

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему.**

«Механізація вирощування ярого тритикале з удосконаленням
конструкції сівалки СЗ-3,6А

»

Виконав здобувач вищої освіти __ П __ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Бойко Сергій Олександрович

« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Зміст

	стор.
1. Вступ	6
2. Технологічна частина.....	8
3. Наукова частина	23
4. Охорона праці	41
5. Економічна частина	44
6. Висновок	46
Список використаної літератури	47
Додатки	49

Вступ

Єдиний сектор економіки держави, який стабільно розвивається є сільське господарство. Внутрішні та зовнішні інвестиції в сільськогосподарське виробництво мають позитивний ефект. Великий попит на продукти харчування у світі робить продукцію аграрного виробництва високоліквідною.

Україна є одним з провідних світових виробників та експортерів аграрної продукції та продуктів її переробки. Вона є другою в світі після США за експортом зернових культур [14]. В основному це ячмінь, кукурудза та пшениця.

Окрім цих лідерів наших полів у виробництві починають з'являтися нові, малознайомі аграріям культури. До них відноситься тритикале, яке є продуктом схрещування пшениці, як правило м'яких сортів та жита.

Особливістю даної культури є те, що завдяки генетиці в ній відображені найкращі властивості батьківських культур. Це високпродуктивна культура здатна давати урожаї до 90 ц/га і більше, добре переносить посушливий клімат, стійка до хвороб.

Завдяки цим властивостям тритикале активно займає свою нішу у виробництві.

Технологія вирощування тритикале не є новою для аграріїв. Вона аналогічна з технологією вирощування батьківських культур і має ті ж самі недоліки. В першу чергу це стосується виконання сівби, а саме, загортання насіння в ґрунт. Відомо, що для сівби використовують зернові сівалки оснащені дисковими сошниками. Вони добре виконують функцію борозноутворення навіть на погано підготовлених ґрунтах, але не забезпечують рівномірного загортання насіння по глибині через активність дисків, особливо зі збільшенням напруження, яке супроводжується затупленням їх лез.

Тому, в даній роботі поставлена мета забезпечити якісне загортання насіння по глибині протягом всього періоду експлуатації сівалки, шляхом використання сошників з пасивними ґрунторізальними елементами зі зміцненими лезами.

2. Технологічна частина.

2.1. Господарське значення тритикале ярого.

Господарське значення тритикале ярого полягає в його перспективності.

Це продукт схрещування пшениці і жита. Дані об'єднує те, що вони відносяться до злаків [12]. Але вимоги до факторів життя та умов середовища в них дуже різняться. Жито, на відміну від пшениці, не вимогливе до ґрунтових умов, воно добре розвивається на бідних ґрунтах. Воно також невимогливе до зниження температур навколишнього середовища до значних мінусових значень при яких рослини пшениці можуть пошкоджуватися. Дані культури також різняться будовою тіла та хімічним складом зернівок тощо. Але завдяки досягненням генетики вченим вдалося схрестити ці достатньо різні культури. Як і батьківські форми тритикале може бути яре та озиме. Воно увібрало в себе найкращі властивості обох культур. У виробництві використовують харчове та кормове тритикале.

Урожай продовольчого зерна тритикале ярого використовуються в харчовій промисловості. Зерно кормового тритикале використовують як складову комбікормів, а зелена маса – для безпосереднього згодовування тваринам, силосування приготування вітамінного борошна тощо.

2.2. Обґрунтування технології та організації використання машин.

Будь-яка технологія направлена на отримання високого та якісного урожаю та повинна бути економічно вигідною.

В базовій технологічній карті використана система машин, яка б забезпечила своєчасне та якісне виконання відповідних операцій

Попередники тритикале ярого. Тритикале яре, як правило, вирощують після просапних культур таких як цукрові буряки, кукурудза на силос, соя, соняшник. Попередником може бути також озима пшениця.

Обробіток ґрунту. Підготовка поля до вирощування тритикале ярого проводиться в системі зяблевого обробітку ґрунту. (рис 2.1). Зяблевій оранці передуює лушення, яке проводять одразу після збирання урожаю на глибину 6...8 см.. Дана операція забезпечується агрегатом в складі трактора ДТ-75 та лушильника ЛДГ-10. Лушення проводять в два сліди в напрямках, які перетинаються.

Зяблеву оранку виконують агрегатом в складі трактора Т-150К та плуга ПЛН 5-35. Глибина оранки – 20...22 см.

В систему обробітку ґрунту також входять операції ранньовесняного боронування, передпосівної культивуації з боронуванням, прокочування посівів, досходове та післясходове боронування.

Метою ранньовесняного боронування є вирівнювання поверхні поля та збереження вологи. Його виконання забезпечує агрегат в складі трактора ДТ-75, широкозахватної зчіпки СГ-21 та важких зубових борін БЗТС-1,0

Передпосівна культивуація забезпечується паровим культиватором КПС-4, який агрегатується з трактором Т-150.

Для покращення умов проростання насіння засіяну площу прикочують котком ЗККШ-6, який працює з трактором МТЗ-80.

Заключними операціями системи обробітку ґрунту є досходове та післясходове боронування. Дані операції виконують агрегатами в складі трактора МТЗ-80 та середніх зубових борін БЗСС-1,0, які за допомогою зчіпки СП-11У утворюють широкозахватний агрегат.

Посів. Заздалегідь до початку сівби посівний матеріал протруюють протруювачем ПС-10А. Сівбу проводять рядковим способом сівалкою СЗ-3,6, яка працює в агрегаті з трактором МТЗ-80.

Догляд за посівами. Протягом вегетації здійснюється постійний моніторинг стану посів на приклад засмічення бур'янами, наявності шкідників та хвороб. За необхідності застосовуються необхідні заходи направлені на усунення виявленого використанням пестицидів.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура – тритикале яре
Площа – 100 га
Урожайність – 70 ц/га

МЯТ 10.000 74

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговувальний персонал						Змінна норма виробітку	Витрати праці люд.год
		трактор комбайн	С-2 машини знаряддя	трактористи			робітники ручної праці				
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд	тарифна ставка		
Лущення на глибину 6-8 см	200 га	ДТ-75	ЛДГ-10	1	V	28,87	-	-	-	56	38,89
Оранка на глибину 20-22 см	100 га	T-150K	ПЛН-5-35	1	II	34,30	-	-	-	8,96	72,91
Раньовесняне боронування важкими боронами	100 га	ДТ-75	СГ-21 БЗТС-1,0	1	V	7,68	-	-	-	91,2	29,87
Передпосівна культивация з боронуванням на глибину загортання насіння	100 га	ДТ-75	КПС-4	1	II	29,87	-	-	-	19,1	156,36
Протруюється насіння	1 т	ПС-10 А		-	-	-	2	IV	20,32	70,2	3,99
Навантаження насіння	25 т	Вручну		-	-	-	2	IV	18,64	4,5	37,43
Транспортування насіння до поля	25 т	ГАЗ-3307	УЗСА-40	1	III	7,68	-	-	-	-	37,43
Завантаження мінеральних добрив	20 т	Вручну		-	-	-	2	IV	18,64	4,5	37,43
Транспортування насіння в поле заправка агрегату	10 т	T-16M		1	II	24,18	-	-	-	7,3	37,43
Сівба звичайним рядковим способом із внесенням мінеральних добрив	100 га	МТЗ-80	СС-7,2 2 СЗ-3,6А	1	V	29,7	-	-	-	18,7	37,43
Прикачування посівів	100 га	МТЗ-80	ЗККШ-3	1	III	24,12	-	-	-	54,7	12,8
Досходове бороновання	100 га	МТЗ-80	СП-11У БЗСС-1,0	1	V	29,87	-	-	-	47,9	14,67
Післядодове бороновання	100 га	МТЗ-80	СП-11У БЗСС-1,0	1	V	29,87	-	-	-	33,3	21,02
Обстеження посівів на виявлення бур'янів, шкідників і хвороб	100 га	Проводиться спеціалістом		-	-	-	-	-	-	7,0	-
Обкошування крайових смуг та прокошування загонів	3 га	ДОН-1500		1	III	7,68	-	-	-	9,9	2,12
Транспортування зерна з обкошів на тік	-	ГАЗ-3307		1	III	7,68	-	-	-	0,3	2,12
Пряме комбайнування з подрідненням та розкиданням солом по полю	97 га	JOHN DEERE 1075		1	III	32,8	-	-	-	16,8	68,59
Питранспортування зерна від комбайна	-	ГАЗ-3307		1	III	7,68	-	-	-	-	68,59
Очищення та сортування зерна	460 т	ЗАВ-20		1	V	20,59	-	-	-	350	47,65
Сушіння зерна	460 т	Вручну		-	-	-	4	-	18,24	4,5	1680
Транспортування зерна на склад	460т	У13-Т1-50		1	V	20,59	-	-	-	350	47,65
Транспортування подрідленої солом	460 т	ЮМЗ-6/1	2ПТС-4	1	III	24,12	-	-	-	12,4	152,42
Скиртування подрідленої солом	460 т	ЮМЗ-6/1	ПФ-05	1	III	24,12	-	-	-	25	378

Рис. 2.1. Технологічна карта (базова) на вирощування тритикале ярого.

Удобрення. Під час сівби та при догляді за посівами передбачається внесення мінеральних добрив. Основою для вибору того чи іншого добрива та його кількості є ґрунтова та рослинна діагностика.

Збирання урожаю. Збирання урожаю зерна та незернової частини здійснюють комбайном JOHN DEERE 1075 прямим комбайнуванням.. Перед початком робіт комбайном ДОН-1500 обкошують краї поля.

Очищення та сортування зерна. Його проводять в умовах току на зерноочисному агрегаті ЗАВ-20.

Технологічна карта також передбачає використання цілого ряду транспортних та навантажувальних операцій. Для цього використовується відповідна техніка.

2.3. Розробка операційної технології сівбу тритикале ярого.

Базовою технологією передбачено виконання сівби сівалкою СЗ-3,6А в агрегаті з трактором МТЗ-80.

Недоліками такого посівного агрегату є мала продуктивність та низький коефіцієнт використання потужності трактора. Все це негативно впливає на техніко-економічні показники вирощування тритикале ярого.

За результатами проведеного аналізу пропонується для посіву використати широкозахватний агрегат в складі трактора МТЗ-80, двох сівалок СЗ-3,6А та зчіпки СС-7,2 виробництва НВК «Роста» м. Мелітополь.

2.3.1. Розрахунок складу кукурудзозбирального агрегату

Розрахунок базового та проектного агрегатів проводимо за методикою [8].

Вихідні дані для розрахунку базового агрегату:

- вага трактора МТЗ-80 - $G_{тр} = 33,4 кН$;
- вага сівалки СЗ-3,6А - $G_{свал} = 12,5 кН$;
- коефіцієнт опору кочення – $f = 0,16$
- робоча швидкість - $V = 9...12 км / год$;
- урожайність зерна – $Q = 70 ц / га$

Для забезпечення вказаної робочої швидкості трактор може працювати на IV або V передачах трансмісії.

Для взятих передач визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням умов:

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}}}{n_{\text{дв}} \cdot r_0} - G_{\text{мп}}(f + i), \text{кН} \quad (2.1)$$

де N_e – номінальна потужність двигуна трактора ($N_e = 58,9 \text{кВт}$);

$i_{\text{мп}}$ – передаточне число трансмісії ($i_{\text{мIV}} = 68,0$; $i_{\text{мV}} = 57,4$);

$\eta_{\text{мп}}$ – механічний ККД трансмісії ($\eta_{\text{мп}} = 0,92$);

$n_{\text{дв}}$ – номінальна частота обертання колінчастого валу ($n_{\text{дв}} = 2200 \text{хв}^{-1}$);

r_0 – радіус ведучих коліс з урахуванням усадки, $r = 0,73 \text{м}$;

$G_{\text{мп}}$ – вага трактора, кН ($G_{\text{мп}} = 33,4 \text{кН}$)

f – коефіцієнт опору коченню ($f = 0,16$);

i – величина нахилу схилу поля ($i = 0,02$)

Тоді

$$P_{\text{зак}}^{\text{IV}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 68,0 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400(0,16 + 0,02) = 16,9 \text{кН}$$

$$P_{\text{зак}}^{\text{V}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400(0,16 + 0,02) = 13,4 \text{кН}$$

Максимальна ширина захвату на IV та V передачах

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{зак}} - R_{\text{зчп}}}{K + R_{\text{і}}}, \quad (2.2)$$

де $R_{\text{зчп}}$ опір зчіпки, кН ;

$$R_{\text{зчп}} = G_{\text{зчп}} \cdot (f + i) \quad (2.3)$$

де $G_{\text{зчп}} = 4900 \text{Н}$ - вага зчіпки;

Тоді

$$R_{\text{зчп}} = 4900 \cdot (0,16 + 0,02) = 882 \text{Н} = 0,88 \text{кН}$$

Питомий опір з поправкою на швидкість

$$K_v = K_n [1 + \Pi_n (V_p - V_0)], \quad (2.4)$$

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

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

V_p - робоча швидкість агрегату, км/год

$V_0 = 5 \text{км/год}$ - швидкість

Робоча швидкість руху агрегату, враховуючи буксування

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.5)$$

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

Теоретична швидкість на взятих передачах

$$V_t = 0,377 \frac{n_{\text{дв}} \cdot r_n}{i_m}, \quad (2.6)$$

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

Тоді

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

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

Тоді

$$V_p^{IV} = 9,6 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 8,64 \text{ км / год}$$

$$V_p^V = 11,4 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 10,26 \text{ км / год}$$

Отже

$$K_v^{IV} = 1500[1 + 0,012 \cdot (8,64 - 5,0)] = 1565 \text{ Н / м}$$

$$K_v^V = 1500[1 + 0,012 \cdot (10,26 - 5,0)] = 1595 \text{ Н / м}$$

При русі на підйом виникає опір

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i \quad (2.7)$$

де B_k - конструктивна ширина захвату машини, м

Тоді

$$R_i = \frac{12,5}{3,6} \cdot 0,02 = 0,069 \text{ кН / м}$$

Отже

$$B_{\text{max}}^{IV} = \frac{16,9 - 0,88}{1,5 + 0,069} = 10,2 \text{ м}$$

$$B_{\text{max}}^V = \frac{13,4 - 0,88}{1,5 + 0,069} = 8,0 \text{ м}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k} \quad (2.8)$$

Отже

$$n_c = \frac{10,2}{3,6} = 2,8 \text{ приймаємо 3 сівалки}$$

$$n_c = \frac{8,0}{3,6} = 2,2 \text{ приймаємо 2 сівалки}$$

Тяговий опір агрегату

$$R_{aep} = (R + R_i) \cdot B_k \cdot n_k + R_{зч} \quad (2.9)$$

$$R_{aep}^{IV} = (1,5 + 0,069) \cdot 3,6 \cdot 3 + 0,88 = 17,8 \text{ кН}$$

$$R_{aep}^V = (1,5 + 0,069) \cdot 3,6 \cdot 2 + 0,88 = 11,0 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{mз} = \frac{R_{aep}}{P_{зак}} \quad (2.10)$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{17,8}{16,9} = 1,05$$

$$\eta_{mз}^V = \frac{11,0}{13,4} = 0,82$$

Видно, що робота трактора на четвертій передачі з трьома сівалками неможлива через перевантаження двигуна.

Проте, робота на п'ятій передачі з робочою швидкістю $V_p^V = 10,26 \text{ км/год}$ з двома сівалками є ефективною з ідеальним завантаженням двигуна трактора. При цьому ширина захвату посівного агрегату складатиме 7,2 м.

Розрахуємо продуктивність агрегату.

Змінна продуктивність агрегату:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га/зм} \quad (2.11)$$

де V_p - робоча швидкість, $V_p^V = 10,26 \text{ км/год}$;

T_p - робочий час зміни;

$$\text{де } T_{зм} = 7 \text{ год} - \text{час зміни} \quad (2.12)$$

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

B_p - ширина захвату агрегату, $B_p = 7,2 \text{ м}$;

Підставивши вихідні дані в формулу (2.11) отримаємо продуктивність проектного агрегату

$$W_{3M}^{np} = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 10,26 \cdot 5,6 = 41,4 \text{га} / \text{зм}$$

Розрахунок витрат палива в $\text{кг} / \text{га}$

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (2.13)$$

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

$$Q_{3M} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \text{кг} / \text{год} \quad (2.14)$$

де Q_p, Q_x, Q_z -годинна витрата палива на здійснення робочих, холостих ходів і на зупинках, $\text{кг} / \text{год}$;

T_p, t_x, t_z - час на робочі, холості ходи та зупинки

Для розрахунків приймаємо $t_x = t_z$

Тоді

$$t_x = t_z = \frac{T_{3M} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год} \quad (2.15)$$

Призначаємо величини відповідних витрат палива

$$Q_p = 15,9 \text{кг} / \text{год}, Q_x = 10,2 \text{кг} / \text{год}, Q_z = 2,1 \text{кг} / \text{год}$$

Змінні витрати палива

$$Q_{3M}^{np} = 15,9 \cdot 5,6 + 10,2 \cdot 0,7 + 2,1 \cdot 0,7 = 97,65 \text{кг} / \text{зм}$$

Тоді, погектарні витрати

$$Q_{\text{га}}^{np} = \frac{15,9 \cdot 5,6 + 10,2 \cdot 0,7 + 2,1 \cdot 0,7}{41,4} = 2,4 \text{кг} / \text{га}$$

Наведені розрахунки вказують на ефективність роботи проектного агрегату.

Аналогічні розрахунки виконаємо для базового агрегату, складеного з трактора МТЗ-80 та однієї сівалки СЗ-3,6А.

Всі вихідні дані для розрахунку аналогічні проектним.

Як і в проектному варіанті агрегат працює на четвертій та п'ятій передачах.

$$P_{\text{зак}}^{IV} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 68,0 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400(0,16 + 0,02) = 16,9 \text{кН}$$

$$P_{\text{зак}}^V = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400(0,16 + 0,02) = 13,4 \text{кН}$$

Максимальна ширина захвату на IV та V передачах

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (2.16)$$

Питомий опір з поправкою на швидкість

$$K_v = K[1 + \Pi_n(V_p - V_0)], \quad (2.17)$$

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

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

V_p - робоча швидкість агрегату, км / год

$V_0 = 5 \text{ км / год}$ - швидкість

Робоча швидкість руху агрегату, враховуючи буксування

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.18)$$

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

Теоретична швидкість на взятих передачах

$$V_m = 0,377 \frac{n_{\text{дв}} \cdot r_n}{i_m}, \quad (2.19)$$

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

Тоді

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

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

Тоді

$$V_p^{IV} = 9,6 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 8,64 \text{ км / год}$$

$$V_p^V = 11,4 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 10,26 \text{ км / год}$$

Отже

$$K_v^{IV} = 1500[1 + 0,012 \cdot (8,64 - 5,0)] = 1565 \text{ Н / м}$$

$$K_v^V = 1500[1 + 0,012 \cdot (10,26 - 5,0)] = 1595 \text{ Н / м}$$

При русі на підйом виникає опір

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i \quad (2.20)$$

де B_k - конструктивна ширина захвату машини, м

Тоді

$$R_i = \frac{12,5}{3,6} \cdot 0,02 = 0,069 \text{ кН / м}$$

Отже

$$B_{\max}^{IV} = \frac{16,9}{1,5 + 0,069} = 10,8 \text{ м}$$

$$B_{\max}^V = \frac{13,4}{1,5 + 0,069} = 8,5 \text{ м}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k} \quad (2.21)$$

Отже

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

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

Видно, що базовий агрегат, як і проектний може складатися з двох чи трьох сівалок. Але, фактично, відповідно до технологічної карти використовується односівалковий агрегат, для якого визначимо тяговий опір для відповідних передач

Тяговий опір агрегату для обох передач буде однаковий

$$R_{agr}^{IV} = (1,5 + 0,069) \cdot 3,6 \cdot 1 = 5,65 \text{ кН}$$

$$R_{agr}^V = (1,5 + 0,069) \cdot 3,6 \cdot 1 = 5,65 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{mз} = \frac{R_{agr}}{P_{зак}} \quad (2.22)$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{5,65}{16,9} = 0,33$$

$$\eta_{mз}^V = \frac{5,65}{13,4} = 0,42$$

Видно, що робота трактора на обох передачах не забезпечує оптимальне завантаження його двигуна.

Проте, робота на п'ятій передачі з робочою швидкістю $V_p^V = 10,26 \text{ км / год}$ з однією сівалкою є більш ефективною.

Змінна продуктивність агрегату

$$W_{зм}^{\sigma} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10,26 \cdot 5,6 = 20,7 \text{ га / зм}$$

Розрахунок витрат палива в $кг/га$

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.23)$$

де $Q_{зм}$ - витрата палива за зміну, $кг$;

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, кг/год \quad (2.24)$$

де Q_p, Q_x, Q_z –годинна витрата палива на здійснення робочих, холостих ходів і на зупинках, $кг/год$;

T_p, t_x, t_z – час на робочі, холості ходи та зупинки

Для розрахунків приймаємо $t_x = t_z$

Тоді

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год} \quad (2.25)$$

Призначаємо величини відповідних витрат палива
 $Q_p = 15,6 кг/год, Q_x = 10,0 кг/год, Q_z = 1,9 кг/год$

Змінні витрати палива

$$Q_{зм}^{\phi} = 15,6 \cdot 5,6 + 10,0 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7 = 95,69 кг/зм$$

Тоді, погектарні витрати

$$Q_{га}^{\phi} = \frac{15,9 \cdot 5,6 + 10,2 \cdot 0,7 + 2,1 \cdot 0,7}{20,7} = 4,9 кг/га$$

З розрахунків видно, що проектний варіант посівного агрегату економічно набагато вигідніший. Він має вдвічі більшу продуктивність, при майже вдвічі менших витратах палива. Крім того, набагато ефективніше використовується потужність двигуна трактора.

2.4. Розрахунок операційної карти на сівбу.

2.4.1. Підготовка агрегату до роботи.

Підготовка агрегату до роботи полягає в комплексній перевірці його складових про можливість виконання ними технологічного процесу. Як раніше зазначалось, посівний агрегат складається з трьох складових: трактора МТЗ-80, зчіпки СС-7,2, двох сівалок СЗ-3,6А.

Перед сівбою необхідно перевірити механічної трансмісії трактора, системи освітлення, гідравлічної системи на можливість працювати з двома гідрофікованими сівалками. Виконують заходи по підготовці до роботи зчіпки [8].

При підготовці сівалки звертають увагу на плавність роботи механізму приводу. На регульовальному майданчику встановлюють норму висіву, як насіння так і добрив. Розраховують та встановлюють необхідний виліт маркерів. Також регулюють сошники на задану глибину загортання насіння.

При першому проході в полі проводять необхідні підрегулювання.

2.4.2. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля до сівби полягає в створенні сприятливих умов для руху посівного агрегату та загортання насіння і добрив. Також при цьому визначаються з параметрами загінки, та відповідно з ними розмічають поле. Розраховують та розмічають поворотні смуги, визначаються зі способом руху агрегату.

Спосіб руху агрегату – гоновий човниковий [8,10]

Ширина поворотної смуги визначається з виразу:

$$E = 3 \cdot R_{\min} + L_a^k, \quad (2.26)$$

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

L_a^k – кінематична довжина агрегату, м.

За рекомендаціями [] мінімальний радіус повороту двосівалкового агрегату

$$R_{\min} = 1,2 B_a \quad (2.27)$$

де B_a – ширина захвату агрегату, м;

$$R_{\min} = 1,2 \cdot 7,2 = 8,64 \text{ м}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо з виразу

$$L_a^k = L_{mp} + L_m + L_{зчп}, \quad (2.28)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, м ($L_{mp} = 0,94 \text{ м}$) [8];

L_m – кінематична довжина зернової сівалки, м ($L_m = 3,23 \text{ м}$) [8];

$L_{зчп}$ – кінематична довжина зчіпки, м ($L_{зчп} = 4,45 \text{ м}$) [8].

$$L_a^k = 0,94 + 3,23 + 4,45 = 8,62 \text{ м}$$

Тоді

$$E = 3 \cdot 8,64 + 8,62 = 34,5 \text{ м}$$

Ширина поворотної смуги має бути кратною ширині захвату агрегату

$$E = m \cdot B_a,$$

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

$$m = \frac{34,5}{7,2} = 4,8 \approx 5$$

$$E = 5 \cdot 7,2 = 36,0 \text{ м}$$

Оптимальна ширина загінки

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot B_a \cdot L + 16 \cdot R_{min}^2}, \quad (2.29)$$

де L – довжина гону, м ($L = 750 \text{ м}$).

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot 7,2 \cdot 750 + 16 \cdot 8,64^2} = 109,5 \text{ м}$$

Тут оптимальна ширина загінки має бути кратною ширині захвату агрегату.

$$\kappa = \frac{C_{opt}}{B_a} \quad (2.30)$$

$$\kappa = \frac{109,5}{7,2} = 15,2$$

Приймаємо

$$\kappa = 15,0$$

$$C_{opt}^1 = 15 \cdot 7,2 = 108,0 \text{ м}$$

Кількість загінок

$$K_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C_{opt}^1} = \frac{10^4 \cdot 100}{750 \cdot 108} = 12,3, \quad (2.31)$$

де F – площа поля, га ($F = 100 \text{ га}$).

Приймаємо 12 загінок.

2.4.3. Розрахунок показників організації процесу

Розрахуємо тривалість циклу [8]

$$T_{ц} = \frac{12 \cdot L_p^3}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (2.32)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м

$V_p = 10,26 \text{ км/год}$ - робоча швидкість;

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

Тут

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

Тоді

$$L_p = 750 - 2 \cdot 36 = 678 \text{ м}$$

Отже

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 768}{10^2 \cdot 10,26} + 2 \cdot 1,5 = 12,0 \text{ хв} \approx 0,2 \text{ год}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, $га/ц$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \cdot \tau = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 10,26 \cdot 0,2 \cdot 0,7 = 1,03 \text{ га/ц} \quad (2.33)$$

Визначимо кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{41,4}{1,03} = 40,0 \text{ ц/зм} \quad (2.34)$$

2.4.4. Контроль якості виконання технологічної операції

Контроль якості виконання сівби проводиться згідно усталеним вимогам.

3. Наукова частина.

3.1. Мета і задачі досліджень.

Мета роботи: удосконалення технологічного процесу сівби ярого тритикале.

Відповідно до сформульованої мети поставлені наступні задачі:

- проаналізувати існуючі технології вирощування ярого тритикале, встановити перспективні напрями їх розвитку;
- проаналізувати існуючі конструкції зернових сівалок та сошників;
- експериментально обґрунтувати доцільність загострення лез сошників на стадії виробництва.

Об'єкт дослідження – процес утворення борозни сошником при сівбі зернових культур.

Предмет дослідження – конструкція та параметри полозкових сошників зернової сівалки.

Наукова новизна:

- обґрунтовано доцільність відмови загострення лез сошників на стадії виробництва.

3.2.Огляд технологій вирощування ярих зернових культур.

Технологій вирощування ярих зернових культур, в тому числі і тритикале яре, розвиваються в основному двома напрямками. Це традиційні інтенсивні технології, де підготовка поля до вирощування проводиться в системі зяблевого обробітку ґрунту та енергозберігаючі технології, які передбачають мінімізацію або повне виключення механічного обробітку ґрунту. Це технології no-till, mini-till та strip-till. Ці технології різняться не лише різним ступенем впливу на ґрунтове середовище, а й будовою посівної техніки. Сівалки для мінімальних технологій оснащені загортаючими системами, які діють на ґрунт зі значно більшим зусиллям, тому мають велику вагу, негативно впливають на фізико-механічні властивості ґрунту.

Розглянемо деякі сівалки, які можуть бути задіяні для сівби тритикале ярого за різними технологіями.

3.3.Огляд конструкцій сівалок для сівби ярих зернових культур.

Останнім часом на ринку посівної техніки України можна бачити сівалки прямої сівби для мінімальних технологій різних виробників, як вітчизняних так і закордонних. Це механічні чи пневмомеханічні сівалки централізованого висіву.

На полях можна бачити турецькі зернові сівалки прямої сівби ANZEK 18 торгової марки Alpturka (рис. 3.1). Робоча ширина захвату сівалки – 2,7 м. Для задовільного протікання сівби вона має значну вагу – 2800 кг [15].



Рис. 3.1. Сівалка прямої сівби ANZEK 18 (Туреччина).



Рис.3.2. Сошник сівалки ANZEK 18.

Сошникова група приєднана до рами за допомогою паралелограмної підвіски, що має позитивний вплив на стабільність її руху.

Сівалка має оригінальні за конструкцією дифазні дводискові сошники (рис. 3.2). На корпусі сошника встановлено плоский та вирізний диск більшого діаметра. Останній виконує функцію турбодиска.

Знайшли своє використання на наших полях сівалки фірми Lemken (Німеччина) [16]. Це механічні чи пневмомеханічні сівалки Saphir, Solitair для прямої чи традиційної сівби. Завдяки наявності безступінчастого редуктора забезпечується плавне регулювання норми висіву в межах 5...500 кг/га (рис.3.3).



Рис. 3.3. Сівалка пневмомеханічна Solitair 9 (Lemken, Німеччина).

Спільним для обох типів сівалок є схожість за конструкцією дводискових сошників (рис. 3.4). Часто це сошники з асиметричним розміщенням дисків. Кріпляться до рами паралелограмною підвіскою та оснащені прикочуючим колесом з функцією контролю глибини.



Рис.3.4. Дводисковий сошник Lemken.

Вітчизняна сівалка прямого висіву виробництва заводу «Ремсинтез» СІЧ-3,6 (рис. 3.5) як і сівалка ANZEK 18 призначена для висіву зернових, зернобобових культур, але на відміну від останньої має в конструкції турбодиски, які розрізають необроблений ґрунт перед дводисковими сошниками [17].



Рис. 3.5. Сівалка прямої сівби Січ 3,6 (Україна).

На ринку посівної техніки можна бачити пневмомеханічну сівалку прямої сівби PRIMERA DMC AMAZONE (рис 3.6). Дана сівалка може успішно працювати і за традиційною технологією. Вона представляє собою модульну конструкцію. На окремих платформах розміщено бункер для насіння і добрив і загортаюча система.



Рис. 3.6. Сівалка прямої сівби PRIMERA DMC AMAZONE (Німеччина).

Особливістю цієї сівалки є те, що вона комплектується долотоподібними сошниками з гострим кутом входження в ґрунт (рис. 3.7).



Рис.3.7 Долотоподібний сошник AMAZONE .

Від добре працює в умовах прямої сівби, розпушуючи одночасно ґрунт на глибині загортання насіння.

SPARTAN II 607 Great Plains (рис.3.8) за призначенням і компоновкою схожа з сівалкою AMAZONE, але є більш компактною. Фірма Great Plains на відміну від AMAZONE віддає перевагу дводисковим сошникам, як більш універсальним. Але при цьому вони встановлюють перед сошниками турбодиски для покращення умов роботи останніх



Рис. 3.8. Сівалка прямої сівби PRIMERA SPARTAN II 607 Great Plains (США).

Найбільш широко на ринку посівної техніки представлені сівалки для традиційних технологій вирощування зернових культур.



Рис. 3.9. Сівалка CZ-3,6A (Україна).

Зернова сівалка CZ-3,6A (рис. 3.9), одна з базових сівалок, яка вже багато років успішно працює на наших полях. Вона добре працює на різних агрофонах завдяки використанню в якості загортаючих систем дводискових сошників (рис. 3.10). Універсальність цих сошників це не завжди добре. В силу своєї активності вони добре розрізають ґрунт, навіть погано підготовлений до сівби.



Рис.3.10. Дводисковий сошник сівалки CZ-3,6A.

Але та ж активність дисків не в повній мірі забезпечує рівномірність загортання насіння по глибині.

Таким чином, огляд конструкцій деяких сівалок, як для прямої сівби так і для традиційних технологій показав, що більшість з них оснащені дводисковими сошниками.

На увагу заслуговує полозковий сошник (рис. 3.12) проф. П.В. Сисоліна (ЦНТУ) [11] спроектований для сівалки ЗС-3,6 (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Сівалка ЗС-3,6 (Україна).

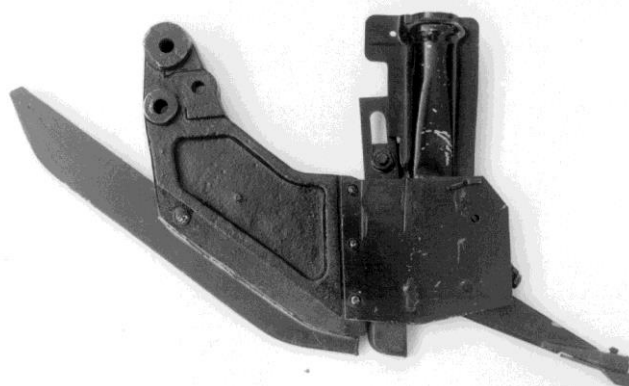


Рис.3.12. Полозковий сошник сівалки ЗС-3,6.

Він добре працює на підготовлених під посів зернових культур. Полозок сошника розрізає ґрунт, борозноутворююча п'ятка формує ущільнене дно борозни, чим забезпечує рівномірну заробку насіння на задану глибину. Загортаюча п'ятка загортає насіння ґрунтом.

В даній роботі запропоновано на сівалку СЗ-3,6А встановити полозковий сошник, використавши для його приєднання до рами паралелограмну підвіску.

Спільним для всіх ґрунторізальних елементів сошників є те, що при взаємодії з ґрунтом вони затупляються. Це негативно впливає на якість заробки насіння та їх тяговий опір. Відповідно до поставлених завдань виконаємо

експериментальні дослідження по впливу напрацювання на характер формоутворення леза та тяговий опір сошника.

3.4.Методика експериментальних досліджень.

3.4.1. Програма експериментальних досліджень.

Експериментальні дослідження передбачали вирішення наступних задач:

- визначення лінійного зносу попередньо загострених та незагострених лез полозків;
- визначення динаміки змін профілів лез від напрацювання;
- визначення динаміки зміни тягового опору попередньо загострених та незагострених лез полозків.

3.4.2. Методика визначення лінійного зносу, характеру формоутворення леза та тягового опору сошників в польових умовах.

Дані дослідження проводились в умовах дослідного поля ЦНТУ. Використовувався посівний агрегат, складений з трактора Т-4, пристрою для визначення тягового опору сівалки та макета зернової сівалки.

Лінійний знос визначали за допомогою мікрометра МК 50-75 мм ГОСТ 6507-90. Заміри проводили через кожні 5 га до 25 га напрацювання на сошник.

Визначення динаміки зміни профілю леза проводили методом зняття відбитків з наступним фотографуванням цифровою камерою через аналогічні інтервали напрацювання.

Тяговий опір визначали за допомогою тягоміра розробленого на кафедрі сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Загальний вигляд посівного агрегату

3.5.Результати експериментальних досліджень

3.5.1. Лінійний знос лез полозків сошників

Розміри знімали в зоні найбільшого зносу полозків. Це зона перегину леза.

Після обробки отриманих результатів будуюмо відповідні графічні залежності (рис. 3.14).

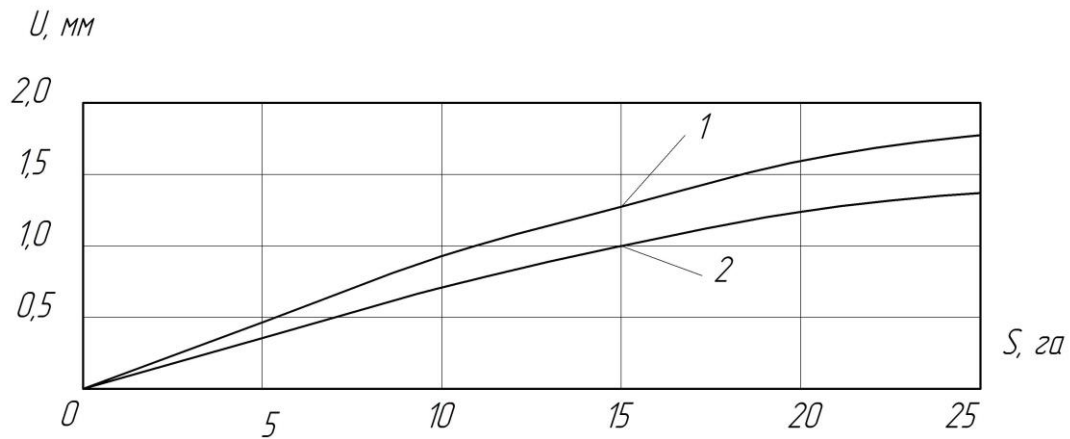


Рис. 3.14. Графік залежності лінійного зносу лез полозків сошників від напрацювання: 1 – попередньо загострених; 2 – не загострених.

Видно, що полозок з попередньо загостреним лезом інтенсивно піддається зношуванню. Це, очевидно, пояснюється тим, що площа контакту леза з ґрунтом, як абразивним середовищем, дуже мала і напрям зносу стрімко переміщується в «тіло» полозка. Лінійний знос незагостреного леза менший протягом всього періоду напрацювання. Тут скоріше на початку спостерігається масовий знос, заокруглення кромки леза до набуття якогось стабілізованого профілю, аж потім має місце, як і першому випадку знос вглиб полозка.

Підтвердженням вказаному є вивчення характеру формування профілю леза

Таблиця 3.1

Динаміка зміни профілів лез полозків від напрацювання

Початковий стан леза	Напрацювання, га				
	5	10	15	20	25
Загострене					
Не загострене					

Наведені результати експериментальних досліджень вказують на те, що знос лез, як результат, їх затуплення, формування стабілізованого профілю будуть безпосередньо впливати на зміну тягового опору сошника.

Обробивши дані динамометрування побудуємо графічні залежності тягового опору полозкових сошників з початковим загостреним та не загостреним лезами полозків (рис. 3.15).

Видно, що тяговий опір сошника з попередньо загостреним лезом полозка має початковий тяговий опір 74 Н, але з напрацюванням зростає внаслідок затуплення і досягає максимального значення в 112 Н внаслідок стабілізації профіля при напрацюванні приблизно 25 га. В свою чергу, сошник з не загостреним лезом полозу на початковому етапі має максимальний тяговий опір (128 Н). З напрацюванням 15 ... 20 га профіль леза стабілізується і тяговий опір набуває свого мінімального значення близького до максимального значення яке має сошник з попередньо загостреним лезом при напрацюванні 25 га.

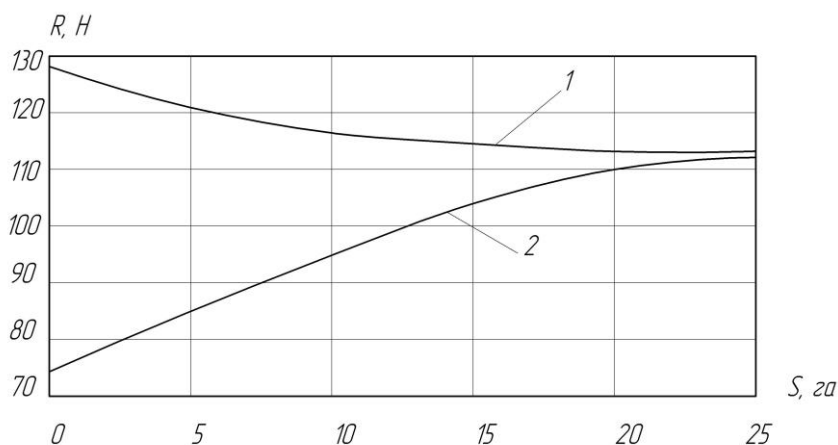


Рис. 3.15. Графічні залежності тягового опору полозкових сошників від початкового стану леза: 1 - загострене; 2 – не загострене.

Аналіз отриманих залежностей вказує недоцільність загострення лез полозків чи інших різальних елементів. Загострення – це штучне видалення металу внаслідок чого пришвидшиться втрата початкової геометрії леза.

Доцільно було б на стадії виробництва забезпечити зміцнення незагостреного леза для формування ефекту самозагострення.

3.6. Технологічні розрахунки

3.6.1. . Розрахунок параметрів полозкового сошника

Якість загортання насіння у ґрунт залежить від конструктивних параметрів та особливостей будови і виконання ним заданого технологічного процесу сошника.

Полоскові сошники мають найкращі показники щодо вздовжрядкової рівномірності розподілу насіння та оптимальної ширини борізки, яку він утворює [11].

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 3.16) необхідно, щоб відстань L від заднього обрізу його щік до заднього краю полоза була більшою глибини L_0 осипання ґрунту у внутрішню частину сошника на незначних швидкостях руху агрегату.

Визначимо глибину осипання L_0 ґрунту [2,11]

$$L_0 = \frac{(h - a \cdot b^n)}{\operatorname{tg} \alpha} + 0,5b, \quad (3.1)$$

де h – максимальна глибина ходу сошника, мм ($h=90$ мм);

b – відстань між щоками сошника, мм (для загортання насіння зернових $b=30$ мм);

a та n – експериментальні коефіцієнти (для сухого піску $a=7,245$ $n=0,367$);

α – кут природного відкосу ґрунту (при нормальній вологості ґрунту $\alpha=35^\circ$).

$$L_0 = \frac{(90 - 7,245 \cdot 30^{0,367})}{\operatorname{tg} 35^\circ} + 0,5 \cdot 30 = 4,3 \text{ мм}$$

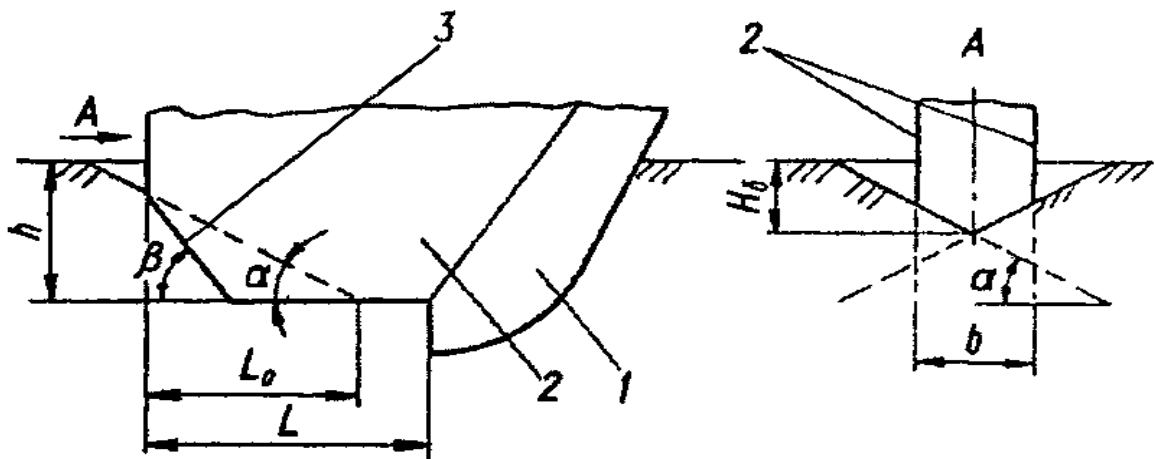


Рис. 3.16. Зона заповнення ґрунтом простору між щоками сошника: 1 – полоз; 2 – щоки сошника; 3 – нижній похилий обріз щік.

На якісну роботу сошника має вплив також нижній обріз щік та полоза. Насіння може бути загорнене нижніми, більш вологими шарами ґрунту, За умови, що нижній обріз полоза виконано за твірною конуса осипання, тобто з кутом нахилу β , що відповідає природному куту укосу ґрунту. В зв'язку з цим спочатку обсипатимуться нижні, вологозабезпечені шари, а потім верхні, які утримувались верхніми обрізами щік.

3.6.2. Кінематичний та силовий аналіз механізму приводу.

Загальне передаточне відношення механізму передач [9] (рис. 3.17).

$$i_{\text{заг}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 = 0,256 \quad (3.2)$$

Призначаємо $i_1 = 1,44$; $z_1 = 16$

Тоді

$$z_2 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{16}{1,14} = 14,04$$

Приймаємо $z_2 = 14$

Уточнюємо значення i_1

$$i_1 = \frac{16}{14} = 0,143$$

Знаходимо оберти на другому валу механізму приводу

$$n_2 = n_1 \cdot i_1,$$

де $n_1 = n_k$

$$n_k = \frac{60 \cdot V_c (1 - \delta)}{\pi \cdot D_k}, \quad (3.3)$$

де V_c – швидкість сівалки ($V_c = 10,26 \text{ км/год} = 2,85 \text{ м/с}$)

δ - коефіцієнт ковзання приводного колеса (для пневматичних коліс $\varepsilon = 0,05$);

D_k - діаметр приводних коліс (з урахуванням прогину шини

$$D_k = 1,18 \text{ м } D_{\text{хк}} = 1,18 \text{ м})$$

Тоді

$$n_k = \frac{60 \cdot 2,85 (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 1,18} = 43,806 / \text{хв}$$

$$n_2 = 43,8 \cdot 1,143 = 50,0606 / \text{хв}$$

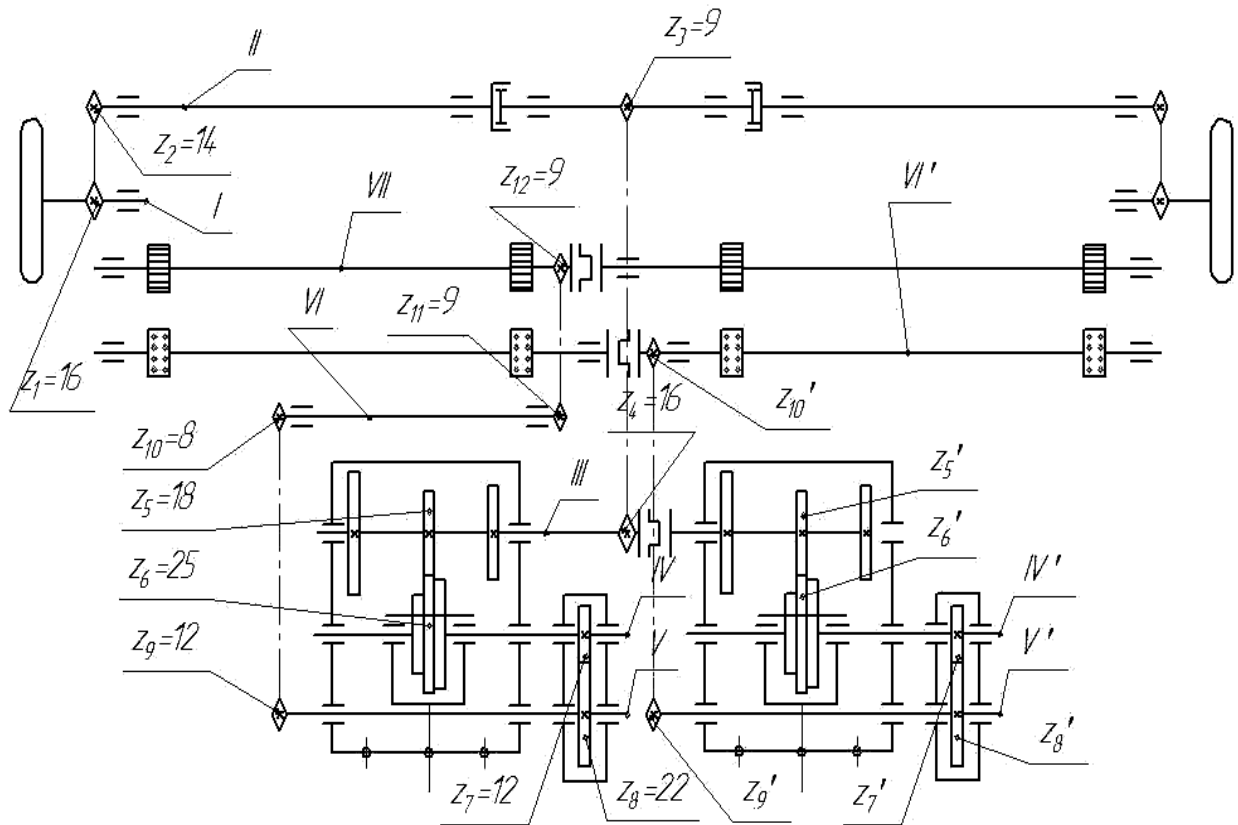
$$i_2 = 0,55 \text{ Ta} \quad Z_3 = 9$$


Рис. 3. 17. Кінематична схема механізму передач сівалки СЗ-3,6А

Тоді

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

Округляємо кількість зубів Z_4 до цілого значення, приймаємо $Z_4=16$ і уточнюємо значення i_2

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

Розраховуємо оберти на третьому валу механізму привода

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 50,06 \cdot 0,563 = 28,1806 / \text{xb}$$

Призначаємо

$$i_3 = 0,7 \text{ та } Z_5 = 18$$

Тоді

$$z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{18}{0,7} = 25,73$$

Приймаємо $Z_6 = 25$

Уточнюемо i_3

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{18}{25} = 0,72.$$

Визначаємо оберти на четвертому валу механізму привода:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 28,18 \cdot 0,72 = 20,29 \text{ об / хв}$$

Призначаємо

$$i_4 = 0,55 \text{ та } Z_7 = 12$$

Тоді

$$z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{12}{0,55} = 21,82$$

Округляємо число зубів і приймаємо $Z_8 = 22$.

Уточнюємо величину передаточного відношення i_4

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{12}{22} = 0,545$$

Визначаємо оберти на п'ятому валу механізму привода:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 20,29 \cdot 0,545 = 11,06 \text{ об / хв}$$

Призначаємо

$$i_5 = 1,0 \text{ та } Z_9 = 8$$

Тоді

$$n_6 = n_5 = 11,06 \text{ об / хв та } Z_7 = 12$$

Значення останнього передаточного відношення механізму привода

$$i_6 = \frac{i_{заг}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5} = \frac{0,256}{0,143 \cdot 0,563 \cdot 0,72 \cdot 0,545 \cdot 1,0} = 1,02 \quad (3.4)$$

Призначаємо

$$i_6 = 1,0 \text{ та } Z_{11} = Z_{12} = 8$$

Частота обертання валу висівних апаратів становить

$$n_{ва} = n_6 = 11,06 \text{ об / хв}$$

Силовий аналіз механізму передач.

Максимальний крутний момент на валу зернових висівних апаратів відповідно ГОСТ 18443-75 не повинен бути більшим 28,8 Нм [2,11].

Таким чином відповідно до кінематичної схеми

$$M_{VII} = 28,8 \text{ Нм}$$

Значення крутних моментів на послідовних валах механізму привода

$$M_{n-1} = \frac{M_n \cdot i_{n-1}}{\eta_{заг}}, \quad (3.5)$$

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

$\eta_{заг}$ - загальний ККД механізму передач.

З урахуванням цього

$$M_{VI} = \frac{M_{VII} \cdot i_6}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (3.6)$$

де η_1 - ККД ланцюгової передачі ($\eta_1 = 0,97$ [9])

η_2 - ККД підшипників ковзання ($\eta_1 = 0,98$ [9])

Звідки

$$M_{VI} = \frac{28,8 \cdot 1,0}{0,97 \cdot 0,98} = 30,29 \text{ Нм}$$

Відповідно

$$M_V = \frac{M_{VI} \cdot i_5}{\eta_3 \cdot \eta_4} = \frac{30,29 \cdot 1,0}{0,97 \cdot 0,98} = 31,8 \text{ Нм}$$

$$M_{IV} = \frac{M_V \cdot i_4}{\eta_5 \cdot \eta_6} = \frac{31,8 \cdot 0,545}{0,94 \cdot 0,99} = 18,6 \text{ Нм}$$

де η_1 - ККД зубчастої передачі ($\eta_1 = 0,94 \dots 0,95$), призначаємо $\eta_1 = 0,94$

η_2 - КПД підшипників кочення ($\eta_2 = 0,99$).

Крутний момент на III валу

$$M_{III} = \frac{M_{IV} \cdot i_3}{\eta_7 \cdot \eta_8} = \frac{18,6 \cdot 0,72}{0,94 \cdot 0,99} = 14,4 \text{ Нм}$$

Крутний момент на II валу

$$M_{II} = \frac{M_{III} \cdot i_2}{\eta_9 \cdot \eta_{10}} = \frac{14,4 \cdot 0,563}{0,97 \cdot 0,98} = 8,5 \text{ Нм}$$

Крутний момент на валу приводного колеса

$$M_I = \frac{M_{II} \cdot i_1}{\eta_{11} \cdot \eta_{12}} = \frac{8,5 \cdot 1,143}{0,97 \cdot 0,98} = 10,2 \text{ Нм}$$

3.6.3. Розрахунок на міцність штифтів натискних штанг сошників

Рівновага сошника з додатковим тиском нажимної штанги забезпечується за умови [9,11] (рис. 3.18)

$$G \cdot l_1 + R_{np} \cdot l_n = R_{zx} \cdot l_2, \quad (3.7)$$

де G - сила ваги сошника, $Q=98H$

R_{np} – сила тиску пружини натискної штанги, Н

R_{zx} – сила опору ґрунту, Н

l_1, l_n, l_2 – плечі відповідних сил

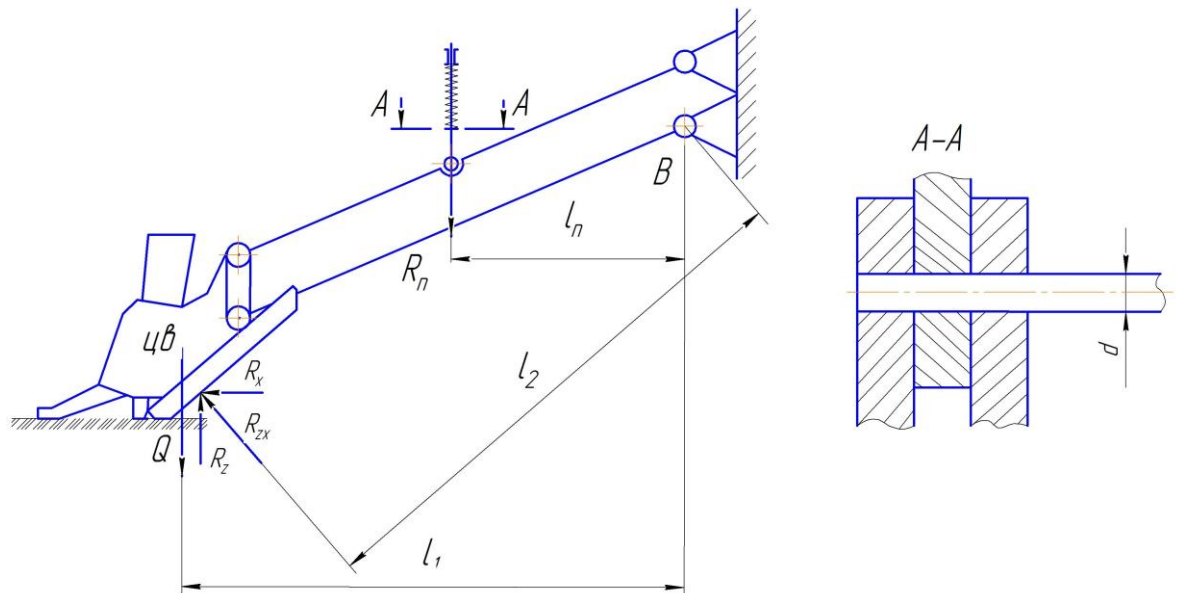


Рис. 3.18. Схема до розрахунку на міцність штифтів натискних штанг

Вектор сили R_{zx} у сошників з тупим кутом входження спрямованого під кутом $\alpha = 30^\circ$. Сила опору R_{zx} у полозкових сошників при глибині руху 6...10 см дорівнює

$$R_{zx} = 300...500H \text{ [11].}$$

Приймаємо $R_x = 500H$

Тоді

$$R_{xz} = \frac{R_x}{\cos \alpha} = \frac{500}{\cos 30^\circ} = 577,4H \quad (3.8)$$

Вибираючи силу тиску пружини R_{np} необхідно врахувати динамічні навантаження

$$R_{np} = k \frac{R_{xz} \cdot l_2 - G \cdot l_1}{l_2}, \quad (3.9)$$

де k – коефіцієнт, який враховує динамічні навантаження, $k=1,3$

$$l_2 = 390\text{мм}; l_1 = 400\text{мм}; l_n = 135\text{мм}$$

Тоді

$$R_{np} = 1,3 \frac{462 \cdot 390 - 98 \cdot 400}{135} = 1357,6H$$

Тобто, на штифт діє сила

$$R_{um} = R_{np} = 1357,6H$$

З умови міцності на зріз :

$$\tau_{zp} = \frac{2 \cdot R_{um}}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau] \quad (3.10)$$

Звідки, діаметр штифта

$$d_{um} \geq \sqrt{\frac{2 \cdot R_{um}}{3,14 \cdot [\tau_{zp}]}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1357,6}{3,14 \cdot 40 \cdot 10^6}} = 4,6mm \quad (3.11)$$

де $[\tau_{zp}] = 470MPa$ – допустиме навантаження на зріз для сталі 45 ГОСТ 1050 – 88.

Приймаємо діаметр штифта $d_{um} = 6mm$

Перевіримо штифт на змин:

$$\sigma_{зм} = \frac{R_{np}}{d_{um} \cdot H} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.12)$$

де $H = 9mm$ – найменша з товщин деталей, які з'єднуються;

$[\sigma_{зм}]$ - допустиме навантаження на змин

Тоді

$$\sigma_{зм} = \frac{1357,6}{6 \cdot 9} \leq 25,1MPa \leq [\sigma_{зм}]$$

Умова міцності виконується.

4. Охорона праці.

4.1. Аналіз небезпечних факторів, які можуть виникнути в процесі сівби.

Більшість сільськогосподарських процесів виконуються повністю або частково за допомогою різноманітних машин та механізмів. Це є потенційною можливістю виникнення небезпечних факторів, які можуть викликати травмування виконавців робіт [6,7].

В повній мірі це стосується процесів сівби сільськогосподарських культур, в тому числі і тритикале ярого.

Як зазначалося в технологічній частині роботи, сівбу даної культури виконують широкозахватним посівним агрегатом, який складається з трактора МТЗ-80, зчіпки СС-7,2 та двох сівалок СЗ-3,6. Видно, що сівба виконується мобільним агрегатом.

В процесі підготовки до сівби та при її проведенні мають місце наступні небезпечні фактори, які можуть чинити негативний вплив на робітників:

- робота з хімічними речовинами (протруєним насінням та мінеральними добривами);
- наявність рухомих механізмів, які обертаються при передачі крутних моментів до робочих органів сівалки (ланцюгові та зубчасті передачі);
- наявність рухомих механізмів та робочих органів, які працюють в контакт з ґрунтом (маркери, сошники, колеса сівалки);
- підвищений рівень шуму та вібрації, якими супроводжується робота трактора та сівалки;
- наявність гідравлічної системи, яка використовується для керування роботою маркерів та переведення сівалки в робоче положення і навпаки;
- запиленість робочої зони;
- загазованість робочої зони через несправність системи газовідведення трактора;
- недостатнє освітлення робочої зони в темний час;
- робота з паливо-мастильними матеріалами;
- наявність гострих крайок на корпусних частинах сівалки, зчіпки та трактора;
- спрацювання, неправильне використання, незадовільний технічний стан машин, які входять до складу агрегату;
- забивання сошників, загортаючи робочих органів, насіннепровідів;
- висока температура навколишнього середовища;
- пожежна небезпека;
- відсутність засобів особистої гігієни механізатора та допоміжних працівників;
- відсутність медичної аптечки.

4.2. Заходи по створенню безпечних умов праці в процесі сівби.

Для убезпечення тракториста та допоміжних працівників від негативного хімічного впливу протруєного насіння та добрив необхідно використовувати захисні рукавички та маски. Щоб уникнути отруєння вихлопними газами двигуна трактора кабіна повинна бути добре ущільнена. Для запобігання запиленості робочого місця необхідно змонтувати в кабіні пилевідокремлювач.

Для зниження негативного впливу вібрацій кабіну потрібно встановити на гумові амортизатори. Від попадання сонячних променів в очі механізатора необхідно використовувати протисонячні козирки.

Посівний агрегат повинен бути укомплектований медичною аптечкою першої допомоги, ємністю з питною водою, засобами особистої гігієни.

За високої температури навколишнього середовища та підвищеної вологості кабіну трактора необхідно обладнати системою вентиляції або кондиціювання.

Конструкція сівалки повинна відповідати вимогам безпеки, що передбачає неможливість її перевертання при зберіганні чи при виконанні роботи, самовільного включення чи виключення механізму приводу робочих органів.

Приводні ланцюги сівалок та коробка зміни передач повинні бути закриті захисним огородженням.

Агрегат повинен бути укомплектований системою контролю виконання процесу посіву.

Дозволяється працювати на справному агрегаті. Планові технічні обслуговування та ремонтні роботи потрібно проводити згідно графіку.

Посівний агрегат повинен бути складений таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до причіпної системи трактора, вузлів та механізмів зчипки та сівалок.

При виконанні посівних робіт необхідно дотримуватись режиму праці затвердженого в господарстві.

Після завершення посівних робіт необхідно очистити робочі та допоміжні органи сівалок від ґрунту, бур'янів, а бункери від залишків насіння та добрив. Трактор необхідно помити на мийному майданчику.

5. Економічна частина

5.1. Економічне обґрунтування зміни технології вирощування тритикале ярого.

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур спрямовані на інтенсифікацію виробництва, скорочення затрат праці, зменшення витрат паливо-мастильних матеріалів. Цього досягають використанням комбінованих, широкозахватних агрегатів.

Базовою технологією вирощування тритикале ярого передбачено посівні роботи виконувати агрегатом в складі трактора МТЗ-80 та сівалки СЗ-3,6А.

Розрахунки вказали на низьку ефективність даного агрегату. Продуктивність його складає 20,7 га/зм, при витратах пального 95,69 кг/зм. Погектарні витрати пального складають 4,9 кг/га. Слід зазначити, що коефіцієнт використання потужності двигуна трактора складає всього лише 0,42, що майже вдвічі менше нормативного значення. Тому, очевидною стала необхідність заміни посівного агрегату.

Було запропоновано та посіви використати широкозахватний агрегат в складі того ж трактора МТЗ-80, зчіпки СС-7,2 та двох модернізованих сівалок СЗ-3,6А. Порівняльні розрахунки показали, що продуктивність проектного агрегату виявилася вдвічі більшою від базового і склала 41,4 га/зм при змінних витратах пального 97,65 кг/зм. При цьому погектарні витрати пального дорівнюють 2,4 кг/га. Коефіцієнт використання потужності двигуна трактора в такому агрегаті склав 0,82. Даний показник вказує на технічну ефективність спроектованого агрегату.

Видно, що змінні витрати палива запропонованого варіанту на 1,96 кг/зм більші ніж у базового. Але при цьому питомі (погектарні) витрати менші на 2,5 кг/га.. Економія коштів лише за рахунок зменшення витрат на пальне при вартості дизельного пального на заправних станціях 30 грн/кг складе $250 \cdot 30 = 7500 \text{ грн}$ на сто гектарів відповідно до технологічної карти.

Таким чином, виходячи з того, що продуктивність посівного агрегату за удосконаленою технологією вдвічі більша базового варіанту, а питомі витрати пального вдвічі менші питомих витрат пального на сівбу, можна стверджувати,

що внесені зміни в технологію вирощування тритикале ярого є економічно доцільними.

6. Висновок.

За результатами виконання даної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Теоретично обґрунтовано доцільність впровадження у виробництво технології вирощування тритикале ярого з використанням на операції «сівба» посівного агрегату трактора МТЗ-80, зчіпки СС-7,2 та двох модернізованих сівалок СЗ-3,6А замість агрегату в складі трактора МТЗ-80 та сівалки СЗ-3,6. Продуктивність проектного агрегату на 20,7 га /зм більша ніж у базового, а питомі витрати пального в 2,04 рази менші ніж у базового. Зменшення витрат палива дозволить отримати економію в сумі 7500 грн на площі посіву, передбачену технологічною картою.

2. Обґрунтовано доцільність відмови від попереднього загострення лез полозів полозкових сошників на етапі виробництві. Експериментальні дослідження показали, що попередньо загострене лезо затуплюється і через 20...25 га напрацювання набуває стабілізованої форми. Після чого потребує загострення. Не загострене лезо набуває такого ж стабілізованого профілю через 15...20 га. Очевидною є необхідність відмови від попереднього загострення леза. Ставиться завдання зміцнення незагостреного леза на стадії виробництва з метою досягнення ефекту самозагострення.

3. Запропоновано заходи по створенню безпечних умов експлуатації посівного агрегату..

4. Виконані розрахунки вказують на економічну ефективність внесених змін в технологію вирощування тритикале ярого.

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. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
5. Комплексна механізація виробництва зерна / В.Д. Гречкосій, Д.М. Алімов, В.І. Кифоренко, П.М. Чайка; За ред.. В.Д. Гречкосія. – К.: Урожай, 1991.
6. Лесенко Г.В. Техніка безпеки на механізованих роботах: Вид. 2-е, допов. перероб. [Текст] / Г.В. Лесенко.– К.: «Урожай», 1978.– 224 с.
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.
10. Самокиш М.И., Эрмантраут Э.Р. Организация и технология механизированных работ. – К.: Урожай, 1988. – 144 с.
11. 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.

12. 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.

13. Черновол М.І. Забезпечення довговічності робочих органів загортаючи систем посівних машин / М.І. Черновол, В.М. Сало, Ю.В. Мачок, П.Г. Лузан, С.В. Мартиненко. – Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2012-148 с.

14. Експорт зерна з України значно зріс на фоні рекордних врожаїв сільгоспкультур. URL: <https://superagronom.com/news/14179-eksport-zerna-z-ukrayini-znachno-zris-na-foni-rekordnih-vrojajiv-silgospkultur>.

15. Механічна сівалка ANZEK впорається за складних умов прямого висіву. URL: <https://agrotimes.ua/tehnika/mechanichna-sivalka-anzek-vporayetsya-za-skladnyh-umov-pryamogo-vysivu/>

16. Сівалки LEMKEN SOLITAIR. URL: <https://agro-temp.com.ua/tekhnika/sevalki/pnevmatychni-sivalky/sivalky-lemken-solitaир/>

17. Сівалка прямого посіву СІЧ-3,6. URL: <https://prom.ua/ua/p1333574015-sevalka-pryamogo-poseva.html>

Додатки

[illegible]

[illegible]

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

Культура – тритикале яре
Площа – 100 га
Урожайність – 70 ц/га

МВТ 10.000 ТЧ

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговувальний персонал						Зміна норма виробітку	Витрати праці люд.год
		трактор комбайн	с-г машини знаряддя	трактористи			робітники ручної праці				
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд	тарифна ставка		
Лущення на глибину 6-8 см	200 га	ДТ-75	ЛДГ-10	1	V	28,87	-	-	-	56	38,89
Оранка на глибину 20-22 см	100 га	Т-150К	ПЛН-5-35	1	II	34,30	-	-	-	8,96	72,91
Раньовесняне боронування важкими боронами	100 га	ДТ-75	СГ-21 БЗТС-10	1	V	7,68	-	-	-	91,2	29,87
Передпосівна культивация з боронуванням на глибину загартання насіння	100 га	ДТ-75	КПС-4	1	II	29,87	-	-	-	19,1	156,36
Протруєється насіння	1 т	ПС-10 А		-	-	-	2	IV	20,32	70,2	3,99
Навантаження насіння	25 т	Вручну		-	-	-	2	IV	18,64	4,5	37,43
Транспортування насіння до поля	25 т	ГАЗ-3307	УЗСА-40	1	III	7,68	-	-	-	-	37,43
Завантаження мінеральних добрив	20 т	Вручну		-	-	-	2	IV	18,64	4,5	37,43
Транспортування насіння в поле заправка агрегату	10 т	Т-16М		1	II	24,18	-	-	-	7,3	37,43
Сівба звичайним рядковим способом із внесенням мінеральних добрив	100 га	МТЗ-80	СС-7,2 2 СЗ-3,6А	1	V	29,7	-	-	-	18,7	37,43
Прикочування посівів	100 га	МТЗ-80	ЗКШ-3	1	III	24,12	-	-	-	54,7	12,8
Досходове борошування	100 га	МТЗ-80	СП-11У БЗСС-10	1	V	29,87	-	-	-	47,9	14,67
Післяходове борошування	100 га	МТЗ-80	СП-11У БЗСС-10	1	V	29,87	-	-	-	33,3	21,02
Обстеження посівів на виявлення бур'янів, шкідників і хвороб	100 га	Проводиться спеціалістом		-	-	-	-	-	-	7,0	-
Обкошування крайових смуг та прокошування загонів	3 га	ДОН-1500		1	III	7,68	-	-	-	9,9	2,12
Транспортування зерна з обкосів на тік	-	ГАЗ-3307		1	III	7,68	-	-	-	0,3	2,12
Пряме комбайнування з подрібненням та розкиданням солом по полю	97 га	JOHN DEERE 1075		1	III	32,8	-	-	-	16,8	68,59
Питранспортування зерна від комбайна	-	ГАЗ-3307		1	III	7,68	-	-	-	-	68,59
Очищення та сортування зерна	460 т	ЗАВ-20		1	V	20,59	-	-	-	350	47,65
Сушіння зерна	460 т	Вручну		-	-	-	4	-	18,24	4,5	1680
Транспортування зерна на склад	460т	У13-Т/1-50		1	V	20,59	-	-	-	350	47,65
Транспортування подрібленої солом	460 т	ЮМЗ-6/1	2ПТС-4	1	III	24,12	-	-	-	12,4	152,42
Скучування подрібленої солом	460 т	ЮМЗ-6/1	ПФ-05	1	III	24,12	-	-	-	25	378

МВТ 10.000 ТЧ									
Дата	Лист	М.В.В.	Лист	Лист	Технологічна карта на вирощування ярого тритикале				
Розроб.	Б.В.В.	М.В.В.	Лист	Лист	Лист 1 з 1				
Виконав.	М.В.В.	Лист	Лист	Лист	ЦНТУ				
Чек.	Лист	Лист	Лист	Лист	ар. АІ-20М(14)-1				
Корисний									
Формат А1									

Лист 1 з 1

MBT 20.000 T4

R – радіус повороту;
 L – довжина загінки;
 L_p – робочий хід;
 E – поворотна смуга;
 t_n – час повороту агрегата;
 $t_n=1,5$ хв.

[illegible]

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК



Сівалка прямої сівби ANZEK 18 (Туреччина)



Сівалка пневмомеханічна
Solitair 9 (Lemken, Німеччина).



Сівалка прямої сівби Січ 3,6 (Україна)



Сівалка прямої сівби PRIMERA DMC
AMAZONE (Німеччина).



Сівалка прямої сівби PRIMERA
SPARTAN II 607 Great Plains (США).



Сівалка СЗ-3,6А (Україна)

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СОШНИКІВ



Сошник сівалки ANZEK 18



Двودисковый сошник Lemken



Долотоподібний сошник AMAZONE



Дводисковий сошник сівалки СЗ-3,6А

					МВТ 10.000 С2			
					Аналіз конструкції зернохвостів і соєників			
Види/Види	№ документа	Початок	Кінець		Вид	Масштаб	Масштаб	
Види/Види	Види/Види					-	-	
Види/Види	Види/Види				Види/Види	Види/Види	Види/Види	
					ЦНТ4			
					зр. АІ-20М(14)-1			
Види/Види	Види/Види				-			
Види/Види	Види/Види				Корпусна			
					Примітка: 1			

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

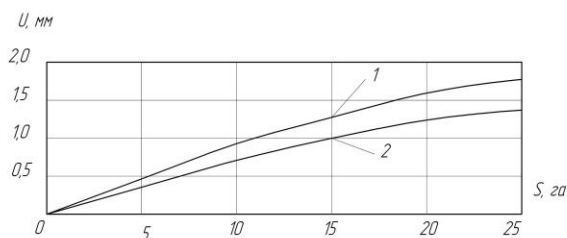


Полозковий сошник зернової сівалки

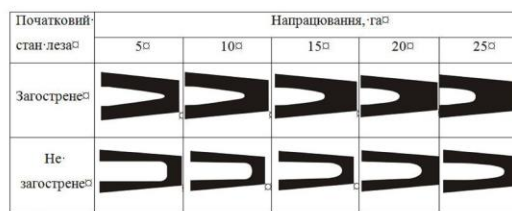


Експериментальний посівний агрегат

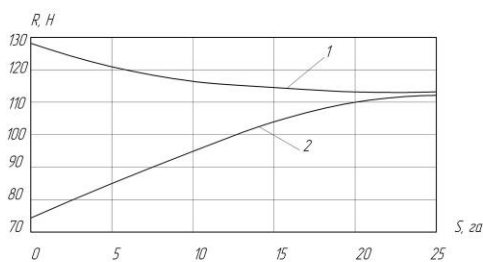
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



Графік залежності лінійного зносу лез полозків сошників від напрацювання: 1 - попередньо загострених; 2 - не загострених



Динаміка зміни профілів лез полізків від напрацювання



Графічні залежності тягового опору ползкових сошників від початкового стану леза:
1 - загострене; 2 не загострене

					МВТ 20.000 С2					
Изм./вст.	№ докум.	Изд.	Дата	Результаты экспериментальных исследований				Лист	Масса	Монитор
Рисунки	Содерж.								-	-
Текст	Матери.									
Таблицы										
Иллюстрации	Матери.									
Изм.	Внесение									
				-				Итого ар. А1-20М14-1		
				Копировать				Формат А1		

