0,85;

h - норма внесення матеріалу т/га.

Підставивши числові значення у вище наведений вираз, отримаємо:

$$l_{\text{ост}} = \frac{10^4 \cdot 0,7 \cdot 0,64 \cdot 0,85}{4 \cdot 0,97 \cdot 0,2} = 4907 \text{ м},$$

Тоді час технологічного циклу:

$$t_{\text{ц}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \cdot \left(\frac{4907}{2,94 \cdot 0,93} + 60 \cdot 0,083 \right) = 0,5 \text{ год},$$

Визначимо кількість циклів роботи агрегату за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.15)$$

де T - нормативний час зміни (приймаємо рівним 7 год);

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

t_5 - час на відпочинок та особисті потреби, приймаємо 0,5 год;

t_2 - час на технічне обслуговування агрегату в полі (для агрегату Беларус 1221+АПП-4 t_2 приймаємо 0,5 години);

t_6 - підготовчо-заключний час, год.

Підготовчо-заключний час визначимо за виразом:

$$t_6 = t_{\text{ЕТО}} + t_{\text{ПП}} + t_{\text{ПН}} + t_{\text{ПНК}}, \text{ год}, \quad (2.16)$$

де $t_{\text{ЩТО}}$ - час на проведення ЩТО агрегату, приймаємо 0,4 години;

$t_{\text{ПП}}$ - час на підготовку агрегату до переїзду, приймаємо 0,1 години;

$t_{\text{ПН}}$ - час отримання наряду і здачі роботи, приймаємо 0,1 години;

$t_{\text{ПНК}}$ - час переїздів на початку і наприкінці зміни, приймаємо 0,5 години.

тоді:

$$t_6 = 0,4 + 0,1 + 0,1 + 0,5 = 1,1 \text{ год},$$

Тоді кількість циклів роботи агрегату:

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 0,5 - 0,5 - 1,1}{0,5} = 9,8,$$

Отриманий результат округляємо до найближчого цілого числа, і приймаємо число циклів роботи основного агрегату за зміну рівним 10.

Продуктивність агрегату за цикл:

$$W_{\text{ц}} = l_{\text{ост}} \cdot B_p / 10^4 = 4907 \cdot 4 \cdot 0,97 / 10^4 = 1,9 \text{ га/цикл}$$

За дійсний час зміни:

$$W_{\text{см}}^{\text{д}} = W_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} = 1,9 \cdot 5 = 9,5 \text{ га/зміну}$$

Годинна (нормативна) продуктивність за годину і зміну:

$$W_{\text{чн}} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год}, \quad (2.17)$$

$$W_{\text{смн}} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га/см}, \quad (2.18)$$

Продуктивність за годину основного часу:

$$W_{\text{ч}}^{\text{оч}} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p, \text{ га/год}, \quad (2.19)$$

де B_p - робоча ширина захвату агрегату, м:

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$B_p = B \cdot \beta, \text{ м}, \quad (2.20)$$

де β - коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату, за рекомендаціями [2] $\beta = 0,97$;

τ - коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = T_p / T_d, \quad (2.21)$$

де T_p - чистий робочий час за зміну, год;

Для визначення коефіцієнта τ і T_p складемо баланс часу зміни:

$$T_d = t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} + t_2 + t_5 + t_6 = T_p + t_2 + t_5 + t_6 \text{ год}, \quad (2.22)$$

Виходячи з балансу часу зміни:

$$T_p = t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ год}, \quad (2.23)$$

Тоді:

$$T_d = 5 + 0,5 + 0,5 + 1,1 = 7,1 \text{ год.}$$

$$\tau = 5 / 7,1 = 0,7,$$

$$W_{\text{чн}} = 0,36 \cdot 4 \cdot 0,97 \cdot 2,94 \cdot 0,7 = 2,9 \text{ га/год},$$

$$W_{\text{смн}} = 0,36 \cdot 4 \cdot 0,97 \cdot 2,94 \cdot 5 = 20,5 \text{ га/см},$$

$$W^{\text{очн}}_{\text{ч}} = 0,36 \cdot 4 \cdot 0,97 \cdot 2,94 = 4,1 \text{ га/год},$$

Витрата палива для основного агрегату:

$$Q = \frac{G_{\text{тр}} \cdot T_p + G_{\text{тх}} \cdot t_x + G_{\text{то}} \cdot t_o}{W_{\text{см}}}, \text{ кг/га}, \quad (2.24)$$

де $G_{\text{тр}}$ $G_{\text{тх}}$ і $G_{\text{то}}$ - витрати палива на робочому ходу, холостому, і на зупинках із працюючим двигуном відповідно, кг/год;

T_p, t_x і t_o - час роботи на робочому режимі, на холостому ходу і на зупинках, год.

Час руху на повному ходу визначимо виходячи зі способу руху:

$$t_x = l_x \cdot n_{\text{ц}} / 3600 \cdot V_x, \quad (2.25)$$

де l_x - шлях пройдений агрегатом на холостому ходу, м;

$$l_x = l_{\text{ост}} \cdot (1 - \varphi) / \varphi = 4907 \cdot (1 - 0,93) / 0,93 = 370 \text{ м}$$

Тоді:

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

$$t_x = 370 \cdot 5 / 3600 \cdot 2,94 = 0,18 \text{ год},$$

Витрату палива на робочому ході визначимо за виразом:

$$G_{\text{тр}} = G_{\text{хд}} + (G_{\text{тн}} - G_{\text{хд}}) \cdot \frac{N_{\text{еe}}}{N_{\text{ен}}}, \text{ кг/год}, \quad (2.26)$$

де $G_{\text{хд}}$ і $G_{\text{тн}}$ - максимальна витрата палива на холостому ході двигуна і на номінальному режимі, кг/год.

Для Білорус 1221 $G_{\text{тн}} = 21,7 \text{ кг/год}$.

За рекомендаціями [2]:

$$G_{\text{хд}} = (0,27 \dots 0,3) \cdot G_{\text{тн}} = 5,9 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{то}} = (0,12 \dots 0,15) \cdot G_{\text{тн}} = 3,3 \text{ кг/год}$$

Тоді:

$$G_{\text{тр}} = 5,9 + (21,7 - 5,9) \cdot \frac{89,3}{96} = 20,8 \text{ кг/год},$$

$$G_{\text{тх}} = 5,9 + (21,7 - 5,9) \cdot \frac{67}{96} = 18,3 \text{ кг/год},$$

$$Q = \frac{20,8 \cdot 5 + 18,3 \cdot 0,15 + 3,3 \cdot 0,5}{20,5} = 5,3 \text{ кг/га},$$

2.7 Контроль якості роботи.

Під час обробітку ґрунту та сівби поточний контроль здійснює тракторист основного агрегату, а приймальний - контролер-обліковець або агроном.

Контроль якості посіву здійснюють під час першого, другого і третього проходів, а надалі 2...3 рази на зміну.

Відхилення стикових міжрядь визначають вимірами ширини стикових міжрядь у 10...15 місцях по діагоналі поля.

Рівномірність висіву у % визначають шляхом визначення кількості насінин у рамці 0,5х0,5м по діагоналі поля і розраховують відхилення від середнього значення.

За отриманими результатами визначають коефіцієнти якості, які враховуються при оплаті праці тощо.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Призначення та сфера застосування

Комбінований ґрунтообробно-посівний агрегат АПП-4 призначений для передпосівного обробітку ґрунту і посіву зернових, зернобобових культур, льону та трав [6].

Посівна частина агрегату забезпечує висів насіння як окремо за культурами, так і сумішей двох культур з індивідуальним регулюванням норми висіву кожного виду насіння.

Агрегат має працювати на всіх типах мінеральних ґрунтів, не засмічених камінням, з абсолютною вологістю в шарі 0...15 см не вище 20 %. Ухилне повинен перевищувати 80 %. Мікрорельєф має бути рівним або дрібногребнистим (допускаються нерівності не більше 7 см). Попередніми технологічними операціями для агрегату є: під час обробітку ярих культур - культивация, озимих зернових культур - гладка оранка плугом із пристосуванням для ущільнення ґрунту, дроблення брил і вирівнювання поверхні поля. Насіннєвий матеріал має задовольняти вимогам відповідних стандартів. Завантаження бункера агрегату насінням слід проводити механізовано.

Агрегується з тракторами класу 2 (Білорус 1221).

Трактор під час роботи з агрегатом обладнується слідовказівником.

Агрегат комплектується системою контролю за рівнем насіння в бункері.

3.2 Опис модернізації

Поліпшення умов проростання насіння, росту і розвитку рослин у початковий період вегетації може бути забезпечено за рахунок:

- високої якості підготовки ґрунту до посіву, вирівнювання поверхні;
- підвищення рівномірності ходу сошників за глибиною й забезпечення

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Розробив		Костюк							
Керівник		Шмалюк					26	5	
Консульт.						ЖАТФК, гр. Аі-43			
Н. Контр.		Вензовська							
Затвердив		Руденко							

тим самим високої ймовірності загортання насіння в ґрунтові горизонти, що містять достатню кількість вологи та поживних речовин;

-забезпечення оптимального стрічкового ущільнення ґрунту за неущільнених міжрядь, за рахунок чого досягається приплив вологи з нижчих шарів у зону висіяного насіння.

Модернізація полягає в заміні підшипникового вузла опорно-прикочувального котка. Дана заміна забезпечує стабільну роботу змінених прикочувальних котків (шпорові котки замінено на трубчасті спіральнопанчасті, які збільшують несучу здатність агрегату на легких і торф'яних ґрунтах і дають змогу проводити суцільне ущільнення ґрунту за глибиною, що покращує умови для розвитку рослин на даних типах ґрунтів).

Прикочувальний коток агрегату АПП-4 являє собою циліндр із привареними по зовнішньому діаметру трубами. Прикочувальні котки встановлюють так, щоб проводити дроблення грудок і ущільнення ґрунту рівномірно по всій ширині захоплення без пропусків і огріхів, вони мають ущільнювати ґрунт на глибину 2-5 см, щільністю 1,1-1,2 г/см³ та глибиною: 2,5 мм - 40%, 5мм - 40%, 10-20мм - 15%, 20-50мм - 5%.

3.3 Розрахунок осі опорного котка

Зробимо перевірочний розрахунок осі опорного котка. Оскільки коток є опорою для центральної частини агрегату, то на нього діють значні навантаження вертикального навантаження. Оскільки горизонтальні навантаження, що виникають через опір котка пересуванню порівняно невеликі, то ними можна знехтувати. При загальній вазі агрегату в 35700 Н, прикочувальні котки відчують навантаження ≈ 10000 Н кожен. Приймаючи коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між котками $k=1,25$, отримуємо навантаження на один коток, що дорівнює 12500 Н [5].

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

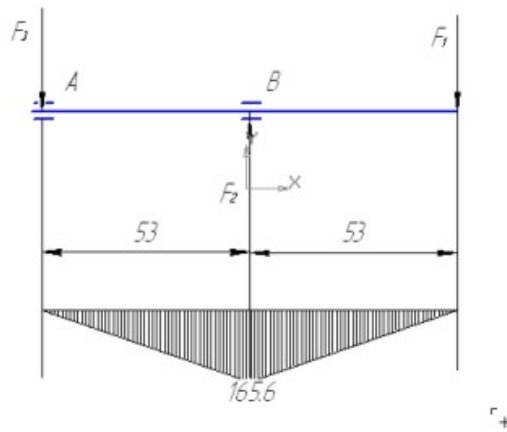


Рис. 3.1 - Розрахункова схема осі котка з епюрою згинальних моментів відносно осі Y

$$F_1 = \frac{12500}{2} = 6250 \text{ Н}$$

З рівняння моментів відносно точки А прикладання сили F_3 знаходимо силу F_3 :

$$\Sigma M_A = 0 : F_2 \cdot 53 - F_1 \cdot (53 + 53) = 0, \quad (3.1)$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot 106}{53} = \frac{6250 \cdot 106}{53} = 12500 \text{ Н}$$

$$\Sigma M_{\hat{A}} = 0 : F_3 \cdot 53 - F_1 \cdot 53 = 0 \quad (3.2)$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot 53}{53} = \frac{6250 \cdot 53}{53} = 6250 \text{ Н}$$

$$\Sigma F_{AB} = 0 : F_1 + F_2 + F_3 = 0, \quad (3.3)$$

Максимальний момент: $M_{\text{макс}} = F_1 \cdot 53 \text{ мм} = 94097 \text{ Н} \cdot 53 \text{ мм} = 331250 \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

Мінімальний діаметр осі за статичним навантаженням знаходимо за формулою:

$$d = K_d \cdot K_f \cdot K_\sigma \cdot K_\tau \cdot \sqrt[3]{\frac{32M}{[\sigma]\pi}}, \quad (3.4)$$

де M – згинальний момент, Н·мм;

$[\sigma] = 0.8\sigma_T$ – допустиме напруження згину, МПа;

$\sigma_T = 550 \text{ МПа}$ – межа текучості сталі 45 (термообробка - нормалізація).

K_d – масштабний фактор;

K_f – фактор шорсткості;

K_σ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень при згині;

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		28

K_t – ефективний коефіцієнт концентрації напружень під час кручення;

Отримаємо:

$$d = 1 \cdot 0,95 \cdot 1,85 \cdot 1,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 331250}{440 \cdot 3,14}} = 46 \text{ мм.}$$

Діаметр мінімального перерізу осі за кресленням становить 50 мм, що перевищує розрахунковий. Провівши зворотні розрахунки, виходячи з діаметра осі 30 мм, отримали, що вісь може витримати максимальне статичне навантаження в 60200 Н, що перевищує навантаження, створюване всім агрегатом. Це значення може бути обґрунтоване, якщо врахувати динамічні навантаження, що діють на коток [14].

Перевірочний розрахунок підшипників.

Виходячи з будови агрегату АПП-4, прикочувальний коток спирається на два кулькових радіальних однорядних підшипника.

Частоту обертання котка на робочій швидкості визначаємо з виразу:

$$n = 8333 \cdot \frac{v}{\pi \cdot D}, \quad (3.5)$$

де $v = 7,5$ – середня робоча швидкість руху агрегату, км/год;

$D = 350$ – діаметр слідорозпушувача (зовнішній діаметр опорного барабана), мм.

Отримаєм:

$$n = 8333 \cdot \frac{7,5}{3,14 \cdot 380} = 52,4 \text{ об/хв}$$

Радіальне навантаження на кожен підшипник - 12.5 кН. Робоча температура підшипника не перевищує - 398,15 К. Бажана довговічність - 20000 годин.

Виходячи з діаметра вала, вибираємо такий тип підшипника - 208.

Зробимо розрахунок довговічності підшипника.

Довговічність підшипника визначається за формулою:

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p \text{ год}, \quad (3.6)$$

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

де n – частота обертання об/хв; $n=60$ об/хв

C – динамічна вантажопідйомність підшипника, $C = 35,1$ кН;

P – еквівалентне навантаження, Н;

p – показник ступеня, для кулькових підшипників приймаємо $p = 5$.

Еквівалентне навантаження знаходимо за формулою:

$$P=(X \cdot F_r+Y \cdot F_a) \cdot k_{\sigma} \cdot k_T, \quad (3.7)$$

де X – коефіцієнт радіального навантаження, $X=1$;

F_r – радіальне навантаження, $F = 12,5$ кН;

Y – коефіцієнт осьового навантаження;

F_a – осьове навантаження, Н;

k_{σ} – коефіцієнт безпеки, $k_{\sigma}=1,2$;

k_T – температурний коефіцієнт, що враховує робочу температуру нагрівання підшипника.

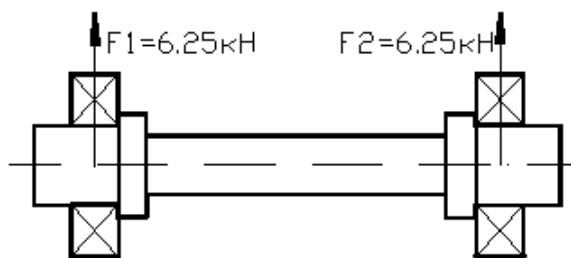


Рис. 3.2 - Схема навантаження підшипників слідорозпущувача

У зв'язку з тим, що в нашому випадку не спостерігається осьового навантаження, приймаємо $F_a=0$ [6].

Виходячи з даних по робочій температурі підшипника (398,15 К), приймаємо $k_T=1,0$.

$$P=(1 \cdot 12,5+0) \cdot 1,2 \cdot 1,0=15 \text{ к Н,}$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 52,4} \left(\frac{25,6}{15} \right)^p = 22315$$

Таким чином, підшипник підходить за динамічною вантажопідйомністю.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		30

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при вирощуванні кукурудзи на зерно

Аналіз потенційних небезпек при вирощуванні кукурудзи на зерно включає кілька ключових аспектів: механічні, хімічні, біологічні, фізичні та екологічні ризики.

1. Механічні небезпеки

- Робота з технікою: Використання тракторів, сівалок, комбайнів, сушарок, елеваторів та іншого обладнання створює ризик травмування через неправильну експлуатацію або поломку техніки.
- Обслуговування механізмів: Висока ймовірність ураження рухомими частинами машин, особливо під час їх очищення або ремонту.
- Переміщення вантажів: Неправильне використання вантажопідійомних механізмів або ручне транспортування важких мішків із зерном може призвести до травм хребта та кінцівок.

2. Хімічні небезпеки

- Пестициди та гербіциди: Використання засобів захисту рослин (ЗЗР), таких як інсектициди, фунгіциди та гербіциди, може спричинити отруєння або алергічні реакції у працівників при неналежному застосуванні.
- Добрива: Контакт із мінеральними добривами, особливо азотними (аміачна селітра, карбамід), може викликати подразнення шкіри, отруєння через вдихання парів або пилу.
- Вихлопні гази: В роботі задіяна велика кількість дизельної техніки, що може призвести до отруєння продуктами згоряння пального.

3. Біологічні небезпеки

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розробив	Костюк						
Керівник	Шмалюк						
Консульт.	Герасимчук						
Н. Контр.	Вензовська						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркушів
						31	4
					ЖАТФК, гр. Аі-43		

- Контакт із грибками та пліснявою: Вологе зерно та залишки рослинності можуть бути джерелом мікотоксинів, що викликають захворювання дихальних шляхів та алергічні реакції.

- Шкідники та гризуни: Під час зберігання зерна можливий контакт із гризунами, які є переносниками інфекцій.

4. Фізичні небезпеки

- Неприятливі погодні умови: Висока температура, холод, сильний вітер або дощ можуть спричинити перегрівання, переохолодження або ураження блискавкою.

- Пилова загроза: Пил від обмолоту, сушіння чи зберігання зерна може спричинити захворювання дихальних шляхів, зокрема силікоз або алергії.

- Шум та вібрація: Тривала робота з сільськогосподарською технікою може спричинити зниження слуху та професійні захворювання опорно-рухового апарату.

5. Екологічні небезпеки

- Забруднення ґрунту та води: Використання агрохімікатів може призвести до накопичення токсичних речовин у ґрунті та потрапляння їх у підземні води.

- Ерозія ґрунту: Неправильна обробка полів може спричинити зниження родючості ґрунту та втрату гумусу.

- Спалювання рослинних залишків: Виділення диму та шкідливих речовин при спалюванні стебел кукурудзи шкодить довкіллю та здоров'ю працівників.

Заходи зниження ризиків

- Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): рукавиць, респіраторів, захисного одягу, навушників.
- Дотримання правил безпеки при роботі з технікою та агрохімікатами.
- Організація навчання та інструктажу персоналу.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

- Провітрювання приміщень, де зберігається зерно.
- Контроль умов праці та дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Впровадження цих заходів допоможе мінімізувати ризики та забезпечити безпечні умови роботи при вирощуванні кукурудзи на зерно.

4.2 Техніка безпеки при роботі з комбінованим ґрунтообробно-посівним агрегатом АПП-4

При роботі з комбінованим ґрунтообробно-посівним агрегатом АПП-4 необхідно дотримуватися техніки безпеки, щоб уникнути травм і пошкоджень обладнання. Ось основні вимоги:

1. Загальні вимоги безпеки

- До роботи з агрегатом допускаються особи, які пройшли інструктаж із техніки безпеки, мають відповідну кваліфікацію та посвідчення тракториста-машиніста.
- Перед початком роботи перевіряється технічний стан агрегату та трактора.
- Забороняється працювати з несправним обладнанням.
- Не можна працювати в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.

2. Підготовка агрегату до роботи

- Перевірити надійність кріплення всіх вузлів і деталей.
- Переконатися у справності гідросистеми, зчіпного пристрою, гальмівної системи трактора.
- Заправити сівалку посівним матеріалом та добривами з дотриманням санітарно-гігієнічних норм.
- Очищати робочі органи від сторонніх предметів лише при вимкненому двигуні трактора.

3. Безпека під час експлуатації

- Запускати трактор і агрегат тільки після подачі звукового сигналу для оточуючих.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		33

- Під час роботи не допускається знаходження людей у зоні дії агрегату.

- При русі по дорогах загального користування потрібно перевіряти надійність зчіпки і дотримуватися ПДР.

- Уникати різких поворотів і гальмувань на нерівній місцевості.

4. Завершення роботи

- Перед вимиканням двигуна зупинити агрегат і встановити його на рівну поверхню.

- Провести очищення агрегату від залишків ґрунту, насіння та добрив.

- Виконати технічний огляд перед зберіганням.

Дотримання цих правил допоможе уникнути нещасних випадків і продовжити термін служби агрегату.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок собівартості модернізації комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегату АПП-4

1. Основна заробітна плата робітників

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$З_{\text{осн}} = T \times З \quad (5.1)$$

де:

- $T = 10,5$ люд.-год. — трудомісткість модернізації.
- $З = 90$ грн/год — погодинна заробітна плата робітника V розряду.

$$З_{\text{осн}} = 10,5 \times 90 = 945 \text{ грн}$$

2. Нарахування на заробітну плату (ЄСВ та військовий збір)

ЄСВ (єдиний соціальний внесок) та військовий збір нараховуються на основну зарплату:

- $\text{ЄСВ} = 22\% \text{ від } З_{\text{осн}}$:

$$\text{ЄСВ} = 945 \times 0,22 = 207,90 \text{ грн}$$

- $\text{Військовий збір} = 5\% \text{ від } З_{\text{осн}}$:

$$В = 945 \times 0,05 = 47,25 \text{ грн}$$

Загальна сума нарахувань:

$$З_{\text{накр}} = \text{ЄСВ} + В = 207,90 + 47,25 = 255,15 \text{ грн}$$

3. Витрати на матеріали

Вартість деталей для модернізації:

$$В = 14751 \text{ грн}$$

4. Загальні прямі витрати

Прямі витрати включають основну заробітну плату, нарахування на неї та матеріали:

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА			Літера	Арк.	Аркушів		
Розробив		Костюк									35	2
Керівник		Шмалюк						ЖАТФК, гр. Аі-43				
Консульт.		Веремій										
Н. Контр.		Вензовська										
Затвердив		Руденко										

$$З_{\text{прям}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{накр}} + В \quad (5.2)$$

$$З_{\text{прям}} = 945 + 255,15 + 14751 = 15951,15 \text{ грн}$$

5. Непрямі витрати

Непрямі витрати становлять 20% від прямих витрат:

$$Н = З_{\text{прям}} \times 0,2$$

$$Н = 15951,15 \times 0,2 = 3190,23 \text{ грн}$$

6. Загальна собівартість модернізації

Собівартість складається з прямих витрат та непрямих витрат:

$$С = З_{\text{прям}} + Н \quad (5.3)$$

$$С = 15951,15 + 3190,23 = 19141,38 \text{ грн}$$

Собівартість модернізації агрегату АПП-4 становить 19141,38 грн.

5.2 Розрахунок терміну окупності витрат на модернізацію комбінованого ґрунтообробно-посівного агрегату АПП-4

Для розрахунку терміну окупності пристосування можна використовувати наступну формулу:

$$T = \frac{C}{З} \quad (5.4)$$

де:

- Т — термін окупності (в роках),
- С — собівартість пристосування,
- З — річний прибуток чи заощадження.

Спочатку потрібно розрахувати річну суму заощаджень. Враховуючи, що конструктивна розробка буде використовуватись N=7 днів на рік, загальна сума заощаджень буде:

$$З_{\text{річний}} = З \times N = 900 \times 7 = 6300 \text{ грн.}$$

Тепер, використовуючи формулу для терміну окупності:

$$T = \frac{19141,38}{6300} \approx 3,04 \text{ роки.}$$

Отже, термін окупності пристосування складе приблизно 3 роки.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У даному дипломному проєкті було здійснено удосконалення комплексу машин для вирощування кукурудзи на зерно з акцентом на технологічний процес посіву, зокрема в умовах зони Полісся. Було проведено детальний аналіз існуючих машин та обладнання, що використовуються в процесі посіву кукурудзи, з урахуванням специфічних умов ґрунтів і кліматичних факторів цієї зони.

Одним з ключових моментів проєкту стало удосконалення підшипникового вузла опорно-прикочувального котка агрегату АПП-4. Це вдосконалення дозволяє підвищити надійність роботи агрегату, зменшити знос та покращити якість проходження агрегатом ґрунту під час посіву. Запропонована конструкція підшипникового вузла з новими матеріалами та конструктивними рішеннями забезпечує більшу ефективність роботи машини при збереженні її високої працездатності в умовах високих навантажень.

Розроблений технологічний процес посіву дозволяє зменшити витрати пального, підвищити точність посіву, а також знизити витрати на обслуговування машин та агрегатів. Завдяки запропонованим удосконаленням, зокрема в частині модернізації підшипникового вузла, спрощується технічне обслуговування та збільшується експлуатаційний ресурс агрегатів.

В результаті виконаної роботи було досягнуто значного поліпшення експлуатаційних характеристик комплексу машин для посіву кукурудзи, що відповідає вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва, зокрема в зоні Полісся, де важливе значення має ефективне використання ресурсів та підвищення продуктивності землеробства.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата	ВИСНОВОК		
Розробив	Костюк						
Керівник	Шмалюк						
Консульт.							
Н. Контр.	Вензовська						
Затвердив	Руденко						
					Літера	Арк.	Аркушів
						37	1
					ЖАТФК, гр. Аі-43		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко В. І. (2019). Експлуатація сільськогосподарських машин: теорія і практика. Київ: Аграрна наука.
2. Бондаренко О. М. (2018). Машини для посіву кукурудзи: технічні характеристики та ефективність використання. Харків: Вища школа.
3. Власенко Ю. О., & Петров, В. І. (2020). Ефективність використання кукурудзяних сівалок в умовах України. Сільське господарство, 45(3), 112–120.
4. Герасименко С. В., & Левченко, І. С. (2017). Сучасні технології вирощування кукурудзи на зерно. Одеса: АгроТех.
5. Кравчук М. А. (2016). Основи експлуатації сільськогосподарських машин. Київ: Книга.
6. Кузьменко О. М. (2018). Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарських машин. Львів: Аграрна наука.
7. Мороз В. О. (2019). Кукурудзяні сівалки та їх ефективність. Сільське господарство, 48(1), 68–74.
8. Назаренко О. І. (2017). Машини для посіву та обробітку ґрунту в аграрному секторі. Чернівці: Аграрний університет.
9. Овсієнко О. М. (2021). Експлуатація та ремонт сільськогосподарських машин для обробітку кукурудзи. Харків: Урожай.
10. Пономаренко І. Ю. (2020). Моделі сівалок для посіву кукурудзи: порівняння технічних характеристик. Механізація аграрного виробництва, 9(4), 44–50.
11. Сазонов О. А. (2018). Механізація сільськогосподарських процесів: сучасні сівалки для кукурудзи. Одеса: Педагогічна думка.
12. Семенченко І. В. (2017). Технології вирощування та обробітку кукурудзи на зерно. Київ: Аграрне видавництво.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата							
Розробив		Костюк			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник		Шмалюк								38	2
Консульт.								ЖАТФК, гр. Аі-43			
Н. Контр.		Вензовська									
Затвердив		Руденко									

13. Таран В. А., & Гречко, М. Ю. (2019). Аналіз технічних характеристик сівалок для кукурудзи. *Механізація сільського господарства*, 12(2), 85–92.

14. Чумак Л. С. (2020). Кукурудзяні сівалки та їх вплив на врожайність. *Аграрна техніка*, 14(1), 55–60.

15. Шевченко І. А. (2019). Принципи роботи сівалок для кукурудзи та їх застосування в Україні. *Сільськогосподарська техніка*, 28(3), 120–125.

					ДП.208.043.467н.055.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ документ	Підпис	Дата		