

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“___” _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Механізація вирощування озимого ячменю з удосконаленням
зернової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІІ__ курсу,
групи АІ-20-3ск

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Зєєль Сергій Олексійович

«___» _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____Юрій МАЧОК

«___» _____ 2023 р.

Рецензент _____

Іван СКРИННІК

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ
(БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

_____ Зєєль Сергій Олексійович _____ (прізвище,
ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Механізація вирощування озимого ячменю з удосконаленням зернової сівалки

2. Керівник роботи (проекту)

Мачок Юрій Вікторович, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 20.06.2023 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) _____

Удосконалення технології вирощування озимого ячменю з модернізацією

насінневого висівного апарата зернової сівалки

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Мачок Ю.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	12.06.2023 р.	
2	Графічна частина	15.06.2023 р.	
3	Захист роботи	20.06.2023 р.	

Дата видачі завдання

« 10 » __квітня_2023 р.

Підпис керівника

_____ Мачок Ю.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 10 » __квітня_2023 р.

Підпис здобувача

_____ Зеєль С.О.
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення					Найменування					Кількість	Примітки
								<u>Документація загальна</u>						
								<u>Заново розроблена</u>						
A4			МВОЯ 00.000 ПЗ					Пояснювальна записка					1	
								<u>Документація по технологічній</u>						
								<u>частині</u>						
								<u>Заново розроблена</u>						
A1			МВОЯ 10.000 ТЧ					Технологічна карта на					1	
								виращування ячменю озимого						
A1			МВОЯ 20.000 ТЧ					Операційна карта на					1	
								сівбу						
								<u>Документація по</u>						
								<u>Інженерній частині частині</u>						
								<u>Заново розроблена</u>						
A1			СЗ 00.000 С2					Сівалка зернотукова					1	
								СЗ-5,4						
								<u>Документація по складальних</u>						
								<u>одиницях</u>						

[illegible]

ЗМІСТ

	стор.
1. Вступ	5
2. Аналіз типової технології вирощування ячменю озимого з визначенням шляхів її удосконалення	7
3. Операційна технологія виконання заданої операції з вирощування заданої культури	10
4. Інженерна частина	22
5. Охорона праці	37
6. Висновки	40
Список використаної літератури	42
Додатки	44

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1. Вступ

Україна є одним з найбільших виробників та експортерів зернових культур. Традиційно чільні місця в експорті займає озима пшениця та кукурудза. Третьою за експортним потенціалом зерновою культурою є ячмінь, в тому числі і озимий. Причому, наша держава входить до ТОП 5 експортерів цієї культури та до початку війни з росією займала третє місце і експортувала близько 5,7 млн. т на зовнішні ринки [12].

Звісно, війна внесла свої корективи у вирощування цієї культури, тому що найбільші посівні площі під ячменем були у південних регіонах, частина яких наразі знаходиться під окупацією. Багато полів на звільнених територіях заміновано, або знаходяться в непридатному стані. Тому площі посівів перемістилися ближче до центральних регіонів в зону Лісостепу. Цьому також сприяють більш м'які зими, які спостерігаються останніми роками, що позитивно впливає на перезимівлю сходів. Аграріям цього регіону не складає труднощів по впровадженню у виробництво даної культури, тому що технологія її вирощування дуже схожа з вирощуванням інших озимих зернових культур таких як озима пшениця, озиме жито, озиме тритикале. Відмінністю може служити використання більш пізніх посівів, щоб не отримати більш перерослі сходи, які можуть пошкодитись морозами при перезимівлі. Така ситуація може позитивно вплинути на послідовність використання посівної техніки та інших засобів механізації.

Потрібно відмітити важливість всіх технологічних операцій, які виконуються при вирощуванні озимого ячменю, але є декілька, які мають визначальний вплив на кількість та якість урожаю. Однією з них є сівба. Тут вирішується питання забезпечення норми висіву, рівномірне розміщення насіння по довжині рядка та загортання насіння на задану глибину. Останні два питання в основному вирішуються якісною роботою сошникової групи, перше – висівного апарату.

					МВОЯ 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Зєєль				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Мачок							5	44
Н.контр.	Мачок						ЦНТУ гр. АІ-20-3ск		
Затвер.	Лещенко								

Метою даної роботи є удосконалення операційної карти сівби озимого ячменю та модернізація висівного апарату зернової сівалки для покращення його роботи.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2. Аналіз типової технології вирощування ячменю озимого з визначенням шляхів її удосконалення.

2.1. Характеристика культури, що вирощується та опис технологічних операцій

Біологічні особливості озимого ячменю. Ячмінь, як і більшість зернових культур ділиться на два типи: озимий і ярий. В порівнянні з ярим, озимий ячмінь має більшу урожайність, швидше дозріває. Але, водночас, він є більш примхливою культурою ніж інші озимі. Він має найменшу морозостійкість порівняно з іншими озимими зерновими, особливо при ранніх строках сівби. Може пошкоджуватись навіть при температурах $-12...-13^{\circ}\text{C}$. Тому, потрібно враховувати цей факт та користуватися досвідом у відповідному регіоні. Крім того, ще одним фактором, який негативно впливає на життєздатність даної культури та бажаний урожай є різкі перепади температурного режиму в зимово-весняний період [11, 12, 13].

Господарське значення. Озимий ячмінь на території України вирощують десятки років, що вказує на його значну цінність для народного господарства. Використання його урожаю досить різноманітне. Застосовують, зернову так і незернову його частину. Галузі використання – переробна та тваринництво.

В основному зерно озимого ячменю йде на виготовлення круп [11, 13]. Фуражна складова урожаю використовується для приготування комбікормів. В господарствах вирощують також пивоварний ячмінь. Він дещо дорожчий від звичайного та, відповідно, більш прибутковий. Незернова частина урожаю (солома, полова) використовується для згодовування тваринам, рідше, як підстилковий матеріал. Озимий ячмінь, як і озиме жито чи тритикале може використовуватись навесні на зелений корм.

Бачимо, що озимий ячмінь дійсно, по праву, займає свою частину посівного клину держави та, відповідно, потребує подальшого вдосконалення технології вирощування.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Місце в сівозміні. Так як озимий ячмінь має відносно погано розвинену кореневу систему то вимагає розпущеного, чистого від бур'янів агрофону. Кращими попередниками є чисті або зайняті пари (кукурудза на силос), бобові трави, деякі просапні культури. То, відповідно і попередники для них є спільними. Не бажано сіяти озимий ячмінь по житю [11, 13].

Система удобрення, внесення добрив.

Значний вплив на урожай озимого ячменю має відповідна система удобрення, яка передбачає внесення мінеральних та органічних добрив в дозах під запланований урожай або гарне удобрення під попередню культуру. Під час сівби, завдяки використанню комбінованої сівалки СЗ-5,4 вносять стартову дозу мінеральних добрив.

При весняному підживленні застосовують, як правило, рідкі або гранульовані азотні добрива.

Обробіток ґрунту. При вирощуванні ячменю озимого, згідно технологічної карти, використовується система зяблевого обробітку. Після завершення силосування кукурудзяне поле обробляють дисковим луцильником ЛДГ-10А, який працює в агрегаті з трактором ХТЗ-17021. Глибина луцення – 6..8 см.

Зяблеву оранку на глибину 23...25 см виконують агрегатом, який складається з плуга ПЛН 5-35 та трактора ХТЗ-17021. Далі проводять дві передпосівні обробки. Спочатку культивацію культиватором КПС-4 з використанням трактора ДТ-75, а потім боронування боронами БЗТС-1,0 з'єднаними в агрегат з трактором ХТЗ-17021 зчіпкою СГ-21.

Транспортні операції по переміщенню добрив, посівного матеріалу, засобів хімічного захисту в поле здійснюють автомобілями ГАЗ-САЗ-3507.

Передпосівна підготовка насіння. Сівба Для сівби використовують відкаліброване, чисте, оброблене, за необхідності, вказаними агрономом протруйниками, регуляторами росту. Сівбу за базовою технологічною картою здійснюють агрегатом, в складі трактора МТЗ-80 і зернотукової сівалки СЗ-5,4.

Догляд за посівами. Технологічною картою передбачено виконання прикочування посівів з метою створення сприятливих умов для появи дружніх

					МВОЯ 00.000 ПЗ		Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			8

сходів. Для виконання операції використовують агрегат в складі трактора МТЗ-80 та кільчасто –шпорового котка ЗКШ-6А.

Протягом вегетації агроном проводить періодичне обстеження посівів та за необхідності призначає їх обробку пестицидами з використанням обприскувачів.

Збирання урожаю. Для збирання урожаю застосовують пряме комбайнування. Перед початком операції проводять обкошування країв поля з одночасним прокошуванням загінок.

Для виконання зазначених операцій застосовують зернозбиральний комбайн JOHN DEERE 1075.

Подальша обробка зернового вороху проводиться на зерноочисному агрегаті ЗАВ-20.

2.2. Удосконалення технології вирощування ячменю озимого.

Однією з визначальних операцій технології вирощування будь-якої культури є сівба. Вона визначає густоту посівів, а як результат форму і розміри зони живлення. Забезпечує рівномірність загортання насіння по глибині, що впливає на дружність сходів, стійкість посівів від вимерзання чи висушування. Ще один аспект – забезпечення однакових умов розвитку рослин по всій площі, за рахунок скорочення строків сівби. Тобто, посівний агрегат повинен бути максимально продуктивним. Вирішенню цього питання будуть присвячені розробки в технологічній частині.

Аналіз базової технологічної карти показує, що операцію посіву забезпечує посівний агрегат, який складається з трактора МТЗ-80 і сівалки СЗ-3,6.

Технічні характеристики трактора та сівалки, досвід експлуатації такого агрегату вказують на його малу ефективність.

Тому, запропоновано для посіву застосувати агрегат, яких складається з трактора Т-150К тягового класу 30 кН, зчіпки СП-11 і двох сівалок СЗ-5,4.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

3. Операційна технологія виконання сівби озимого ячменю.

3.1. Умови роботи.

Площа поля – $S = 75 \text{ га}$.

Величина схилу - $i = 1^\circ$.

Склад агрегату – трактор Т-150К, зчіпка СП 11, 2 сівалки СЗ-5,4.

Довжина гону – $L = 800 \text{ м}$.

3.2. Агротехнічні вимоги.

Сівбу необхідно починати у встановлені агротехнікою строки, враховуючи біологічні властивості даного сорту озимого ячменю та дані метеорологічної служби господарства.

Сівбу проводять в максимально короткий термін в межах п'яти діб.

Сівба озимого ячменю проводять рядковим способом. Глибина загортання насіння 5-7 см. Сівалка повинна рівномірно розподіляти насіння по площі. Висівні апарати повинні забезпечувати рівномірність висіву. Допустима нерівномірність між апаратами - не більше 3%.

Сошники сівалки повинні забезпечувати заробку посівного матеріалу на вказану глибину. Допустиме відхилення - не більше 1%.

3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Завод виробник гарантує якісну роботу сівалки на швидкості до 12 км/год. На даний показник будемо орієнтуватися в подальших розрахунках. Такому швидкісному режиму відповідають II та III передачі трактора.

Тягове зусилля трактора на II та III передачах з урахуванням зазначених умов [8]

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_{\text{mp}} \cdot \eta_{\text{mp}}}{n_{\text{ов}} \cdot r_0} - G_{\text{mp}} (f + i) \quad (3.1)$$

де $N_e = 121,4 \text{ кВт}$ – ефективна потужність двигуна;

i_{mp} - передаточне число трансмісії;

$G_{\text{mp}} = 77500 \text{ Н}$ - вага трактора;

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

для II передачі $i = 50,3$;

для III передачі $i = 44,3$

$\eta_{тр} = 0,92$ – механічний ККД трансмісії;

$n_{об} = 2100 \text{ хв}^{-1}$ номінальна частота обертання колінчастого валу;

$r_0 = 0,64 \text{ м}$ – дотичний радіус ведучих коліс;

$f = 0,18$ – коефіцієнт опору коченню;

$i = 1^0$ – величина схилу.

Отже

$$P_{зак}^{II} = \frac{10^4 \cdot 121,5 \cdot 50,3 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 77500(0,18 + 0,01) = 27109,3 \text{ Н} = 27,1 \text{ кН};$$

$$P_{зак}^{III} = \frac{10^4 \cdot 121,5 \cdot 44,3 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 77500(0,18 + 0,01) = 22119,1 \text{ Н} = 22,1 \text{ кН}$$

Максимальна ширина захвату на II та III передачах.

$$B_{\max} = \frac{P_{зак} - R_{зч}}{K + R_i}, \quad (3.2)$$

де $P_{зак}$ – тягове зусилля трактора;

$R_{зч}$ – опір зчіпки,

$$R_{зч} = G_{зч} \cdot (f + i) \quad (3.3)$$

де $G_{зч}$ - вага зчіпки ; $G_{зч} = 7500 \text{ Н}$;

f – коефіцієнт опору кочення;

i – величина підйому, $i = 0,01$;

Тоді

$$R_{зч} = G_{зч} \cdot (f + i)$$

$$R_{зч} = 7500 \cdot (0,18 + 0,01) = 1425 \text{ Н} = 1,43 \text{ кН};$$

Визначаємо питомий опір з поправкою на швидкість

$$K_v = K \left[1 + \Pi(V_p + V_0) \right], \quad (3.4)$$

де K - питомий опір при швидкості 5 км/год;

$$K = 1500 \text{ Н / м}$$

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$\Pi = 0,012$ – коефіцієнт приросту питомого опору;

V_p – робоча швидкість агрегату;

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.5)$$

$$V_p^{II} = 10,08 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 8,87 \text{ км / год}$$

$$V_p^{III} = 11,4 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 10,03 \text{ км / год}$$

Тоді

$$K_v^{II} = 1500 [1 + 0,012(8,87 - 5)] = 1569,6 \text{ Н / м} = 1,57 \text{ кН / м}$$

$$K_v^{III} = 1500 [1 + 0,012(10,03 - 5)] = 1590,5 \text{ Н / м} = 1,59 \text{ кН / м}$$

Додатковий опір агрегату при русі на підйом

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i, \quad (3.6)$$

де $G_m = 25500 \text{ Н}$ – вага сівалки;

$B_k = 5,4 \text{ м}$ – конструктивна ширина захвату сівалки;

Тоді

$$R_i = \frac{25500}{5,4} \cdot 0,01 = 47,2 \text{ Н / м} = 0,047 \text{ кН / м}$$

$$B_{\max}^{II} = \frac{27,1 - 1,43}{1,5 + 0,047} = 16,6 \text{ м}$$

$$B_{\max}^{III} = \frac{22,1 - 1,43}{1,5 + 0,047} = 13,3 \text{ м}$$

Кількість сівалок в агрегаті [8]

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k} \quad (3.7)$$

$$n_c^{II} = \frac{16,6}{5,4} = 3,05$$

Приймаємо три сівалки

$$n_c^{III} = \frac{13,5}{5,4} = 2,5$$

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Приймаємо дві сівалки

Тяговий опір агрегату

$$R_{aep} = (K + R_l) \cdot B_k \cdot n_c + R_{зч} \quad (3.8)$$

Звідси

$$R_{aep}^{II} = (1,5 + 0,047) \cdot 5,4 \cdot 3,0 + 1,43 = 26,5 \text{ кН}$$

$$R_{aep}^{III} = (1,5 + 0,047) \cdot 5,4 \cdot 2 + 1,43 = 18,1 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\eta_{mз} = \frac{R_{aep}}{P_{зак}} \quad (3.9)$$

$$\eta_{mз}^{II} = \frac{26,5}{27,1} = 0,98$$

$$\eta_{mз}^{III} = \frac{18,1}{22,1} = 0,82$$

Бачимо, двигун трактора при роботі в трьохсівалковому агрегаті буде працювати з перевантаженням, тому вибираємо варіант агрегату з двох сівалок. Тут маємо близьке до оптимального значення завантаження двигуна трактора.

Визначимо змінну продуктивність агрегату [5, 8]

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p^{III} \cdot T_p \quad (3.10)$$

де B_p - робоча ширина захвату агрегату;

$$B_p = B_k \cdot n_c = 5,4 \cdot 2 = 10,8 \text{ м} \quad (3.11)$$

T_p – робочий час зміни

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.12)$$

де $T_{зм} = 7 \text{ год}$ – час зміни;

$\tau = 0,8$ – коефіцієнт використання часу зміни;

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год}$$

Тоді

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 10,03 \cdot 5,6 = 60,7 \text{ га / зм}$$

Витрати палива на один гектар

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$Q_{\text{за}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}} \quad (3.13)$$

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

$$Q_{\text{зм}} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3 \quad (3.14)$$

де Q_p, Q_x, Q_3 – відповідно годинна витрата палива під час виконання операції, холостому ході, на зупинках з працюючим двигуном.

$$Q_p = 32 \text{ кг/год}; Q_x = 18,0 \text{ кг/год}; Q_3 = 4,3 \text{ кг/год}$$

T_p, t_x, t_3 – відповідно час роботи, час холостих ходів, час зупинок, год.

Беремо $t_x = t_3$, тоді

$$t_x = t_3 = \frac{T_{\text{зм}} - T_p}{2}, \text{ год} \quad (3.15)$$

$$t_x = t_3 = \frac{7,0 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год}$$

Тоді

$$Q_{\text{зм}} = 32 \cdot 5,6 + 18 \cdot 0,7 + 4,3 \cdot 0,7 = 194,81 \text{ кг/зм}$$

Тоді погектарні витрати

$$Q_{\text{за}} = \frac{194,81}{60,7} = 3,2 \text{ кг/га}$$

Для перевірки доцільності застосування проєктного агрегату здійснено відповідні розрахунки для базового агрегату - трактора МТЗ – 80 та сівалки СЗ – 3,6.

Вихідні дані для розрахунку відповідають проектним, характеристики трактора та сівалки отримано з інструкцій по експлуатації.

Базовий агрегат може працювати на четвертій або п'ятій передачах.

$$P_{\text{зак}}^{\text{IV}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 68,0 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400(0,18 + 0,01) = 16,6 \text{ кН}$$

$$P_{\text{зак}}^{\text{V}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400(0,18 + 0,01) = 13,0 \text{ кН}$$

Максимальна ширина захвату на IV і V передачах

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (3.16)$$

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Питомий опір з поправкою на швидкість

$$K_v = K[1 + \Pi(V_p - V_0)], \quad (3.17)$$

де $K = 1500 \text{ Н / м}$ питомий опір при швидкості $V_0 = 5 \text{ км / год}$

$\Pi = 0,012$ - коефіцієнт приросту питомого опору

V_p - робоча швидкість агрегату, км / год

Робоча швидкість агрегату, враховуючи буксування

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.18)$$

де δ - коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$), приймаємо $\delta = 10\%$

Теоретична швидкість на визначених передачах

$$V_T = 0,377 \frac{n_{\text{дв}} \cdot r_n}{i_m}, \quad (3.19)$$

де r_n - номінальний радіус ведучих коліс, м ($r_n = 0,8 \text{ м}$)

Тоді

$$V_T^{IV} = 0,377 \cdot \frac{2200 \cdot 0,79}{68,0} = 9,6 \text{ км / год}$$

$$V_T^V = 0,377 \cdot \frac{2200 \cdot 0,79}{57,4} = 11,4 \text{ км / год}$$

Тоді робоча швидкість

$$V_p^{IV} = 9,6 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 8,44 \text{ км / год}$$

$$V_p^V = 11,4 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 10,03 \text{ км / год}$$

Отже

$$K_v^{IV} = 1500[1 + 0,012 \cdot (8,44 - 5,0)] = 1562 \text{ Н / м}$$

$$K_v^V = 1500[1 + 0,012 \cdot (10,04 - 5,0)] = 1554 \text{ Н / м}$$

При русі на підйом виникає опір

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i \quad (3.20)$$

де B_k - конструктивна ширина захвату машини, м

Тоді

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$R_i = \frac{12,5}{3,6} \cdot 0,01 = 0,035 \text{ кН / м}$$

Отже

$$B_{\max}^{IV} = \frac{16,6}{1,5 + 0,035} = 10,8 \text{ м}$$

$$B_{\max}^V = \frac{13,0}{1,5 + 0,035} = 8,5 \text{ м}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_{\kappa}} \quad (3.21)$$

Отже

$$n_c = \frac{10,8}{3,6} = 3,0 \text{ приймаємо 3 сівалки}$$

$$n_c = \frac{8,5}{3,6} = 2,36 \text{ приймаємо 2 сівалки}$$

Тяговий опір агрегату для обох передач буде однаковий

$$R_{\text{агр}}^{IV} = (1,5 + 0,035) \cdot 3,6 \cdot 3 = 16,6 \text{ кН}$$

$$R_{\text{агр}}^V = (1,5 + 0,035) \cdot 3,6 \cdot 2 = 11,0 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{\text{мз}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{зак}}} \quad (3.22)$$

$$\eta_{\text{мз}}^{IV} = \frac{16,6}{16,6} = 1,0$$

$$\eta_{\text{мз}}^V = \frac{11,0}{13,0} = 0,85$$

Видно, що робота трактора на четвертій передачі з трьома сівалками практично неможлива так як двигун завантажено на 100% і при незначних перевантаженнях він може вийти з ладу. При роботі на п'ятій передачі з двома сівалками він буде завантажений оптимально. Але по факту, в базовій технології використано односівалковий агрегат. Тоді фактичний коефіцієнт завантаження двигуна складатиме 42,5%. Це не ефективно.

Змінна продуктивність односівалкового агрегату на п'ятій передачі

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$W_{3M}^{\phi} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10,03 \cdot 5,6 = 20,22 \text{га} / \text{зм}$$

Розрахунок витрат палива

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (3.23)$$

де Q_{3M} - витрата палива за зміну, кг ;

$$Q_{3M} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \text{кг} / \text{год} \quad (3.24)$$

Призначаємо величини відповідних витрат палива

$$Q_p = 16,2 \text{кг} / \text{год}, Q_x = 10,5 \text{кг} / \text{год}, Q_z = 2,1 \text{кг} / \text{год}$$

Змінні витрати палива

$$Q_{3M}^{\phi} = 16,2 \cdot 5,6 + 10,5 \cdot 0,7 + 2,1 \cdot 0,7 = 99,54 \text{кг} / \text{зм}$$

Тоді, погектарні витрати

$$Q_{\text{га}}^{\phi} = \frac{16,2 \cdot 5,6 + 10,5 \cdot 0,7 + 2,1 \cdot 0,7}{20,2} = 4,93 \text{кг} / \text{га}$$

Таким чином, наведені розрахунки дають можливість зробити наступний висновок. Продуктивність проєктного варіанту в три рази вища ніж базового. 75 га планової площі озимого ячменю запропонований посівний агрегат може засіяти за 1,24 зміни, що дуже позитивно вплине на умови розвитку рослин. Погектарні витрати палива в проєктного варіанту 1,54 рази менші базового.

3.4. Підготовка агрегату до роботи

Посівний агрегат складається з трьох складових:

- енергетичного засобу;
- зчіпки;
- двох сівалок.

Перед виходом в поле кожний з елементів повинне пройти відповідну підготовку [5, 8].

Необхідно перевірити тиск в шинах так як це впливатиме на якість їх контакту з ґрунтом. Потрібно впевнитись в справності гідравлічної, електричної, гальмівної систем, перевірити рівні паливо-мастильних матеріалів, укомплектувати трактор вогнегасником, медичною аптечкою, необхідним слюсарним інструментом.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

При підготовці зчіпки до роботи перевіряють її комплектність, наявність подовжувача для формування ешелонованого агрегату. Необхідно підготувати також маркер.

Підготовка сівалки передбачає налагодження її на заданий режим роботи, заправку бункерів насінням та добривами.

3.5. Розрахунок вильоту маркера

Виліт маркера [2, 10] (рис. 3.1).

$$l = \frac{A \pm a}{2} + b_{cm} \quad (3.25)$$

де l – виліт маркеру, м

$A = 10,8\text{ м}$ - відстань між крайніми сошниками;

$a = 1,435\text{ м}$ – ширина колії трактора;

$b_{cm} = 0,15\text{ м}$ - ширина стикових міжрядь.

Виліт правого маркера

$$l = \frac{10,8 - 1,435}{2} + 0,15 = 4,83\text{ м}$$

Виліт лівого маркера

$$l = \frac{10,8 + 1,435}{2} + 0,15 = 6,26\text{ м}$$

3.6. Підготовка поля до роботи.

Перед початком посівної кампанії поле оглядають, розбивають на гони, відбивають поворотні смуги, призначають спосіб руху агрегату. тощо

Спосіб руху – гоновий човниковий [8,10].

Ширина поворотної смуги визначиться

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_a^k, \quad (3.26)$$

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

L_a^k – кінематична довжина агрегату, м.

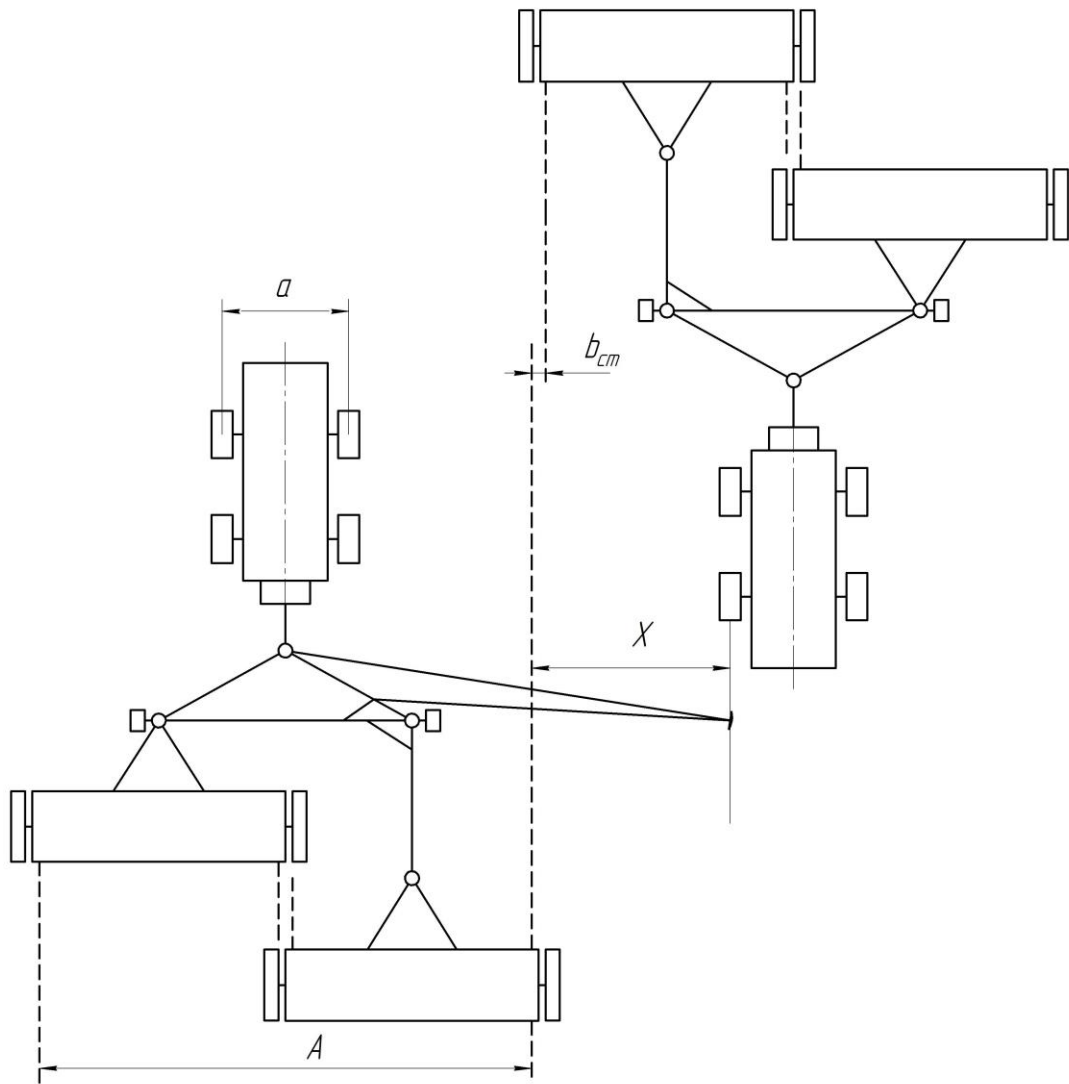


Рис. 3.1 Розрахункова схема маркера

За рекомендаціями [5, 8] мінімальний радіус повороту двосівалкового агрегату

$$R_{\min} = 1,2B_a \quad (3.27)$$

де B_a – ширина захвату агрегату, м;

$$R_{\min} = 1,2 \cdot 10,8 = 12,96 \text{ м}$$

Кінематична довжина агрегату

$$L_a^k = L_{mp} + L_m + L_{зчп}, \quad (3.28)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, м ($L_{mp} = 0,87 \text{ м}$) [8];

L_m – кінематична довжина сівалки, м ($L_m = 4,84 \text{ м}$) [8];

$L_{зчп}$ – кінематична довжина зчіпки, м ($L_{зчп} = 6,8 \text{ м}$) [8].

Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВОЯ 00.000 ПЗ

Арк.

19

$$L_a^k = 0,87 + 4,84 + 6,8 = 12,51 м$$

Тоді

$$E = 3 \cdot 12,96 + 12,51 = 51,4 м$$

Розмір поворотної смуги повинен бути кратним ширині захвату агрегату

$$E = m \cdot B_a,$$

де $m = \frac{E}{B_a}$ – заокруглюємо до цілого числа.

$$m = \frac{51,4}{10,8} = 4,76 \approx 5$$

$$E = 5 \cdot 10,8 = 54,0 м$$

Оптимальна ширина загінки [5, 8]

$$C_{onn} = \sqrt{2 \cdot B_a \cdot L + 16 \cdot R_{\min}^2}, \quad (3.29)$$

де L – довжина гону, м ($L = 800 м$).

$$C_{onn} = \sqrt{2 \cdot 10,8 \cdot 800 + 16 \cdot 12,96^2} = 141,3 м$$

Тут оптимальна ширина загінки має бути кратною ширині захвату агрегату.

$$\kappa = \frac{C_{onn}}{B_a} \quad (3.30)$$

$$\kappa = \frac{141,3}{10,8} = 13,08$$

Приймаємо

$$\kappa = 13,0$$

$$C_{onn}^1 = 13 \cdot 10,8 = 140,4 м$$

Кількість загінок

$$K_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C_{onn}^1} = \frac{10^4 \cdot 100}{800 \cdot 140,4} = 8,9, \quad (3.31)$$

де F – площа поля, га ($F = 100 га$).

Приймаємо 9 загінок.

3.7. Розрахунок показників організації процесу

Розрахуємо тривалість циклу [5, 8]

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p^3}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (3.32)$$

де L_p^3 – робоча довжина загінки, м

$V_p = 10,03 \text{ км / год}$ - робоча швидкість;

$t_n = 1,5 \dots 2,0 \text{ хв}$ - час повороту в кінці загінки;

Тут

$$L_p = L - 2 \cdot E$$

Тоді

$$L_p = 800 - 2 \cdot 54 = 692 \text{ м}$$

Отже

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 692}{10^2 \cdot 10,03} + 2 \cdot 1,5 = 11,28 \text{ хв} \approx 0,19 \text{ год}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га / ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \cdot \tau = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 10,03 \cdot 0,19 \cdot 0,8 = 1,65 \text{ га / ц} \quad (3.33)$$

Визначимо кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{60,7}{1,65} = 36,8 \text{ ц / зм} \quad (3.34)$$

3.8. Контроль якості виконання технологічної операції

Якість виконання сівби повинна відповідати агротехнічним вимогам і контролюється відповідними методиками.

3.9. Висновки по розділу.

Результати розрахунків вказують на доцільність впровадження у виробництво запропонованої технології.

4. Інженерна частина.

4.1. Стан питання про машину.

4.1.1. Призначення машини.

Зернотукова сівалка СЗ-5,4 (рис. 4.1) призначена для сівби рядковим способом зернових та зернобобових культур з одночасним внесенням у ґрунт стартової дози добрив [1, 2, 6, 10].

Її можна використовувати для сівби інших культур, подібних до зернових за розмірами насіння і нормою висіву. Сівалка причіпна гідрофікована.

Працює в агрегаті з тракторами класу 14 кН. Робоча швидкість до 2,5 - 3,5 м/с.

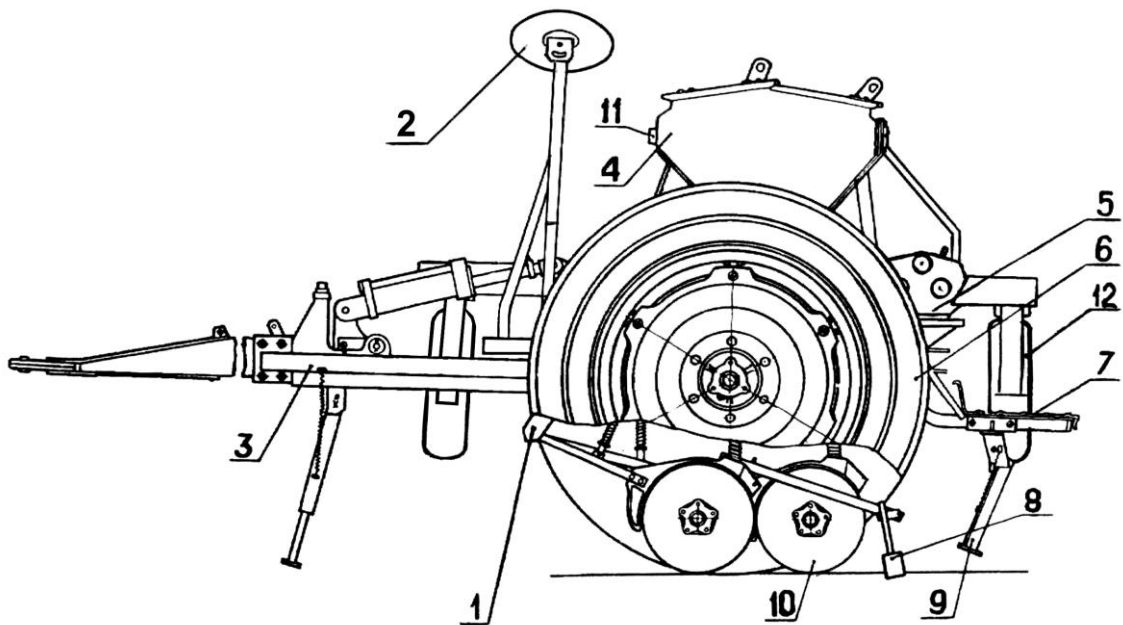


Рис. 4.1. Загальна будова сівалки СЗ-5,4: 1 – рама; 2 – маркер; 3 – причіп; 4 – зернотуковий ящик; 5 – КЗП; 6 – опорно-проводне колесо; 7 – підніжка; 8 – загортач; 9 – підніжка; 10 – дисковий сошник; 11 – система контролю; 12 – транспортний пристрій.

4.1.2. Технічна характеристика сівалки.

Технічну характеристику наведено в таблиці 4.1.

Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВОЯ 00.000 ПЗ

Арк.

22

Технічна характеристика сівалки СЗ-5,4

Найменування	Одиниця вимірювання	Значення
Робоча швидкість, не більше	км/год	12
Робоча ширина захвату	м	5,4
Ширина міжряддя	см	15
Глибина загортання насіння і добрив: мінімальна максимальна	мм	40 80
Число обслуговуючого персоналу	чол.	1
Маса сівалки	кг	2550
Об'єм насіннєвого бункера	дм ³	680
Об'єм тукового бункера	дм ³	318
Транспортна швидкість	км/год	20
Габаритні розміри сівалки ширина довжина висота	мм	6180 4350 1680
Ширина колії ходових коліс	мм	5790

4.1.3. Аналіз недоліків конструкції сівалки та заходи по їх усуненню.

Аналіз використання сівалки в господарстві показує, що під час роботи має місце травмування насіння об ребро муфти при обертанні катушки, що значно погіршує схожість насіння та знижує урожай.

Запропоновано, для зменшення травмування насіння в насіннєвисівному апараті пропонується замість муфти встановити блок штирів, які мають форму жолобків катушки і при переміщенні по жолобках при регулюванні норми висіву формують разом з катушкою циліндр, змінюючи при цьому довжину її робочої частин.

4.2. Технологічні розрахунки**4.2.1. Розрахунок катушкового висівного апарата**

Розрахунок апарата передбачає визначення форми, кількості та розмірів жолобків, робочої довжини катушки, та інших параметрів, які забезпечують задану норму висіву [2, 10].

Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Мінімальні розміри жолобків катушки залежать від наступних умов:

$$h_{\text{жс}} < b_n, \quad b_{\text{жс}} \geq \lambda_n, \quad \beta < \varphi,$$

де $h_{\text{жс}}$ - глибина жолобків катушки, мм;

b_n - товщина насінини;

$b_{\text{жс}}$ - ширина жолобків катушки;

λ_n - довжина насінини;

β - кут нахилу передньої грані жолобка;

φ - кут тертя насінини об робочу поверхню катушки.

Призначаємо кількість жолобків катушки. Встановлено [10], що найбільш рівномірний потік насіння забезпечують катушки, які мають 12 жолобків з діаметром $d_k = 50 \text{ мм}$.

Процес висівання катушковим висівним апаратом полягає у виносі насіння з корпусу жолобками катушки та активним шаром насіння, висіяного за один оберт катушки [10].

За один оберт жолобками катушки виноситься наступна кількість насіння [2, 10]

$$q_0 = 10^{-6} \left(S \cdot z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \frac{(1 - e^{-b_{0c1}})}{b_0} \right) \cdot L_k \cdot \gamma, \quad (4.1)$$

де S – площа поперечного перерізу жолобка, мм^2 ;

z – кількість жолобків, ($z = 12$);

μ – коефіцієнт заповнення жолобків ячменем озимим, (для озимого ячменю $\mu = 0,7-0,8$);

d_k – зовнішній діаметр катушки, мм ($d_k = 50 \text{ мм}$);

e – основа натурального логарифму;

c_1 – зазор на виході між катушкою та денцем, мм ($c_1 = 2 \text{ мм}$);

b_0 – коефіцієнт пропорційності (для озимого ячменю $b_0 = 0,3 \dots 0,35$);

L_k – робоча довжина катушки, мм (мінімальна робоча довжина катушки повинна бути більшою $2d_c$,

					МВОЯ 00.000 ПЗ		Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

де $d_c = 1,4 \dots 3,8$ – товщина складових посівного матеріалу;

$$L_k \geq 2d_c = 2 \cdot 3,8 = 7,6 \text{ мм}$$

Конструктивно приймаємо $L_k = 25 \text{ мм}$

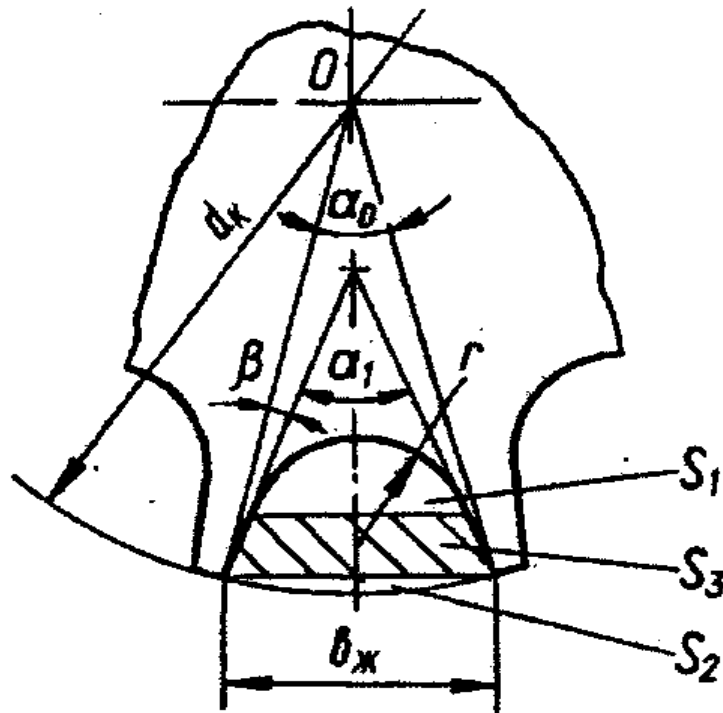


Рис. 4.2. Форма жолобка котушки.

γ – об’ємна маса озимого ячменю, г/дм^3 ($\gamma = 730 \dots 760 \text{ г/дм}^3$) [10, 11]

Площа поперечного перерізу жолобка залежить від його розмірів і форми (рис.4.2, 4.3). Її визначаємо:

Площа поперечного перерізу жолобка складе

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (4.2)$$

$$\text{де } S_1 = 0,5 \cdot r^2 [\pi - \alpha_1 - \sin(\pi - \alpha_1)] \quad (4.3)$$

$$\alpha_1 = 2(0,5 \cdot d + \beta)$$

$$\alpha_1 = 2(0,5 \cdot 3,8 + 6^\circ) = 37,4^\circ = 0,65 \text{ рад}$$

$$S_1 = 0,5 \cdot 5,5^2 [3,14 - 0,65 - \sin(3,14 - 0,65)] = 31,77 \text{ мм}^2 \quad (4.4)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВОЯ 00.000 ПЗ

Арк.

25

$$S_2 = 0,125 \cdot d_{\kappa}^2 (\alpha_0 - \sin \alpha_0), \quad (4.5)$$

$$\alpha_0 = 2 \arcsin \frac{b_{\text{жс}}}{d_{\kappa}}$$

$$\alpha_0 = 2 \arcsin \frac{11}{50} = 0,44 \text{ рад} = 25,5^\circ$$

$$S_2 = 0,125 \cdot 50^2 (0,44 - \sin 0,44) = 4,72 \text{ мм}^2$$

$$S_3 = (b_{\text{жс}}^2 - 4r^2 \cdot \cos^2 0,5\alpha_1) / 4 \operatorname{tg} 0,5\alpha_1$$

$$S_3 = (11^2 - 4 \cdot 5,5^2 \cdot \cos^2 0,5 \cdot 37,4) / 4 \operatorname{tg} 0,5 \cdot 37,4 = 12,18 \text{ мм}^2$$

Тоді

$$S = 31,77 + 4,72 + 12,18 = 48,67 \text{ мм}^2$$

Один жолобок за один оберт винесе з коробки апарата насіння

$$q_0 = 10^{-6} \left(48,67 \cdot 12 \cdot 0,7 + 3,14 \cdot 50 \frac{(1 - 2,7^{-0,32})}{0,3} \right) \cdot 25 \cdot 730 = 16,17 \text{ г}$$

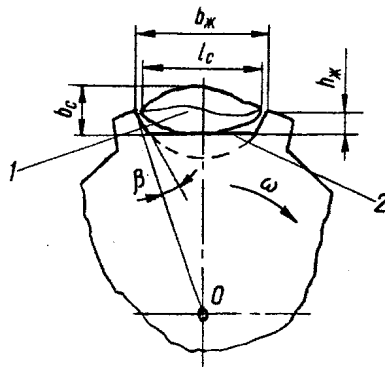


Рис. 4.3. Схема для визначення параметрів жолобка: 1 – зернівка; 2 – жолобок.

4.2.2. Розрахунок об'єму бункера

Рациональний об'єм бункера визначаємо [2, 10]

$$V = \frac{K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (4.6)$$

де $K_3 \geq 1,1$ – коефіцієнт, який враховує запас насіння;

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$K = 12$ – кількість сошників однієї секції);

L – шлях між заправками сівалки

$$L = m \cdot L_2 \quad (4.7)$$

де $L_2 = 800\text{ м}$ – довжина гону;

$m = 4$ – кількість гонів, що засіваються однією заправкою

$b = 0,15\text{ м}$ – ширина міжряддя;

$Q = 200\text{ кг/га}$ – норма висіву озимого ячменю;

$\gamma = 730\text{ г/м}^3$ – об'ємна маса насіння.

Тоді

$$V = \frac{1,2 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 800 \cdot 0,15 \cdot 200}{10^4 \cdot 730} = 0,189\text{ м}^3$$

Сівалка СЗ-5,4 має три бункери, тоді їх сумарний об'єм складе

$$V_3 = n \cdot V = 0,189 \cdot 3 = 0,567\text{ м}^3 = 567\text{ дм}^3 \quad (4.8)$$

де $n = 3$ – кількість бункерів.

Оскільки сівалка може забезпечити більші норми висіву ніж прийнята в даному дипломному проєкті то конструктивно приймаємо об'єм бункера реальної сівалки $V_3 = 680\text{ дм}^3$

4.3. Кінематичні та силові розрахунки

Загальне передаточне відношення механізму привода від опорно-приводного колеса сівалки до валу висівних апаратів (рис. 4.4) [2, 10]

$$i = 10^{-3} \cdot \frac{\pi \cdot D_K \cdot b \cdot Q}{q_0 (1 - \varepsilon)} \quad (4.9)$$

Знаходимо i_1 за формулою (4.2), замінивши значення $q_{10} = 10^{-6} \cdot S_c \cdot \gamma \cdot L_K$,

$$\text{де } S_c = S \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot d_K \cdot \frac{(1 - e^{-b_0 C_1})}{b_0},$$

при $Q_{\min} = 180\text{ кг/га}$ та $L_K = L_{\min} = 8\text{ м}$

Тоді

$$i_1 = \frac{\pi \cdot D_k \cdot b \cdot Q_{\min}}{S_c \cdot \gamma \cdot L_{\min} \cdot (1 - \varepsilon)} \quad (4.10)$$

$$i_1 = \frac{3,14 \cdot 1,18 \cdot 15 \cdot 180}{1400 \cdot 750 \cdot 8 \cdot (1 - 0,1)} = 0,217$$

де: $D_k = 1,18\text{м}$ – діаметр опорно-приводного колеса;

$b = 0,15\text{м}$ – ширина міжряддя;

$q_0 = 16,17\text{г}$ – маса висіяного насіння за один оберт катушки;

$\varepsilon = 0,1$ – коефіцієнт проковзування опорно-приводного колеса.

$\gamma = 750\text{кг} / \text{м}^3$ – об'ємна маса ячменю озимого;

$32\text{мм} \geq L_k \geq 2c$; приймаємо $L_k = 8\text{мм}$

$$S_c = S \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot d_k (1 - e^{-b_0 C_1}) / b_0 \quad (4.11)$$

$$S_c = \frac{33,65 \cdot 12 \cdot 0,75 + 3,14 \cdot 50 \cdot (1 - 2,7^{0,32 \cdot 8})}{0,32} = 1400\text{мм}^2$$

де $z = 12$ – кількість жолобків катушки;

$\mu = 0,75$ – коефіцієнт заповнення жолобків насінням ячменю озимого;

$d_k = 50\text{мм}$ – зовнішній діаметр катушки;

$b_0 = 0,32$ – коефіцієнт пропорційності

$c = 4\text{мм}$ – максимальна ширина насінини

$c_1 = 2c$

Перевірка діапазону норм висіву насіння при знайденому значенні i_1 ,
приймаючи $L_k = L_{\max} = 32\text{мм}$

$$Q_1 = 10^{-3} \cdot i \cdot S_c \cdot \gamma \cdot L_{\max} (1 - \varepsilon) / \pi D_k b \quad (4.12)$$

$$Q = \frac{10^{-3} \cdot 0,217 \cdot 1400 \cdot 750 \cdot 32 \cdot (1 - 0,1)}{3,14 \cdot 1,18 \cdot 15} = 188\text{кг} / \text{га} > 180\text{кг} / \text{га}$$

$Q_1 > Q$ Умова виконується.

$$i_{\text{заг.мін.}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \quad (4.13)$$

$$i_{\text{заг.мін.}} = 0,217$$

$$z_{i+1} = \frac{z_i}{i_1} \quad (4.14)$$

Задаємося $i_1 = 1,44; z_1 = 16$

$$\text{тоді: } z_2 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{16}{1.14} = 14.04$$

Приймаємо $z_2 = 14$

$$\text{Уточнюємо } i_1, i_1 = \frac{16}{14} = 1.143$$

Частота обертання другого валу

$$n_2 = n_1 \cdot i_1, \quad (4.15)$$

де $n_1 = n_{\text{шк}}$

$$n_{\text{шк}} = \frac{60V_{\text{ш}}(1-\varepsilon)}{\pi D_{\text{шк}}}, \quad (4.16)$$

де $V_{\text{ш}} = 12 \text{ км/год} (3,3 \text{ м/с})$

$$D_{\text{шк}} = 1,18 \text{ м}$$

Тоді

$$n_{\text{шк}} = \frac{60 \cdot 3,3 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 1,18} = 48,1 \text{ об/хв}$$

$$n_2 = 48,1 \cdot 1,143 = 55,04 \text{ об/хв}$$

Задаємося $i_2 = 0,55; z_3 = 9$

$$\text{тоді } z_4 = \frac{z_3}{i_2} = \frac{9}{0,55} = 16,3$$

Округляємо число зубів z_4 . $z_4 = 16$. Уточнюємо величину i_2

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0,563$$

Частота обертання третього валу

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 55,04 \cdot 0,563 = 30,99 \text{ об/хв}$$

Задаємося $i_3 = 0,3; z_5 = 18$

$$\text{Тоді } z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{18}{0,3} = 25,7$$

Приймаємо $z_6 = 25$

Уточнюємо i_3

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{18}{25} = 0.72.$$

Частота обертання четвертого валу

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 30,99 \cdot 0.72 = 22,306 / \text{хв}$$

Задаємось $i_4 = 0,55; z_4$

$$\text{тоді } z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{12}{0.55} = 21.82$$

Округляємо число зубів z_8 до цілого, тобто приймаємо $z_8 = 22$.

Уточнюємо величину передаточного відношення i_4 ,

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{12}{22} = 0.545$$

Частота обертання п'ятого валу

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 22,3 \cdot 0.545 = 12,1606 / \text{хв}$$

$$\text{Задаємось } i_5 = \frac{z_9}{z_{10}} = \frac{12}{8} = 1,5$$

$$n_6 = n_5 \cdot \frac{z_{10}}{z_9} = 12,1 \cdot \frac{12}{8} = 18,106 / \text{хв}$$

Так як $z_{11} = z_{12} = 9$

$$n_7 = n_6 = 18,106 / \text{хв}$$

Таким чином, частота обертання валу висівних апаратів $n_{\text{ва}} = n_6 = 18,106 / \text{хв}$

Визначення кутових швидкостей валів [9, 10].

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n_i}{30}; \quad (4.17)$$

де ω_i - кутова швидкість i - го валу

Кутова швидкість опорно - приводного колеса

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n_i}{30} \quad (4.18)$$

$$\omega_{\text{хк}} = \frac{3,14 \cdot 48,1}{30} = 5,03 \text{с}^{-1}$$

Кутова швидкість II валу

$$\omega_{\text{II}} = \frac{3,14 \cdot 55,04}{30} = 5,76 \text{с}^{-1}$$

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Кутова швидкість III валу

$$\omega_{III} = \frac{3,14 \cdot 30,99}{30} = 3,24c^{-1}$$

Кутова швидкість IV валу

$$\omega_{IV} = \frac{3,14 \cdot 22,3}{30} = 2,33c^{-1}$$

Кутова швидкість V валу

$$\omega_V = \frac{3,14 \cdot 12,1}{30} = 1,27c^{-1}$$

Кутова швидкість VI го валу

$$\omega_{VI} = \frac{3,14 \cdot 18,1}{30} = 1,89c^{-1}$$

Кутова швидкість VII валу (висівних апаратів)

$$\omega_{VII} = \frac{3,14 \cdot 18,1}{30} = 1,89c^{-1}$$

З урахуванням перестановки зовнішнього блоку шестерень та в КПП можна провести аналогічні розрахунки.

Силовий розрахунок механізму приводу до апаратів сівалки.

Вихідні дані:

- $M_{VII} = 28,8H_m$ (згідно ГОСТ 18443-75) [2, 10]
- кінематична схема механізму приводу (рис. 4.4).

Значення крутних моментів на валах механізму приводу розраховуємо скориставшись виразом [2, 9, 10]

$$M_{n-1} = \frac{M_n \cdot i_{n-1}}{\eta_{заг.}} \quad (4.19)$$

де i_{n-1} - передаточне відношення між суміжними валами;

$\eta_{заг.}$ - загальний ККД.

Враховуючи викладене

$$M_{VI} = \frac{M_{VII} \cdot i_6}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad (4.20)$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

Звідки

$$M_{VI} = \frac{28,8 \cdot 1}{0,97 \cdot 0,98} = 30,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

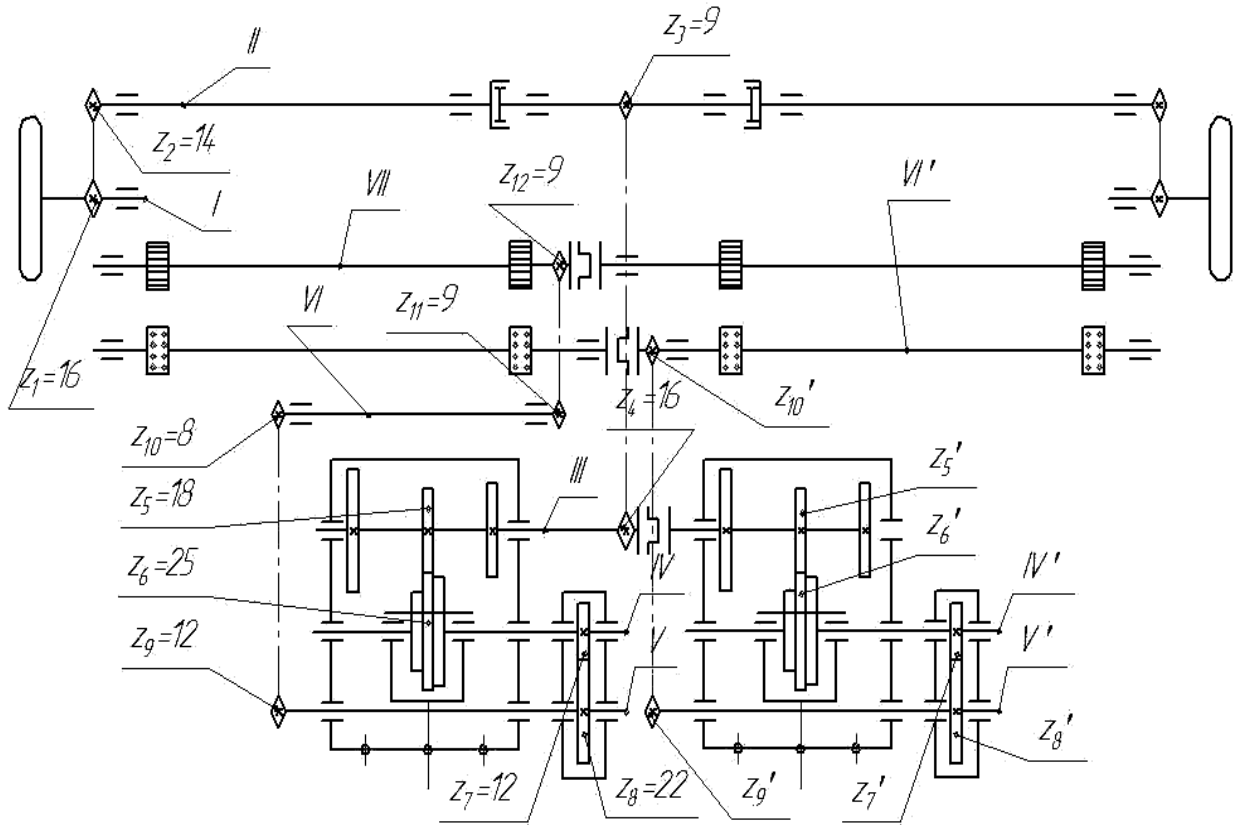


Рис.4.4. Схема механізму привода сівалки СЗ-5,4.

Відповідно крутний момент на V валу

$$M_V = \frac{M_{VI} \cdot i_5}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad (4.21)$$

$$M_V = \frac{30,5 \cdot 1,5}{0,97 \cdot 0,98} = 48,1 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

Відповідно крутний момент на IV валу

$$M_{IV} = \frac{M_V \cdot i_4}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{48,1 \cdot 0,545}{0,94 \cdot 0,99} = 28,2 \text{ Нм},$$

де $\eta_1 = 0,94$ – ККД зубчастої передачі;

$\eta_2 = 0,99$ – ККД підшипників кочення.

Визначимо крутний момент на III валу

$$M_{III} = \frac{M_{IV} \cdot i_3}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{28,2 \cdot 0,72}{0,94 \cdot 0,99} = 21,8 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,94$ – ККД зубчастої передачі;

$\eta_2 = 0,99$ – ККД підшипників кочення.

Визначимо крутний момент на II валу

$$M_{II} = \frac{M_{III} \cdot i_2}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{21,8 \cdot 0,563}{0,97 \cdot 0,98} = 12,9 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

Крутний момент на валу колеса

$$M_I = \frac{M_{II} \cdot i_1}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{12,9 \cdot 1,143}{0,97 \cdot 0,98} = 15,5 \text{ Нм}$$

де $\eta_1 = 0,97$ – ККД ланцюгової передачі

$\eta_2 = 0,98$ – ККД підшипників ковзання

4.5. Розрахунок на міцність.

4.5.1. Розрахунок на міцність ланцюгової передачі приводу валу висівних апаратів.

Крутний момент на ведучому валу ланцюгової передачі приводу висівних апаратів дорівнює

$$T_1 = M_{VI} = 30,3 \text{ Нм}$$

В механізмі передач сівалки використано приводний втулково-роликовий ланцюг ПР 19,05-3180 [9]. Передаточне число ланцюгової передачі $i=1$ так як кількість зубів ведучої і веденої зірочки дорівнює $z_1 = z_2 = 9$.

Дільний діаметр зірочок [9]

$$d_1 = d_2 = \frac{t}{\sin(\frac{\pi}{z_1})} = \frac{19,05}{\sin(\frac{180^\circ}{9})} = 55,7 \text{ мм} \quad (4.22)$$

де $t = 19,05$ крок ланцюга.

Номінальне корисне навантаження ланцюга

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 30,3 \cdot 10^3}{55,7} = 108,8 \text{ Н} \quad (4.23)$$

Максимальне корисне навантаження ланцюга

$$F_{t\max} = K_{\Pi} \cdot F_t = 2,2 \cdot 108,8 = 239,4 \text{ Н} \quad (4.24)$$

де $K_{\Pi} = 2,2$ - коефіцієнт короточасних навантажень при пусках.

Максимальна сила, яка діє на вали передачі

$$R_{\max} = 1,15 F_{\max} = 1,15 \cdot 239,4 = 275,3 \text{ Н}.$$

Розрахунок шарнірів ланцюга на стійкість проти спрацювання.

Умова стійкості ланцюга проти спрацювання [9]

$$p = \frac{F_{tEcn} \cdot K_o}{A_{on} \cdot K_m} \leq [p]_{cn} \quad (4.25)$$

Тут $F_{tEcn} = K_{Ecn} \cdot F_t$ - еквівалентне корисне навантаження;

$$F_{tEcn} = 0,6 \cdot 108,8 = 65,3 \text{ Н}$$

$K_{Ecn} = 0,6$ - коефіцієнт режиму інтенсивності навантаження;

$K_o = 1,3$ - коефіцієнт динамічного навантаження;

$A_{on} = 106 \text{ мм}^2$ - площа опорної поверхні шарніра;

$K_m = 1$ - коефіцієнт, рядності ланцюга).

Допустимий тиск в шарнірах ланцюга [9]

$$[p]_{cn} = \frac{C}{h \cdot K_v \cdot K_R \cdot K_e}, \quad (4.26)$$

де C - коефіцієнт роботоздатності передачі,

$$C = 1,33 \cdot 10^6 \frac{\Delta P}{P} = 1,33 \cdot 10^6 \cdot 2,5 = 3,33 \cdot 10^6$$

K_v - коефіцієнт [9],

$$K_v = \sqrt[3]{\omega_1^2} = \sqrt[3]{1,89^2} = 1,53; \quad (4.27)$$

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

K_R - коефіцієнт параметрів передачі

$$K_R = \frac{25}{z_1} \cdot \sqrt[4]{\frac{40}{a_p}} \cdot \frac{1}{\sqrt[6]{i}} = \frac{25}{9} \cdot \sqrt[4]{\frac{40}{40}} \cdot \frac{1}{\sqrt[6]{1}} = 2,77 \quad (4.28)$$

K_e - коефіцієнт експлуатації,

$$K_e = K_n \cdot K_p \cdot K_{zm} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3, \quad (4.29)$$

де $K_n = 1$, $K_p = 1$, $K_{zm} = 3$ - коефіцієнти [9].

Тоді

$$[p]_{cn} = \frac{3,33 \cdot 10^6}{8000 \cdot 1,53 \cdot 2,77 \cdot 3} = 3,27 \text{ МПа}$$

Розрахунковий тиск в шарнірах

$$p = \frac{F_{tEcn} \cdot K_o}{A_{on} \cdot K_m} = \frac{65,3 \cdot 1,3}{106 \cdot 1} = 1,84 \text{ МПа}$$

Стійкість шарнірів приводного ланцюга висівних апаратів забезпечується так як $p = 1,84 \text{ МПа} < [p]_{cn} = 3,27 \text{ МПа}$.

Розрахунок пластин ланок ланцюга на втому

Еквівалентне корисне навантаження ланцюга

$$F_{tEem} = K_{Eem} \cdot F_t, \quad (4.30)$$

де $K_{Eem} = 0,7$ - коефіцієнт впливу інтенсивності режиму роботи [9]

Тоді

$$F_{tEem} = 0,7 \cdot 108,8 = 76,2 \text{ Н}$$

Допустимий тиск в шарнірах ланцюга

$$[p]_{em} = \frac{270 \cdot K'_z \cdot K_h}{K_B \cdot K_p}$$

K'_z , K_h , K_B , K_p - коефіцієнти.

$$K'_z = \sqrt[12]{z_1} = \sqrt[12]{9} = 1,2$$

$$K_B = 10 \sqrt[9]{\omega_1} = 10 \sqrt[9]{1,89} = 10,7$$

$$K_p = \sqrt[24]{\frac{t}{25,4}} = \sqrt[24]{\frac{19,05}{25,4}} = 0,988$$

$$K_h = \sqrt[4]{\frac{15 \cdot 10^3}{h}} = \sqrt[4]{\frac{15 \cdot 10^3}{8000}} = 1,17$$

Тоді

$$[p]_{em} = \frac{270 \cdot 1,2 \cdot 1,17}{10,7 \cdot 0,988} = 35,8 \text{ МПа}$$

Розрахунковий тиск в шарнірах

$$P_{em} = \frac{F_{tEm} \cdot K_d}{A_{on} \cdot K_m} = \frac{76,2 \cdot 1,3}{106 \cdot 1} = 0,93 \text{ МПа}$$

Умова втомної міцності дотримана, оскільки

$$p_{em} = 0,93 \text{ МПа} < [p]_{em} = 35,8 \text{ МПа}$$

Міцність ланцюга при перевантаженнях

$$S = \frac{F_{p,n}}{F_{tmax}} = \frac{34800}{239,4} = 145,4 > S_{min} = 5$$

Таким чином, приводний ланцюг валу висівних апаратів відповідає всім критеріям міцності.

Висновки по розділу. Виконані в даному розділі інженерні розрахунки підтвердили доцільність впровадження у виробництво запропонованих змін в конструкцію сівалки СЗ-5,4.

5. Охорона праці

Вирощування сільськогосподарських культур вимагає виконання значної кількості механізованих процесів, які можуть бути джерелом небезпечних факторів, що негативно впливають на здоров'я операторів, трактористів, комбайнерів, допоміжного персоналу тощо. Такі фактори мають місце і при посіві ячменю озимого. До них можна віднести [4, 7].

Фактори хімічного впливу. Це, в першу чергу, наявність в технологічному процесі мінеральних добрив і паливо-мастильних матеріалів. Як правило для сівби використовують протруєне пестицидами насіння з застосуванням стимуляторів чи регуляторів росту. При контакті з ними на руках чи інших частинах тіла можуть виникнути почервоніння, з'явитися сухість шкіри, може виникнути подразнення дихальних шляхів, алергічні реакції.

Фактори механічного впливу. Посівний агрегат являє собою складну динамічну систему, яка має енергетичний засіб, передаточний механізм та виконуючий орган (сівалка). Всі складові системи мають деталі і вузли механічні передачі, гідравлічні засоби, які обертаються, переміщуються. Очевидно, що вони є травмонебезпечними. Рамні деталі, огорожувальні елементи можуть мати задири, гострі краї, виступи, які є потенційними зонами травмування.

Фактори фізичного впливу. Під час роботи корпусні деталі трактора нагріваються і в результаті контакту з ними можна отримати опіки. Можливий розрив гнучких елементів системи охолодження та гідравлічної системи, що може викликати теплові та хімічні опіки. В спекотні дні є небезпека отримати «тепловий удар» та сонячні опіки.

Психофізіологічні фактори. Виконання даної операції це дуже складна праця, яка може тривати весь світловий день, а може переходити і в темну пору доби. Такий режим дуже виснажує механізаторів та обслуговуючий персонал. В умовах війни важко сформувати змінні екіпажі, тому весь тягар роботи лягає на невелику групу людей. Це їх виснажує, як фізично, так і морально.

З огляду на перелічені небезпечні фактори пропонується виконувати наступні заходи, щоб зменшити або усунути їх шкідливу дію [4, 7].

При завантаженні в бункери сівалки добрив, протруєного насіння необхідно одягати на руки гумові рукавички, щоб унеможливити контакт цих речовин з шкірним покривом. У разі потрапляння хімічних речовин на відкриті поверхні тіла необхідно терміново змити їх водою, ємністю з якою обов'язково повинен бути укомплектований трактор. Щоб запобігти потраплянню пилу чи випарів хімікатів в дихальні шляхи необхідно користуватися захисними масками, респіраторами. За необхідності потрібно одягати захисні окуляри.

Рухомі частини сівалки необхідно обгородити відповідно до ДСТУ 2189-93 [. Колір огороження повинен відрізнятися від основного кольору сівалки чи зчіпки. Гострі краї чи виступи необхідно обробити абразивним інструментом, щоб унеможливити порізи чи інші травмування. Для зменшення негативного впливу вібрації на механізатора кабіна трактора повинна встановлюватись на амортизаційні підкладки, сидіння на пружинні чи гідравлічні амортизатори.

Виключається проведення обслуговування двигуна, охолоджувальної чи гідравлічної системи в полі на працюючому чи гарячому двигуні. Всі регламентні чи ремонтні роботи необхідно проводити в умовах майстерні з використанням спеціалізованого обладнання та інструменту. При завантаженні сівалок добривами і насінням потрібно користуватися підніжкою, передбаченою їх конструкцією.

Для уникнення негативного впливу сонячної радіації на працівників їх необхідно забезпечити головними уборами, сонцезахисними окулярами.

Для забезпечення нормального психо-емоційного стану працівників в процесі роботи необхідно передбачити періодичні зупинки для відпочинку та прийому їжі, дотримуватись режиму роботи. Добиватись, щоб тривалість робочого дня не перевищувала 7 годин, а в пікові періоди (оранка, сівба, збирання урожаю) – 10 годин.

Спроектований посівний агрегат відноситься до широкозахватних. Переміщення таких агрегатів по шляхах загального призначення заборонена. Для переміщення сівалок потрібно користуватися транспортним пристроєм.

Для надання першої медичної допомоги при травмуванні необхідно користуватися аптечкою, якою потрібно укомплектувати посівний агрегат. Крім того, в кабіні тракториста повинен знаходитись трьохлітровий термос з питною водою.

Після завершення посівних робіт робочі органи сівалки потрібно очистити від ґрунту, залишків посівного матеріалу, добрив, помити та поставити на зберігання.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

6. Висновки.

Ячмінь озимий є важливою зерновою культурою для народного господарства України. Продукти його переробки широко використовується в харчовій промисловості, а супутня продукція – в тваринництві. Тому актуальність означеної теми є очевидною.

В дипломному проєкті наведено аналіз існуючої технологічної карти на вирощування ячменю озимого. Виявлено неефективність заявленого посівного агрегату.

В технологічній частині обґрунтовано впровадження у виробництво широкозахватного посівного агрегату складеного з трактора Т-150К, двох сівалок СЗ-5,4 та зчіпки СП 11. Він успішно може замінити базовий агрегат, утворений трактором МТЗ-80 та сівалкою СЗ-3,6. Обґрунтовується це тим, що продуктивність його в три рази більша базового при менших в 1,54 рази питомих витратах пального. Заявлену площу посіву озимого ячменю в 75 га проєктний агрегат зможе засіяти за 1,24 зміни.

Сівалка СЗ-5,4, яка входить до складу запропонованого посівного агрегату вже давно експлуатується в господарствах і зарекомендувала себе, як надійна машина, яка якісно виконує технологічний процес. Але в процесі роботи спостерігається періодичне подрібнення насіння об ребро муфти. В інженерній частині проаналізовано цей факт та запропоновано внести зміни в конструкцію насінневисівного апарату. А саме, для зменшення травмування насіння в насінневисівному апараті замість муфти пропонується встановити блок штирів, які мають форму жолобків катушки і при переміщенні по жолобках при регулюванні норми висіву формують разом з катушкою циліндр, змінюючи при цьому довжину її робочої частин.

В п'ятому розділі наведено аналіз небезпек та шкідливих явищ, які можуть супроводжувати роботу посівного агрегату. Запропоновано заходи, які унеможливають травмування при виконанні посівних робіт.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Отже, технологічні та інженерні розробки запропоновані в дипломному проєкті зможуть суттєво підвищити техніко-економічні показники вирощування ячменю озимого.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Список використаної літератури

1. Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин.-К.: Урожай, 2003.-203с.

2. Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін.. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”. – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.

3. Гудзь В.П., Примак І.Д., Бudyонний Ю.В. Землеробство. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

4. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою

5. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімот та ін.; За ред. В. Ю.Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.

6. Комплексна механізація виробництва зерна / В.Д. Гречкосій, Д.М. Алімов, В.І. Кифоренко, П.М. Чайка; За ред.. В.Д. Гречкосія. – К.: Урожай, 1991.

7. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки: ДСТУ 2189-93 ССБП.– [Чинний від 1994-01-01].– К.: Держспоживстандарт України, 1994.– 34 с. – (Національний стандарт України).

8. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, П. Г. Лузан. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с.

9. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. -К.: Вища школа, 1993.

					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

10. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування / Під ред. М.І Черновола. -К.: Урожай, 2001.-382 с.

11. Солошенко О.В. та ін. Основи агрономії: Навчальний посібник / О.В. Солошенко, Б.С. Носко, Н.Ю. Гаврилович, А.А. Богачов, В.І. Солошенко; За ред.. О.В. Солошенка.- 4-е вид., перероб. і доп.- Харків: Торнадо, 2003.- 368 с.

12. С. Литвин. Ячмінь: місце України в світовому експорті. URL: https://ucab.ua/ua/pres_sluzhba/ukab_u_zmi/yachmin_mistse_ukraini_v_svitovomu_eksporti.

13. Культура ячмінь озимий (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/yachmin-ozimiy>.

14. Озимий ячмінь – переваги та недоліки. Сорти озимого ячменю. URL: <https://consumerhm.gov.ua/2694-ozimij-yachmin-perevagi-ta-nedoliki-sorti-ozimogo-yachmenyu>.

Додатки

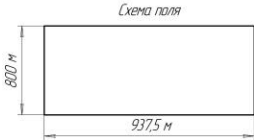
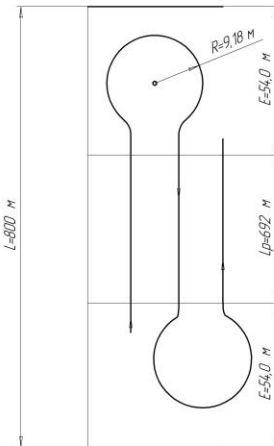
					МВОЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

MR09 10000 TY

Урожайність - 42 ц/га

						МВЮЯ 10.000 Т4			
Авт	Авт	М	Авт	Авт	Авт	Технологична карта на виртуалізація ячменю озимого			
Авт	Авт	М	Авт	Авт	Авт	Авт	М	М	М
Авт	Авт	М	Авт	Авт	Авт	-	-	-	-
Авт	Авт	М	Авт	Авт	Авт	Авт	М	М	М
Авт	Авт	М	Авт	Авт	Авт	ЦНТУ зр А1-20-3х			
Авт	Авт	М	Авт	Авт	Авт	Каталог			

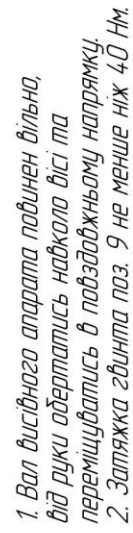
Операційна карта на сівбу

Найменування показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 75 га, довжина гонів – 800 м, ширина поля – 937,5 м, величина підйому – ρ , ґрунти – чорноземи звичайні	
Агротехнічні вимоги	Поверхня поля повинна бути рівною. Висів насіння повинен бути стійким. Тривалість сівби не повинна перевищувати 5 днів. Для сівби використовують вирівнене, протруєне насіння. Сівалка повинна бути відрегульована на норму висіву, рівномірність висіву насіння і глибини їх загортання сошниками.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор – Т-150К, зчіпка СП-11, 2 сівалки СЗ-5,4. Ширина захвату – 10,8 м. Мінімальний радіус повороту – 12,96 м. Кінематична довжина агрегату – 12,51 м. Підготовка агрегату до роботи: 1. Провести щозмінний ТО трактора і сівалки. 2. Відрегулювати сівалку на задану норму висіву на сіння і добрив, глибини загортання насіння. 3. Встановити необхідний виліт маркерів.	
Підготовка поля Спосіб руху Швидкість руху	Перед початком сівби поле оглянути, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 54,0 м Оптимальна ширина заїмки – 140,4 м. Спосіб руху – гоновий човниковий. Робоча передача – III. Робоча швидкість – $V_p=10,03$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 0,19 год. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,65га/ц. 3. Змінна продуктивність агрегату – 60,7 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 36,8 5. Витрати палива на 1 га – 3,2 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 194,81 кг/зм.	R – радіус повороту; L – довжина заїмки; l_p – робочий хід; E – поворотна смуга; t_p – час повороту агрегата; $t_n=1,5$ хв.
Контроль за якістю	1. Відхилення від норми висіву насіння не більше 1%. 2. Нерівномірність висіву окремими апаратами не більше 3%. 3. Відхилення від заданої глибини загортання насіння ± 1 см.	

[illegible]

[illegible]

[illegible]



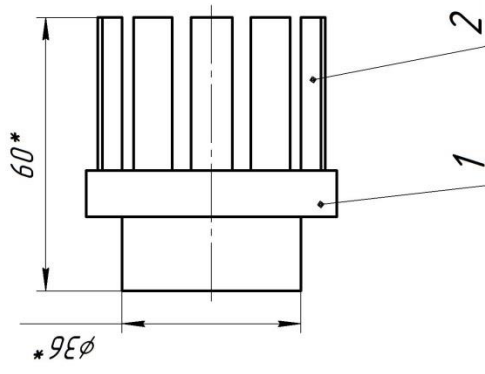
Модель	№ документа	Датум	Штамп	Апарат висівний	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб.	Заст.				1000	1:1	
Проєкт.	Менедж.						
Інженер							
Назва апарату	Менедж.			-	ЦНТУ		
Уніфікація	Легенда				20. АІ-20-3к		
				Копіювати	Лист А2		

Копирован

Формат	A2
--------	----

[illegible]

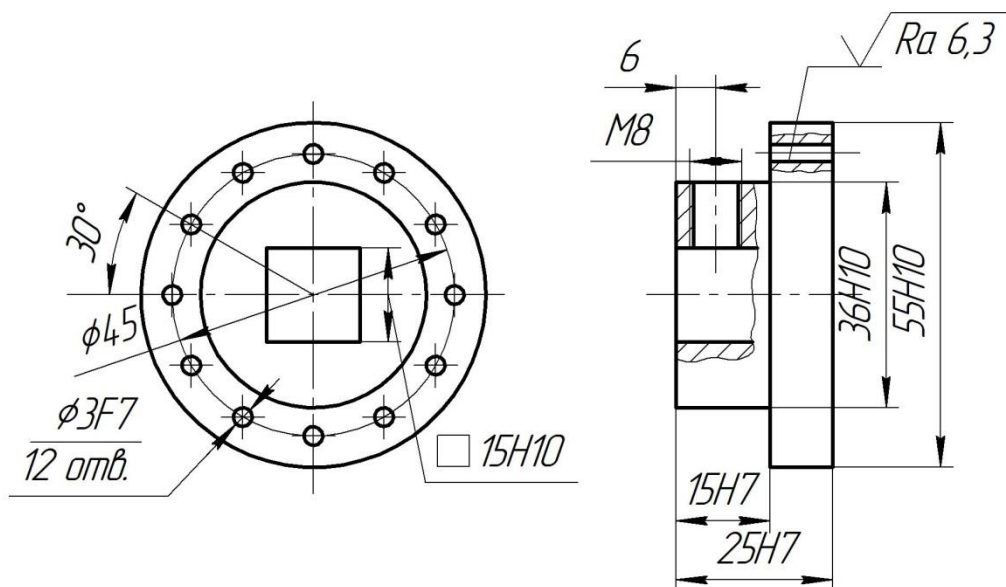
МНД, № подл.	Лист в докум.	Взам. унб. №	МНД, № докум.	Лист в докум.	Лист №	Лист №
--------------	---------------	--------------	---------------	---------------	--------	--------



- [illegible]

Формат А3
Зр. А1-20-3СК

✓ Ra 12,5 (✓)



2. Інші технічні вимоги за ОСТ 23.2 30-81

Инв. № подл.	Подп. и дата						СЗ 10.610			
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Барабан	Лист.	Масса	Масштаб	
		Разраб.	ЗЕЕЛЬ						0,150	1:1
Инв. № подл.	Подп. и дата	Проб.	Мачок							
		Т.контр.					Лист	Листов 1		
		Н.контр.	Мачок			Сталь 35 ГОСТ 1050-88	ЦНТУ			
		Утв.	Лещенко				гр. АІ-20-Зск			

Копировал

Формат А4

Перв. примен.	СЗ 10.615				$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$																																
Справ. №					A-A (2:1) 12H7 3* R10H7 R25H30																																
Подп. и дата	1. Не вказані відхилення розмірів, форми, розташування поверхонь по ОСТ 23.4.209-82. 2. * Розміри для довідок.				СЗ 10.615																																
Взам. инв. №	Инв. № дідл.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Изм.</td> <td style="width: 25%;">Лист</td> <td style="width: 25%;">№ докум.</td> <td style="width: 25%;">Подп.</td> <td style="width: 25%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>ЗЕЕЛЬ</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td>Мачок</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Мачок</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Лещенко</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.	ЗЕЕЛЬ				Пров.	Мачок				Т.контр.					Н.контр.	Мачок				Утв.	Лещенко				Палець			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																	
Разраб.	ЗЕЕЛЬ																																				
Пров.	Мачок																																				
Т.контр.																																					
Н.контр.	Мачок																																				
Утв.	Лещенко																																				
Инв. № подл.	22 ГОСТ 7417-85 В-Ст 5 5ГОСТ 380-81																																				