

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

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

**«Механізація вирощування проса з удосконаленням посівної секції  
зернової сівалки»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,  
групи АІ-23М-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Батіг Дмитро Васильович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник роботи

професор, докт. техн. наук

\_\_\_\_\_ Василь САЛО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Рецензент

професор, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Руслан КІРЧУК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

м. Кропивницький

**Центральноукраїнський національний технічний університет**

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПП «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«  »    2024 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ  
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Батіга Дмитра Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування проса з удосконаленням посівної секції зернової сівалки
2. Керівник роботи (проекту)  
Сало Василь Михайлович, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 2.12.2024
4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту) Удосконалення технології вирощування проса та підвищення універсальності зернової сівалки шляхом обладнання її експериментальними посівними секціями
5. Перелік графічного матеріалу 1. ОТК на процес сівби проса – А1;  
2. Зернотукова сівалка СЗ-3,6 – А0; 3. Посівна секція – А1;  
4. Дослідницька частина – А1; 5. Деталювання – А1.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1 - 6	Сало В,М.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вивчення технологій вирощування проса</i>	17.09 – 25.09.24	
2	<i>Ознайомлення з технічним забезпеченням виробництва проса</i>	26.09 – 5.10.24	
3	<i>Розробка заходів по удосконаленню технології вирощування проса</i>	6.10 – 15.10.24	
4	<i>Виконання дослідницької частини</i>	16.10 – 01.11.24	
5	<i>Виконання інженерних розрахунків</i>	02.11. – 10.11.24	
6	<i>Оформлення графічної частини роботи</i>	11.11 – 20.11.24	
7	<i>Розробка заходів з охорони праці</i>	21.11 – 24. 11.24	
8	<i>Економічна оцінка та загальні висновки</i>	25.11 – 28.11.24	
9	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	29.11 – 2.12. 24	

Дата видачі завдання

« 16 » 09 2024 р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 16 » 09 2024 р.

Підпис здобувача

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			СЗ 00.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			МВП 00.000. 01.ТЧ	Оперційна технологічна карта на процес сівби проса	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>конструкторській частині</u>		
				Заново розроблена		
A0			СЗ 00 000 СБ	Сівалка зернотукова СЗ-3,6	1	
A1			СЗ 00 040 000	Посівна секція	1	

					<i>СЗ 00.000.ВР</i>					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Відомість роботи</i>					
Розроб.	Батіг Д.В.							Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Сало В.М.								4	2
Н. контр.	Мачок Ю.В.							<i>ЦНТУ, гр. АІ-23-2</i>		
Затверд.	Васильковський									



## Зміст пояснювальної записки

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
	Вступ	7
2	Технологічна частина.	9
2.1	Аналіз типових технології вирощування проса в ТОВ «НОВ-АГРО-ТЕХ-СЕРВІС	9
2.2	Обґрунтування складу агрегату для сівби проса і режимів його роботи	13
2.3	Підготовка поля до роботи посівного агрегату	18
2.4	Підготовка посівного агрегату до роботи і контроль якості роботи	23
2.5.	Оцінка якісних показників роботи посівних машин	25
3	Дослідницька частина	28
	Встановлення залежності реальної глибини загортання насіння від заданої глибини загортання та робочої швидкості посівного агрегату.	
3.1.	Зміст процесу сівби сільськогосподарських культур	28
3.2	Програма польових досліджень та їх технічне забезпечення	32
3.3	Результати досліджень	34
4	Інженерна частина	37
4.1.	Особливості конструкції машини, що модернізується	37
4.2.	Принцип роботи сівалки	39
4.3	Зміст удосконалення загортаючого робочого органа	40
	Інженерні розрахунки	42
5.	Охорона праці.	48
5.1	Рекомендації щодо умов праці при вирощуванні проса.	48
5.2	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи посівного агрегату та заходи по їх запобіганню	49
6	Економічна частина	51
	Висновки	52
	Список використаної літератури	53
	Додатки	55

## Вступ

В реаліях теперішнього часу існування української держави, основним джерелом наповнення бюджету залишається сільське господарство і одна з головних його галузей – рослинництво.

Умови функціонування даної галузі з роками стають все складнішими. Основною причиною цьому є зміни клімату – суттєве потепління, засухи, відсутність опадів у теплий період року, майже відсутність снігу взимку. Працівникам аграрного сектору доводиться вишукувати і застосовувати неординарні прийоми виконання виробничих операцій, щоб створити умови для проростання культурних рослин і завершення їх повного циклу вегетації. Доводиться приділяти підвищену увагу кожній технологічній операції, відповідності її оціночних показників умовам виробництва. На особливу увагу заслуговують процеси сівби сільськогосподарських культур з урахуванням сучасних умов їх проведення. Так, на фоні постійної нестачі вологи виробники сільськогосподарської продукції все частіше переходять на безвідвальні чизельні способи обробітку ґрунту, в результаті чого на поверхні поля і в верхніх шарах ґрунту залишається значна кількість рослинних решток. Це не сприяє якісній роботі посівних машин з типовими традиційними робочими органами, а використання посівних машин для прямої сівби не завжди підходить для вирощування зернових культур поширеним рядковим способом з шириною міжрядь до 15см. При вирощуванні проса така задача ускладнюється ще й потребою загортання насіння на незначну глибину, що якісно зробити названі робочі органи не здатні.

					<i>СЗ 00 000ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування проса з удосконаленням посівної секції зернової сівалки	3	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Батіг Д.В.						7	53
Перевір.	Сало В.М.							
Н. контр.	Мачок Ю.В.							
Затвер.	Васильковський							
						ЦНТУ гр. АІ-23-2		

У зв'язку з цим виникає потреба удосконалення технологій вирощування та існуючих конструкцій, як окремих робочих органів, так і посівних машин в цілому для забезпечення потреб виробництва.

Наряду з традиційними напрямками удосконалення посівних машин, такими як підвищення якості виконання технологічного процесу, його надійності додається розширення їх функціональності – здатності виконувати сівбу, як за традиційними технологіями так і в умовах сучасних реалій, способами близькими чи такими, що відповідають вимогам прямої сівби.

Метою даної роботи є підвищення ефективності вирощування проса шляхом розширення універсальності серійних посівних машин в результаті удосконалення конструкції їх загортаючих робочих органів.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

## 2. Технологічна частина

### 2.1. Аналіз типових технологій вирощування проса в ТОВ «НОВ-АГРО-ТЕХ-СЕРВІС»

Загальна інформація про культуру та її особливості.

Просо є найменш поширеною сільськогосподарською культурою серед зернових. Найбільша площа на його виробництво була зафіксована у 2021 році на рівні 96,7 тис. га [1]. Це посуховитривала і навіть жаростійка культура, одночасно і теплолюбива. Насіння проса розпочинає проростати при температурах не нижче  $+8 - 10^{\circ}$ , а проростати рослина починає при  $+10 - 11^{\circ}\text{C}$ . Просо краще за інші зернові витримує високі температури до  $40^{\circ}$ , але залишається вкрай вимогливим до вологи, особливо в період за 20 днів до викидання волоті і майже до закінчення цвітіння. При нестачі вологи в даний період проявляється стерильність колосків, що негативно відображається на загальній врожайності, такі ж наслідки спостерігаються і при нестачі світла. Просо успішно проростає на різних за механічним складом ґрунтах при наявності достатніх запасів вологи, але перевагу віддає легким ґрунтам. Завдяки структурі кореневої системи залишається дуже цінною культурою у сівозмінах. Коренева система проникає вглиб на 1,2м і у боки до 0,5м, що забезпечує інтенсивне розпушування ґрунту, покращення процесів аерації та інфільтрації. Просо є факультативною самозапильною культурою. Перехресну запиленню піддаються 1 – 10 %. Вегетаційний період залежить від кліматичних умов і знаходиться в межах; для ранньостиглих сортів 60 – 80 днів, а для пізніх – 100 – 120 днів. Не рекомендується сіяти просо після сорго, кукурудзи, суданської трави, ярого ячменю та соняшнику, так як з цими культурами воно має спільних шкідників. Бажаними попередниками є зернобобові, цукрові буряки, картопля, баштанні культури та багаторічні трави. У базовому господарстві просо вирощують у сівозміні після сої. Враховуючи те, що сортів проса небагато, то виробники центральних регіонів України часто віддають

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



загортають у ґрунт на глибину 3 – 5 см, а при недостатньому зволоженні, глибину загортання збільшують до 5 – 7 см. Насіння перед сівбою необхідно протруювати. Для цього рекомендується біопрепарат LF- Ультрафіт+ LF – Гумат Лист, який є стимулятором росту та покращує посухостійкість рослин. Норма висіву насіння проса в умовах Степу становить 2,3...2,5 млн. шт./га що відповідає 16 – 18 кг/га. Для сівби з міжряддям 15 см застосовують зернотукові сівалки марок СЗО-3,6 та СЗ-3,6 [3].

#### Догляд за посівами.

Першим і найбільш важливим прийомом по догляду за посівами є їх коткування з одночасним розпушуванням поверхневого шару ґрунту. Такий прийом забезпечує хороший контакт насіння з ґрунтом, підток вологи з нижніх шарів та покращує тепловий режим, що в сукупності сприяє появі дружніх сходів і нормальному їх розвитку. Виконують дану операцію кільчастозубчастими чи аналогічними за призначенням котками. При сівбі насіння звичайним рядковим способом, зазвичай, виконують до - та післясходове боронування легкими боронами. Результатом є руйнування поверхневої кірки та покращення умов проростання сходів, певною мірою знищуються сходи бур'янів. Якщо досягти бажаного результату одноразовим боронуванням не вдається то виконують ще одне у напрямку перпендикулярному до першого боронування. Такий прийом боротьби з бур'янами застосовують і в період кушення рослин, для цього використовують легкі чи середні зубові борони. При догляді за посівами також здійснюють підживлення рослин переважно азотними добривами у дозі 20 кг/га до виходу рослин у трубку. Також здійснюють підживлення по листу LF–Гумат Лист 1л/га та 3-5 кг/га карбаміду в баковій суміші 250 л.

При вирощуванні проса широкорядним способом основну боротьбу з бур'янами та розпушування поверхневої кірки здійснюють з одночасними міжрядними обробітками, яких може бути до трьох, в окремих випадках з одночасним прикореневим підживленням. Обробляють міжряддя з використанням культиваторів для міжрядного обробітку посівів з узгодженням

						<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

кількості рядків, які засівала сівалка з кількістю рядків, які одночасно обробляє культиватор [4]. Глибина міжрядного обробітку залежить від зволоження і повинна бути мінімальною, щоб запобігти висушуванню ґрунту. Гербіциди для боротьби з бур'янами використовують у виняткових випадках коли останні представлені однорічними широколистяними представниками (осот, щириця, лобода, свиріпа та ін.). Обробіток гербіцидами рекомендовано проводити в період найменшої чутливості до них основної культури – від появи сходів до завершення куцання. Для боротьби зі злаковими бур'янами (мишій, вівсюг та ін) краще застосовувати гербіциди ґрунтової дії. Також рекомендовано, при необхідності, поєднувати хімічні засоби боротьби з позакорневим підживленням азотними добривами, готуючи робочу суміш з гербіцидів та аміачної селітри до 15 кг/га. Для виконання даної операції використовують культиватори-рослинопідживлювачі обладнані пристосуванням для внесення рідких сумішей.

#### Збирання врожаю.

Особливість проса полягає в тому, що формування і дозрівання зерна в одній волоті може тримати 25 – 30 днів. Саме тому є поширеним роздільний спосіб збирання, який дозволяє дозріти зерну і соломі у валках. Починають процес скошування при дозріванні на рослинах 80 – 85% зерен. Коли даний показник досягне рівня 90% ефективність і доцільність такої операції відпадає і потрібно виконувати пряме комбайнування. Скошування у валки розпочинають при вологості зерна в межах 25 – 27%, а обмолочування та пряме комбайнування – при 15 – 17%. Для виконання даних операцій використовують звичайні зернові комбайни з необхідністю певних додаткових переобладнань та регулювань. Висота скошування залежить від стану рослин та способу сівби. При широкорядних способах сівби висота скошування становить 11 – 15 см, а при звичайних рядкових до 18 см. Після скошування зерно очищають від домішок і доводять його вологість до 16 – 16%. Для цього використовують зерноочисні машини та сушарки. Після цих операцій зерно можна закладати на тривале зберігання чи реалізувати.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## 2.2. Обґрунтування складу агрегату для сівби проса і режимів його роботи

Особливість сівби насіння проса полягає в тому, що його потрібно загортати в ґрунт на малу глибину – 3 – 5 см. Технічно забезпечити високу якість виконання даного процесу досить складно, тому для його забезпечення використовують посівні машини, які обладнують анкерними сошниками. Серед широко доступних сівалок це марки СЗА-3,6 та СЗТ-3,6. Саме таку сівалку СЗА-3,6 і використовують у базовому господарстві. Та такі машини теж мають ряд недоліків пов'язаних з дотриманням заданої глибини загортання насіння та рівномірністю його розподілу по глибині залягання. Ще одним суттєвим недоліком є низька робоча швидкість, як вимушена необхідність для досягнення названих вище допустимих значень якісних показників сівби. Технічні умови на дані посівні машини при виконанні процесів сівби проса та інших дрібнонасінневих культур обмежують робочі швидкості в межах 6 км/год.

Розроблена конструкція експериментальної посівної секції для сівалок марки СЗ, яка має гострий кут входження в ґрунт та утримуючу п'ятку, за результатами попередніх досліджень дозволяє підвищити робочу швидкість без зниження якості виконання технологічного процесу до 9 км/год.

Проведемо ряд порівняльних розрахунків з визначення режимів роботи двох посівних агрегатів та встановимо їх ефективність при виконання аналогічної технологічної операції. Порівняємо базовий посівний агрегат у складі сівалки СЗА-3,6 + трактор МТЗ-80, який є в наявності господарства та посівний агрегат у складі удосконаленої зернової сівалки СЗ-3,6 з тим же енергетичним засобом.

На підставі характеристик трактора та сівалок розрахуємо ряд їх робочих показників [5,6]:

Трактор МТЗ-80 може забезпечувати задані робочі швидкості на третій та п'ятій передачі відповідно. Розрахункові швидкості становитимуть 7,24 та 10,54 км/год, при номінальних тягових зусиллях на гаку 14 кН та 11,5 кН.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$V_{MT3}^{III} = 7,24 \text{ км/ГОД};$$

$$P_{MT3.зак}^{III} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_{MT3}^V = 10,54 \text{ км/ГОД};$$

$$P_{MT3.зак}^V = 11,5 \text{ кН};$$

Визначимо значення тягового зусилля трактора при роботі на схилах з урахуванням характеристики схилів на полі:

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{тр} \cdot i \quad (2.1)$$

Де

$P_{н.зак}$  – номінальне тягове зусилля трактора з урахуванням відповідних передач, кН;

$G_{тр}$  – маса трактора МТЗ – 80 ( $G_{тр}=36,4$  кН);

$i$  – величина підйому поля, ( $i=0,05$ ).

Отже,

$$P_{MT3зак}^{III} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,05 = 12,18 \text{ кН};$$

$$P_{MT3зак}^V = 11,5 - 36,4 \cdot 0,05 = 9,68 \text{ кН}.$$

Розрахуємо тяговий опір посівної машини:

$$R_{сів} = (K_o^V + R_1) \cdot B_k \cdot n_c \quad (2.2)$$

Відомо, що при зростанні робочої швидкості зростає і значення питомого опору робочої машини. Його значення визначають за формулою:

$$K_o^V = K \left[ 1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2) \right], \quad (2.3)$$

де  $K_o$  – питомий опір машини при  $V_o=5$  км/год, кН/м,;

$K$  – питомий опір сівалки,  $K = 1,3$  кН/м для СЗ-3,6 та 1,5 для СЗА-3,6 [ 6 ];

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$V_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год, 9 для СЗ-3,6 та 6 км/год для СЗА-3,6;

$V_o$  – швидкість руху агрегату, ( $V_o=5$  км/год) для якої подані тягові характеристики машин.

Тоді:

$$K_{\text{МТЗ}}^{\text{III}} = 1,5 \left[ 1 + 0,006(7,24^2 - 5^2) \right] = 1,74 \text{кНм}$$

$$K_{\text{МТЗ}}^{\text{V}} = 1,3 \left[ 1 + 0,006(10,54^2 - 5^2) \right] = 1,97 \text{кНм}$$

$R_i$  – розрахуємо додатковий опір, який виникає при подоланні підйому, кН/м:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (2.4)$$

Де  $B_K$  – конструкційна ширина захвату сівалки,  $B_K=3,6$  м;

$G_M$  – маса сівалки,  $G_M=13,5$  кН для СЗ-3,6 та 14,4 для СЗА-3,6.

Отже,

$$R_{i\text{СЗА-3,6}} = \frac{14,4}{3,6} \cdot 0,05 = 0,2 \text{ кН/м}$$

$$R_{i\text{СЗ-3,6}} = \frac{13,5}{3,6} \cdot 0,05 = 0,18 \text{ кН/м,}$$

Отримані значення підставляємо у (2.3) і виконуємо розрахунок

$$R_{\text{МТЗ}}^{\text{III}} = (1,74 + 0,2) \cdot 3,6 \cdot 1 = 6,98 \text{кН}$$

$$R_{\text{МТЗ}}^{\text{V}} = (1,97 + 0,18) \cdot 3,6 \cdot 1 = 7,74 \text{кН}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{зак}}} \quad (2.5)$$

Отримані вище значення підставимо у формулу (2.5) і виконаємо розрахунки:

$$\eta_{\text{МТЗ}}^{\text{III}} = \frac{6,98}{12,18} = 0,57$$

$$\eta_{\text{МТЗ}}^{\text{V}} = \frac{7,74}{9,68} = 0,8$$

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Потужності обох тракторів відповідають вимогам виконання технологічного процесу, але трактор МТЗ-80, який працює на п'ятій передачі більш раціонально завантажений і його використання за даним показником може бути більш ефективним.

Розглянемо показники виконання технологічного процесу даними посівними агрегатами.

Розрахуємо змінну продуктивність посівних агрегатів за формулою [5,6]:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.6)$$

Де

$B_p$  – робоча ширина захвату сівалки:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (2.7)$$

Де  $B_K$  – конструкційна ширина захвату,  $B_K=3,6$  м;

$\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату посівного агрегату.  $\beta=1,0$ .

Отже,

$$B_p = 3,6 \cdot 1 = 3,6 \text{ м.}$$

$V_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год:

$$V_p = V_T \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.8)$$

Де  $V_T$  – теоретична швидкість агрегату,  $V_T^{ШМТЗ}=7,24$  км/год,  $V_T^{ВМТЗ}=10,54$  км/год

$\delta$  – коефіцієнт буксування,  $\delta=8\%$ .

Отже,

$$V_p^{ШМТЗ} = 7,24 \left( 1 - \frac{8}{100} \right) = 6,6 \text{ км/год}$$

$$V_p^{ВМТЗ} = 10,54 \left( 1 - \frac{8}{100} \right) = 9,69 \text{ км/год}$$

Отже на вибраних швидкостях обидва трактори забезпечують необхідну робочу швидкість для роботи в складі посівних агрегатів. Подальші розрахунки виконуємо з урахуванням, рекомендованих технічними характеристиками

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

посівних машин, при яких вони будуть забезпечувати необхідні якісні показники технологічного процесу.

$T_p$  – чистий робочий час, год:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.9)$$

де

$T_{зм}$  – час зміни, год. Рекомендоване значення для виконання посівних робіт

$T_{зм} = 8,0$  год;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни,  $\tau = 0,82$  при довжині гонів 1100 м.

Отже:

$$T_{зм} = 8 \cdot 0,82 = 6,56$$

Отримані раніше значення підставимо у формулу 2.6 і виконаємо розрахунок з урахуванням дозволених агротехнічними вимогами та технічними характеристиками машин робочих швидкостей

$$W_{зм}^{III MT3} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 6,0 \cdot 6,56 = 14,16 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{V MT3} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 9,0 \cdot 6,56 = 21,25 \text{ га/зм};$$

Змінна продуктивність посівного агрегату з модернізованою сівалкою на 7,09 га вища ніж у базового посівного агрегату. Подальші розрахунки виконаємо для посівного агрегату у складі трактора МТЗ-80 з модернізованою сівалкою СЗ-3,6.

Розрахуємо витрати палива на 1 га площі, кг/га:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.10)$$

Де  $Q_{зм}$  – витрата палива за зміну, кг/зм;

$W_{зм}$  – змінна продуктивність, га/зм.

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (2.11)$$

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Де  $Q_p$ ,  $Q_x$ ,  $Q_3$  – погодинні витрати палива при виконанні процесу сівби, холостій роботі та на зупинках відповідно,  $Q_p=16$  кг/год;  $Q_x=10$  кг/год;  $Q_3=2$  кг/год;

$T_p$ ,  $t_x$ ,  $t_3$  – відповідно час робочих і холостих проходів та час зупинок:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (2.12)$$

Де  $T_{зм}$  – повний час зміни,  $T_{зм}=8,0$  год;

$T_p$  – робочий (чистий) час,  $T_p=6,56$  год.

Отже,

$$t_x = t_3 = \frac{8 - 6,56}{2} = 0,72 \text{ год.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 2.11 і проводимо розрахунок

$$Q_{зм} = 16 \cdot 6,56 + 10 \cdot 0,72 + 2 \cdot 0,72 = 113,6 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.10 і проводимо розрахунок:

$$Q_{за}^{пмтз} = \frac{113,6}{14,16} = 8,02 \text{ кг/га;}$$

$$Q_{за}^{вмтз} = \frac{113,6}{21,25} = 5,34 \text{ кг/га.}$$

Для пропонуємого варіанту витрати пального на один гектар на 2,38 кг менші за базовий.

Результати проведених розрахунків підтверджують вищу ефективність при використанні для сівби агрегату у складі трактора МТЗ-80 та модернізованої сівалки СЗ-3,6 з експериментальними посівними секціями.

### 2.3. Підготовка поля до роботи посівного агрегату

Підготовка поля до роботи є досить важливим заходом, призваним створити сприятливі умови для ефективного виконання послідуєчих технологічних операцій пов'язаних як із сівбою так і доглядом за посівами.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Від якості підготовки поля залежить не тільки якість виконання технологічних процесів, а й їх безпечність.

Даним заходом передбачається обов'язковий візуальний огляд поверхні поля. В разі виявлення різного виду перешкод, які можуть зашкодити роботі посівного агрегату, їх необхідно усунути. На підставі інформації, яку отримують фахівці при огляді поля, з урахуванням напрямку руху ґрунтообробних машин для передпосівного обробітку ґрунту, вони обирають спосіб руху посівного агрегату та його напрямок. При цьому обов'язково враховують розміри поля, його форму, його рельєф та довжину гонів, відмічають ширину поворотних смуг, за необхідності розбивають поле на загінки. Від правильної підготовки поля та вибору способу руху посівного агрегату залежить продуктивність роботи та виконання агротехнічних вимог. [5,6,7].

### 2.3.1. Розрахунок величини поворотних смуг

Робота посівних агрегатів здебільшого виконується з використанням гонів способів руху. На кінцях загінок відмічають смуги для розвороту посівного агрегату. При роботі посівного агрегату з одною робочою машиною вибирають спосіб руху гонівий з петльовими поворотами.

Орієнтовну величину поворотних смуг при роботі з петльовими поворотами визначають як (рис. 2.1) [6]:

$$E = 3R_{min} + L_a, \quad (2.13)$$

де  $R_{min}$  – мінімальний радіус повороту;

$L_a$  – кінематична довжина агрегату, м.

Для посівного агрегату з колісним трактором і однією причіпною машиною мінімальний радіус повороту розраховують за формулою:

$$R_{min} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 3,6 = 6,12 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату

$$L_a = L_{mp} + L_M, \quad (2.14)$$

де,  $L_{mp}$  – кінематична довжина трактора,  $L_{mp}=0,94$  м;

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$L_M$  – кінематична довжина машини,  $L_M=3,23$  м.

Отже,

$$L_a = 0,94 + 3,23 = 4,17 \text{ м.}$$

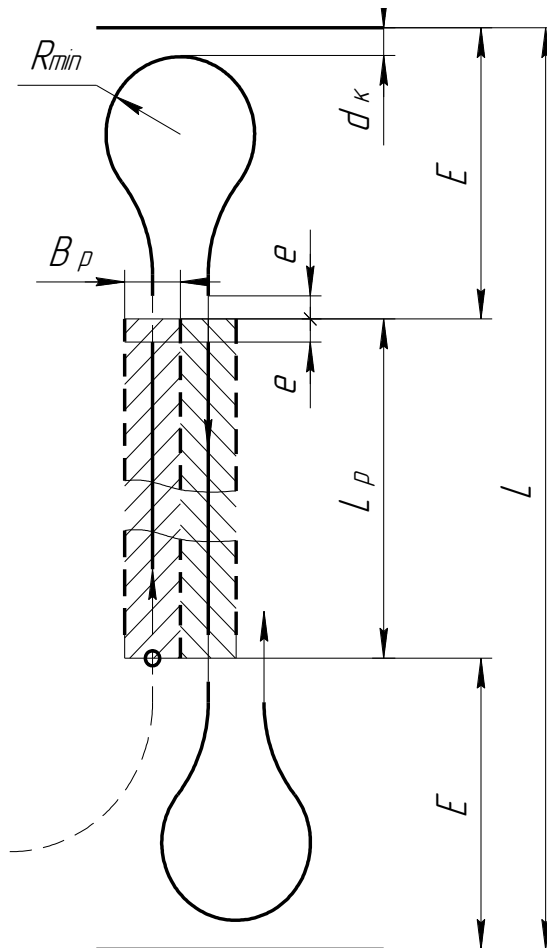


Рис. 2.1. Схема руху посівного агрегату в загінці

Отримані значення підставляємо у (2.13) і отримуємо:

$$E = 3 \cdot 6,12 + 4,17 = 22,53 \text{ м.}$$

Очевидно, що ширина поворотної смуги має бути кратною ширині захвату агрегату, щоб при засіві даної поворотної смуги агрегат здійснював ціле число проходів

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.15)$$

де  $K = \frac{E}{B_p},$

Отже  $K = \frac{22,53}{3,6} = 6,25$

Приймаємо  $K=6,$

тоді,  $E = 6 \cdot 3,6 = 21,6 \text{ м.}$

Величина поворотних смуг при петльових поворотах становить 21,6 м.

### 2.3.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду посівного агрегату залежить від розташування робочих органів відносно його поздовжньої вісі і для причіпних посівних машин визначається за виразом:

$$l = 0,1 \cdot L_a. \quad (2.16)$$

Отже,

$$l = 0,1 \cdot 4,17 = 0,41 \text{ м.}$$

### 2.3.3. Розрахунок ширини заїмки

Заїмка - це ділянка поля, яку посівний агрегат може обробити за 2 – зміни.

Кожен агрегат працює на індивідуальній, йому відведеній заїмці. Ширина заїмки суттєво залежить від способу руху і радіусу повороту.

Орієнтовну ширину заїмки визначають за формулою [6]:

$$C = \frac{10^4 (2...3) W_{зм}}{L}, \quad (2.17)$$

де  $W_{зм}$  – змінна продуктивність агрегату, га/зм;

$L$  – довжина заїмки, м;

(2...3) – час роботи в заїмці, в змінах. Приймаємо 2 зміни.

$$C = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot 21,25}{1100} = 386,3$$

					<i>C3 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина заїнки, як і поворотних смуг, повинна бути узгоджена з робочою шириною машини. З цією метою визначають кількість проходів агрегату необхідних для її обробітку

$$n = \frac{C}{B} = \frac{386,3}{3,6} = 107,3$$

Приймаємо  $n=107$ . Тоді

$$C = n \cdot B = 107 \cdot 3,6 = 386 \text{ м.}$$

Визначимо необхідну кількість заїнок за формулою:

$$n_z = \frac{10^4 F}{LC_{онм}}, \quad (2.18)$$

де  $F$  – площа, яка засівається, га  $B$  нашому випадку 100 га;

$L$  – довжина гонів, 1100м.

$$n = \frac{10^4 \cdot 100}{1100 \cdot 386} = 2,35 \quad (2.19)$$

Для оцінки ефективності обраного способу руху агрегату в заїнці розрахуємо коефіцієнт робочих ходів

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.20)$$

де

$L_p, L_x$  – середні значення робочої довжини заїнки і холостого ходу.

Для човникового способу руху з петльовими поворотами.

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (2.21)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (2.22)$$

де

$l$  – довжина виїзду агрегату

$$L_p = 1100 - 2 \cdot 21,6 = 1056,8 \text{ м;}$$

$$L_x = 6 \cdot 6,12 + 2 \cdot 0,41 = 37,54 \text{ м.}$$

					<i>C3 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Тоді

$$K_p = \frac{1056,8}{1056,8 + 37,54} = 0,965$$

Числове значення коефіцієнту близьке до одиниці, що є високим показником використання робочого часу.

#### 2.3.4. Розрахунки показників виконання операції

Тривалість одного циклу визначають за формулою:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (2.23)$$

де  $t_n$  – час повороту в кінці загінки,  $t_n=1,5$  хв.

$$T_u = \frac{12 \cdot 1056,8}{10^2 \cdot 9} + 2 \cdot 1,5 = 17,09 \text{ хв} \approx 0,28 \text{ год.}$$

Технічна продуктивність за цикл становить

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (2.24)$$

де  $\tau$  – коефіцієнт використання робочого часу циклу,  $\tau=0,82$ .

$$W_u = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 9 \cdot 0,28 \cdot 0,82 = 0,74 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів, яку здійснює посівний агрегат за зміну

$$n_u = \frac{W_{з.м.}}{W_u}, \quad (2.25)$$

$$n_u = \frac{21,25}{0,74} = 28,7 \text{ цикли/зм.}$$

#### 2.4. Підготовка посівного агрегату до роботи і контроль якості роботи

Від якісної підготовки агрегату до роботи залежить своєчасність виконання сівби на належному агротехнічному рівні.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Підготовка посівного агрегату розпочинається з його комплектування, потім перевіряють технічний стан трактора та сівалки, виконують технічне обслуговування, перевіряють справність та правильність закріплення робочих органів, налагоджують висівні апарати на задану норму висіву насіння та глибину його загортання, виконують розрахунок необхідної величини вильоту маркерів та налагоджують їх на відповідність отриманим значенням. Крім цього, перевіряють тиск у шинах опорних коліс, справність і цілісність гідропроводів та ланцюгових передач механізмів приводу висівних апаратів, наявність світловідбивачів, чистика та ін.

Для орієнтовного встановлення на задану норму висіву користуються діаграмою, яка показує залежність норми висіву обраної культури від передаточного відношення та таблицею передаточних відношень залежно від встановлених зірочок механізму передач. За отриманими даними встановлюють необхідне передаточне відношення і виставляють необхідну ширину робочої частини висівної катушки. Після цього виконують пробний висів насіння. Для цього піддомкрачують одне з приводних коліс сівалки, від'єднують насіннепроводи від сошників і підв'язують до них мішечки для відбору висіяного насіння. Розраховують необхідну кількість обертів колеса за яку сівалка повинна засівати одну сотку. Колесо сівалки прокручують отриману кількість разів і зважують насіння, яке висіяли в мішечки та множать на 2, якщо піддомкрачується тільки одне колесо. Дана процедура повторюється тричі, і визначається середнє значення висіяного насіння та множиться на 100, щоб отримати кількість насіння, яке може висіятися на один гектар. Якщо сівалка висіває насіння менше чи більше необхідної норми, проводять підрегулювання зміною довжини робочої частини катушки, якщо цього виявляється недостатньо то змінюють передаточне відношення механізму приводу.

Потім приступають до встановлення заданої глибини загортання насіння. В конструкції удосконаленої сівалки ця процедура виконується гвинтовим механізмом регулювання глибини, який є в конструкції експериментальної посівної секції. Для більшої точності, під прикочуючи колесо секції підкладають

						<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

дерев'яний брусок, товщина якого відповідає глибині загортання насіння і обертаючи важіль опускають сошник до контакту з поверхнею майданчика. За необхідності уточнення даних налаштувань проводять у польових умовах з урахуванням стану ґрунту. Для забезпечення заданої величини стикових міжрядь, налагоджують маркери.

Величину вильоту правого та лівого маркерів (рис. 2.2) визначають за формулою:

$$M_{\text{п}} = \frac{A - C}{2} + b_{\text{см}} \quad (2.26)$$

$$M_{\text{л}} = \frac{A + C}{2} + b_{\text{см}} \quad (2.27)$$

де  $A$  – відстань між крайніми сошниками, м;

$b_{\text{см}}$ , - ширина стикових міжрядь, м;

$C$  – відстань між серединами гусениць чи передніх коліс, м;

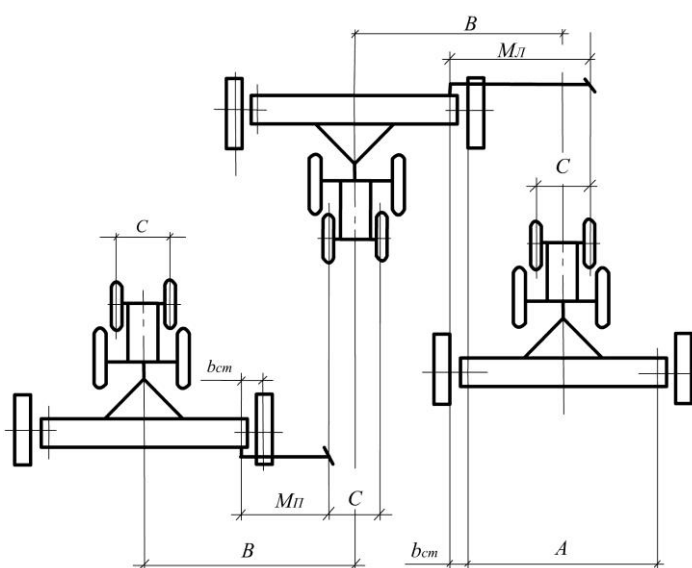


Рис. 2.2. Схема до визначення вильоту маркерів

## 2.5. Оцінка якісних показників роботи посівних машин

Якісні показники роботи машини регламентуються діючими агротехнічними вимогами.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

До якісних показників процесів сівби сільськогосподарських культур відносять: дотримання заданої норми висіву насіння, рівномірність розподілу насіння по площі чи довжині рядка, дотримання заданої глибини загортання насіння, рівномірність розподілу насіння по глибині залягання, дотримання величин стикових міжрядь, розташування мінеральних добрив по одному з можливих варіантів та відповідні до цього процесу вимоги.

У господарствах кількість показників зводять в основному до трьох основних - дотримання заданої норми висіву насіння, глибина його загортання і ширина стикових міжрядь.

Контроль якості потрібно здійснювати по кожному показнику.

Рекомендується контролювати норму висіву насіння не рідше 2–3 разів за зміну. Глибину загортання насіння під час сівби визначають розкопуванням рядків та заміром глибини залягання насіння декілька разів за зміну. Для цього, після попереднього вирівнювання поверхні поля по сліду двох–трьох сошників, розгортають борозенки перпендикулярно до руху сівалки на довжині 10–20 см і знаходять насіння на певній глибині. Поперек рядків, понад розкритою борозенкою, кладуть одну лінійку, а іншою вимірюють відстань від знайдених насінин до нижнього краю горизонтально розташованої лінійки. Допускається відхилення середнього значення глибини загортання насіння від заданої не більше ніж на  $\pm 1$  см. В разі виявлення більшого відхилення, проводять підрегулювання глибини ходу сошників.

Величину стикових міжрядь двох суміжних проходів агрегату перевіряють розгорнувши борозенки утворені крайніми сошниками двох суміжних проходів. Знаходять кількох насінин, вимірюють відстань між насінням у двох стикових рядках в 10 місцях і визначають середнє значення. Якщо фактична величина стикових міжрядь суттєво відрізняється від необхідного то перевіряють правильність налагодження маркерів чи звертають увагу на особливості водіння агрегату механізатором. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати для суміжних проходів  $\pm 2$  см.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Норму висіву окремих видів зернових культур в польових умовах перевіряють так-званим відкритим висівом з послідуочим підрахунком кількості насінин на одному погонному метрі,потім здійснюють перерахунок норми висіву у млн.. штук на га та порівнюють відповідність. При застосуванні точних способів сівби просапних технічних культур просто підраховують кількість насінин на одному погонному метру, та відстань між ними. Відхилення від заданої норми висіву не повинно перевищувати 3%.

Також після виконання сівби проводять візуальну перевірку наявності огривів та якість засівання поворотних смуг. Якість засівання основного поля і поворотних смуг повинна бути однаковою.

За результатами проведених розрахунків заповнюємо операційну технологічну карту на процес сівби насіння проса (див. графічну частину дипломної роботи)

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

### 3. Дослідницька частина

#### Встановлення залежності реальної глибини загорання насіння від заданої глибини загорання та робочої швидкості посівного агрегату.

##### 3.1. Зміст процесу сівби сільськогосподарських культур

Існують два основних показники якості виконання технологічних процесів сівби сільськогосподарських культур [7]. Це дотримання заданої норми висіву насіння та дотримання заданої глибини його загорання в ґрунт. Не дотримання даних показників за різних обставин призводить до втрат врожаю. Так, висів меншої кількості насіння ніж рекомендовано для даного регіону призводить до розрідження сходів. Як наслідок - нераціональне використання посівних площ і недобір планового врожаю. При перевищенні рекомендованих норм висіву рослинам не вистачатиме площі живлення, вони будуть слабкими, а частина з них взагалі загине. В результаті, мають нераціональне використання посівного матеріалу, а в окремих випадках і втрата врожаю.

Як впливає на вирощування недотримання заданої глибини загорання насіння? При меншій за рекомендовану глибині загорання насіння в ґрунт воно не отримає достатньо для проростання вологи, якої завжди мало у верхніх шарах ґрунту. Насіння не матиме сприятливих умов для проростання і сходи появляться на поверхні значно пізніше, а при сівбі озимих ситуація може бути ще гіршою, коренева система рослин може вимерзнути. Наслідки є очевидними. При сівбі на глибину більшу за рекомендовану паростки рослин будуть ослаблені, а частина з них взагалі не проб'ється на денну поверхню. У будь якому випадку усе зводиться до часткових втрат врожаю.

В реальності, обидва варіанти з недотриманням заданої глибини загорання насіння присутні навіть тоді коли здавалось би дотримується середнє значення глибини загорання. Так залежно від стану ґрунту, якості його

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

підготовки та способу, а особливо, технічного забезпечення процесів сівби насіння по глибині розподіляється нерівномірно. Агротехнічні вимоги [7] дозволяють відхилення від заданої глибини 1 см. Тобто діапазон дозволено розкидання насіння становить 2 см. Багато це, чи мало? Все відносно. Глибина загортання насіння різних культур знаходиться в межах від 2 до 12 см. Дрібнонасіньні культури, як просо, висівають на глибину 2...4 см. При заявлених допусках, такий процес більш справедливо називати розкиданням насіння, а не сівбою.

Більшість науковців сходяться в думці про те, що головним впливовим фактором нерівномірності загортання насіння залишаються недосконалі конструкції загортаючих робочих органів посівних машин, якими є сошники чи посівні секції. Різні конструкції сошників по різному впливають на даний процес. Кращими, з даної точки зору, є полозовидні сошники, гіршими – дискові та кілевидні, особливо за необхідності загортання насіння на малу глибину.

На ряду з даною проблемою, на не меншу увагу заслуговує питання дотримання заданої глибини в процесі сівби тими ж сошниками. Справа в тому, що більшість конструкцій сошників мають тупий кут входження в ґрунт і вертикальна складова сил опору ґрунту на проникнення в нього сошника намагається виштовхнути його. Зі збільшенням робочих швидкостей дана сила зростає і сошник усе більше виглиблюється з ґрунту долаючи опір притискних пружин. Саме це явище є однією з основних причин обмеження робочих швидкостей посівних агрегатів, а отже і продуктивності праці. Здавалось би цю задачу можна вирішити завчасним налаштуванням сівалок на більшу за потрібну глибину з урахуванням величини спливання сошників на заданих швидкостях, але сівалки на різних ділянках поля працюють на різних швидкостях і при розгоні чи в кінці гону робоча швидкість менша і насіння навпаки буде загортатися на значно більшу глибину ніж потрібно.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Отже сошники повинні мати характеристики, які як можна менше залежали від робочих швидкостей. В розрізі вирішення даної задачі варто звернути увагу на сошники з гострим кутом входження в ґрунт. Майже століття такі сошники не знаходять широкого застосування із – за необхідності дуже якісної підготовки ґрунту для можливості їх роботи. Конструкція таких сошників схильна до накопичення рослинних решток, особливо кореневих, на своїй фронтальній робочій поверхні, в результаті чого вони втрачають свою працездатність. При застосуванні широкорядних способів сівби використовують посівні секції, в яких перед сошниками з тупим кутом входження в ґрунт встановлюють плоскі диски, які перерізають рослинні рештки розміщені по ходу сошника. Та для виконання такої операції потрібна значна маса самої посівної секції чи сівалки в цілому. В окремих випадках питома маса таких машин сягає 1000 кг/м ширини захвату, але ці заходи не вирішують питання виглиблення сошників зі збільшенням робочих швидкостей.

Останнім часом з'являються нові варіанти захисту сошників від накопичення рослинних решток, шляхом відведення останніх від вісі рядка на заміну від перерізання [8.9]. Та поки що такі конструкційні рішення зустрічаються тільки на окремих марках широкорядних посівних машин закордонного виробництва. Для сівби зернових колосових та інших культур при традиційних рядкових способах сівби з шириною міжрядь 15 см їх не можна використовувати із-за значних габаритів.

Для спроби вирішення даної задачі пропонується конструкція посівної секції з гострим кутом входження в ґрунт та двома очисними дисками розташованими з обох боків від сошника. Задача даних дисків не подрібнення чи перерізання рослинних решток попереду сошника, а звільнення від них його фронтальної поверхні (рис.4.3). Для виконання даної задачі не потрібна велика маса секції.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Наряду з перевіркою даної секції на працездатність в реальних польових умовах представляє інтерес і характер її поведінки зі збільшенням робочих швидкостей. Іншими словами потрібно встановити, чи зменшуватиметься глибина загортання насіння зі збільшенням робочої швидкості? З цією метою були заплановані та проведені скорочені польові дослідження даної секції.

**Мета досліджень:** Підвищення функціональних можливостей посівних машин шляхом обладнання їх загортаючими робочими органами на основі сошників з гострим кутом входження а ґрунт.

**Об'єкт дослідження:** процес сівби зернових культур експериментальною посівною секцією на основі сошника з гострим кутом входження в ґрунт.

**Предмет досліджень:** встановлення залежності фактичної глибини загортання насіння від заданої глибини та робочої швидкості посівного агрегату.

**Задачі досліджень:**

- запропонувати методику оцінки показника фактичної глибини загортання насіння;
- провести польові випробування експериментального зразка посівної секції на базі сошника з гострим кутом входження в ґрунт;
- отримати експериментальні дані для встановлення залежності фактичного значення глибини загортання посівного матеріалу в залежності від заданої глибини загортання насіння в ґрунт  $h$  та робочої швидкості посівного агрегату  $V$ , м/с
- провести обробіток отриманих експериментальних даних;
- виконати аналіз отриманих результатів щодо можливості підвищення функціональності посівних машин шляхом обладнання їх експериментальними посівними секціями та покращення умов дотримання заданих глибин загортання посівного матеріалу по глибині.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

**Наукова новизна.** Встановлено вплив заданої глибини загортання посівного матеріалу та робочої швидкості посівного агрегату на фактичну глибину загортання посівного матеріалу при сівбі зернових культур експериментальною посівною секцією обладнаної сошником з гострим кутом входження в ґрунт.

### 3.2. Програма польових досліджень та їх технічне забезпечення

Програмою польових експериментальних досліджень було заплановано встановити залежність параметра оптимізації  $Y_1 (h_{\phi})$  – фактичної глибини загортання насіння від заданого, встановленого механізмом регулювання значення глибини загортання насіння  $X_1 (h)$  та робочої швидкості агрегату  $X_2 (V)$ .(табл. 3.1) [10].

Таблиця.3.1

#### Впливові фактори та рівні їх варіювання

№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Задана глибина загортання насіння ( $h, \text{см}$ )	$X_1$	120	40	20
2	робоча швидкість агрегату ( $V, \text{км/год}$ ).	$X_2$	3,4	1,4	0,4

#### 3.2.1. Технічне забезпечення експериментальних польових досліджень.

При проведенні досліджень були задіяні такі технічні засоби. В якості засобу агрегування використовували трактор МТЗ-100. Експериментальна посівна секція з сошником, який має гострий кут входження в ґрунт була встановлена на серійну сівалку СЗ-3,6 на місце крайнього правого дводискового сошника (рис. 3.1). Досліди проводили на полях одноосібного

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

фермерського господарства в с. Новогригорівка, Новоукраїнського району, Кіровоградської області в період осінньої сівби зернових культур, Попередником на полі була соя. Основний обробіток ґрунту був виконаний чизельним глибокорозпушувачем. Передпосівний обробіток складався з культивувації з одночасним боронуванням важкими зубовими боронами.



Рис. 3.1. Загальний вигляд сівалки з експериментальною посівною секцією на основі сошника з гострим кутом входження в ґрунт.

### 3.2.2. Методика проведення досліджень.

На полі були розмічені залікові ділянки, які становили 25м, та розгінні – 10м. За допомогою гвинтового механізму регулювання встановлювали задану глибину обробітку послідовно з інтервалом (табл.3.1). Перевірку правильності встановлення глибини здійснювали шляхом підкладання під прикочуюче колесо дерев'яного бруска, товщиною на 1 см менше заданої глибини, для врахування прогизання останнього. Необхідну робочу швидкість

						<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			33

забезпечували підбиранням відповідних передач трактора. На початку ділянок встановлювали вішки з інформацією про рівень впливових факторів. Первинна обробка даних припускала часткову їх апроксимацію. Фактичну глибину залягання насіння визначали після появи сходів по етильованій частині молодих паростків.

Всі результати замірів заносили в журнал, а обробіток виконували в стаціонарних умовах, де підраховували середні значення фактичної глибини залягання насіння при різних установчих значеннях впливових факторів.

Середні значення параметру оптимізації в подальшому використовували при проведенні статистичного аналізу процесу сівби (табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

Вихідні дані до визначення залежності фактичної глибини загортання насіння від заданого значення глибини  $h$  та робочої швидкості посівного агрегату  $V$ .

$h_{0,мм}$ $V_{,м/с}$	40	60	80	100	120
1,4	38,05	55,89	73,73	91,57	109,41
1,8	36,83	54,73	72,65	90,56	108,47
2,2	35,55	53,53	71,50	89,48	107,46
2,6	34,20	52,25	70,30	88,35	106,40
3,0	32,80	50,92	69,04	87,16	105,28
3,4	31,33	49,52	67,71	85,90	104,09

### 3.3. Результати досліджень.

Після обробітку даних отриманих в результаті проведення експериментальних досліджень з використанням пакету прикладних програм «Статистика» отримали рівняння регресії (3.1), які описують зв'язок між



залежно від значень впливових факторів становить 8,83...21,67%, що порівняно з показниками роботи інших сошників є цілком прийнятно.

Отримані результати, певною мірою підтверджують можливість використання посівних секцій, з сошниками у яких гострий кут входження в ґрунт, працювати у складі посівних машин для роботи на полях, поверхня яких покрита рослинними рештками. Також отримані результати лягли в основу розробки графічної частини даної дипломної роботи.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36





дисковими, дводискові двохстрочними, наральниковими одно чи двохстрочними.

Для зручності обслуговування зернотукового ящика до заднього бруса прикріплені підніжки 7.

#### 4.2. Принцип роботи сівалки

Насіння та добрива з зернотукового ящика просипаються до приймального відділення висівних апаратів. При рухові сівалки в робочому стані з опущеними сошниками катушки висівних апаратів обертаються, захоплюють насіння та мінеральні добрива і подають їх у лійку висівних апаратів де насіння і добрива у змішаному потоці просипаються через туконасіннепроводи і потрапляють до сошників. Безпосередньо у сошниках, насіння орієнтується напрямниками на дно боріздки, утвореної дисками даних сошників, ґрунт за сошниками осипається і частково закриває насіння. Остаточне загортання і вирівнювання поверхні забезпечують загортачі.

За способом агрегування сівалка характеризується як напівпричіпна машина. Агрегують дані сівалки з тракторами тягового класу 1,4 -2 з тяговим зусиллям не менше 48кВт. Технологічна ширина захвату сівалки становить 3,6м. На цій ширині виконують свої функції 24 сошники, забезпечуючи ширину міжрядь 15 , або 7,5 см, що відповідає звичайному рядковому та вузькорядному посівам. Сівалка забезпечує висів насіння від 15 до 300 кг/га, а мінеральних добрив від 25 до 200 кг/га. Заявлена виробником робоча швидкість становить 12 км/год. Сівалка вигідно відрізняється від її попередників способом зміни передаточного відношення механізму приводу на даній машині це відбувається перестаноскою касети та введенням в зачеплення відповідних шестерен. Дана операція займає зовсім мало часу порівняно з механізмами у вигляді гітари змінних коліс. Конструкційна маса сівалки становить 1334 кг, з насінням та добривами 1999 кг. Місткість зернового ящика становить 453 дм<sup>3</sup>, а тукового 212 дм<sup>3</sup>.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Нажаль, саме сошники таких видів, якими комплектується дана сівалка характеризуються низькими показниками рівномірності загортання насіння по глибині, та суттєвим зниженням заданої глибини загортання при підвищених швидкостях роботи.

У зв'язку з цим, до роботи загортаючих систем висуваються наступні основні агротехнічні вимоги: сошники сівалки повинні утворювати ущільнене дно борозни і не виносити на поверхню нижні вологі шари ґрунту, глибина борозен повинна бути однаковою. Насіння, яке потрапляє на ущільнене дно і загорнуте вологим шаром ґрунту отримує кращий доступ до вологи і кращі умови проростання. Допустиме відхилення від заданої глибини загортання насіння повинно знаходитися у межах 0,7...1 см при загальній глибині сівби 4-8 см.

Для покращення якості виконання технологічного процесу та підвищення її універсальності в конструкцію сівалки запропоновано внести наступну зміну - замість серійних дискових сошників обладнати сівалку посівними секціями, здатними якісно загортати в ґрунт насіння на різні установчі глибини, як зернових так і дрібнонасінневих культур, таких як просо. Пропонуємо посівна секція здатна якісно загортати насіння в ґрунт на різні глибини, від 2 до 8 см і працювати по агрофону з мінімальною підготовкою ґрунту, коли у верхніх шарах ґрунту знаходиться певна кількість рослинних решток. Це дозволяє застосовувати прогресивні вологоутримуючі безвідвальні способи обробітку ґрунту під вибрані культури. За таких умов дискові сошники не здатні якісно виконувати технологічний процес сівби.

#### 4.3. Зміст удосконалення загортаючого робочого органа.

З метою розширення функціональних можливостей зернових сівалок, а саме їх здатність якісно виконувати процес сівби на полях після мінімальної чи нульової підготовки ґрунту та підвищення якості виконання даного процесу в розрізі дотримання заданої глибини загортання посівного матеріалу,

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



рами за допомогою паралелограмної підвіски 1, що забезпечує сталий кут входження у ґрунт не залежно від його вертикальних переміщень, що позитивно відрізняє її від радіальної повідкової підвіски.

Відомо, що основним недоліком сошників з гострим кутом входження в ґрунт є накопичення на його фронтальній поверхні рослинних решток, які унеможливають виконання технологічного процесу. Для вирішення даної проблеми конструкції секції передбачено два зубчастих диски 7, які обертаються у підшипникових вузлах 6 і з'єднані шарнірно зі стійкою сошника через кронштейн 5. Задача даних дисків, на відміну від відомих варіантів використання подібних конструкційних елементів, полягає у звільненні стійки сошника від рослинних решток на його поверхні. Очисні диски притискаються до поверхні поля пружиною 8 і, в результаті контакту з ґрунтом, обертаються і зубами зміщують чи знімають рослинні рештки зі стійки сошника.

Стабільність ходу сошника забезпечує маса секції та натискна штанга з пружиною 8. Зусилля притискання пружини 8 повинно бути меншим за сумарний тиск маси секції та пружини зі штангою, яка притискає всю секцію до ґрунту, щоб не сприяти несанкціонованому вигибленню останнього і забезпечувати стійкість ходу сошника по глибині. Конструкційна ширина долота сошника становить 2 см, що мінімізує опір ґрунту на його переміщення та забезпечує компактну боріздку для укладання насіння.

Розглянута конструкція експериментальної посівної секції дозволяє тяговий опір сівалки, вирішити проблему накопичення рослинних решток на стійках сошників і забезпечити підвищення функціональності, надійності та якості виконання технологічного процесу.

#### 4.4. Інженерні розрахунки

##### 4.4.1. Розрахунок необхідного передаточного відношення механізму приводу валів висівних апаратів.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Визначимо передаточне відношення необхідне для забезпечення мінімальної норми висіву при мінімальній довжині робочої частини катушки [14,15].

$$i_1 = \pi D_K b Q_{\min} / S_c \gamma L_{\min} (1 - \varepsilon) \quad (4.1)$$

де  $D_K$  – діаметр опорно-приводного колеса в мм,  $D_K=1200$ ;

$b$  – величина міжряддя в мм, 150;

$Q_{\min}$  – мінімальна норма висівання в кг/га, 18;

$\gamma$  - об'ємна маса посівного матеріалу, г/дм<sup>3</sup>, для проса 850;

$L_{\min}$  – мінімальна довжина робочої частини катушки в мм, 5;

$\varepsilon$  - коефіцієнт прослизання опорно-приводних коліс, 0,2.

$$S_c = Sz\mu + \pi d_k (1 - e^{-b_0 c_1}) / b_0 \quad (4.2)$$

де  $S_c$  – площа поперечного перетину жолобків катушки мм<sup>2</sup>;

$z$  – кількість жолобків, шт., 12;

$\mu$  - коефіцієнт, що характеризує ступінь заповнення жолобків посівним матеріалом ( $\mu=0.75$ );

$d_k$  – діаметр катушки в мм, 50;

$c_1$  – зазор на виході між катушкою та днищем в мм, 2;

$b_0$  – коефіцієнт пропорційності ( $b_0 = 0.32$ ).

Площу поперечного перетину жолобка визначають за формулою

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (4.3)$$

$$\text{де } S_1 = 0,52^2 (\pi - \alpha_1 - \sin(\pi - \alpha_1)) \quad (4.4)$$

$$\alpha_1 = 2(0,5d + \beta) = 2(0,5 \cdot 25,41 + 6) = 37^{\circ}4'$$

$$S_2 = 0,125d_k^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha) \quad (4.5)$$

					<i>C3 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$S_3 = (b_a^2 - 4\eta^2 \cos^2 0,5\alpha_1) / 4tg0,5\alpha_1 \quad (4.6)$$

$$\alpha = 2 \arcsin(b_a / d_k) = 2 \arcsin(11 / 50) = 75^{\circ}4'$$

$$S_1 = 0,5 \cdot 5,5^2 (3,14 - 0,65 - \sin(180 - 37,4)) = 25,8 \text{ мм}^2.$$

$$S_2 = 0,125 \cdot 50^2 (0,44 - \sin 23,41) = 6,25 \text{ мм}^2$$

$$S_3 = \frac{10 - 4 \cdot 5 \cos^2 \frac{27}{2}}{4 \cdot tg \frac{37}{2}} = 20,2 \text{ мм}^2$$

$$S = 6,25 + 20,2 + 25,8 = 52,27 \text{ мм}^2$$

Знаходимо  $S_c$

$$S_c = 52,27 \cdot 12 \cdot 0,75 + 3,14 \cdot 50 (1 - e^{-0,32 \cdot 2}) / 0,32 = 901,4 \text{ мм}^2$$

Тоді

$$i_1 = 3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 18 / 901,4 \cdot 850 \cdot 5 \cdot (1 - 0,2) = 0,33$$

Перевіряємо діапазон норм висівання при знайденому значенні  $i_1$ , і

$$L_k = L_{\max}$$

$$Q_1 = i_1 S_c \gamma L_{\max} (1 - \varepsilon) / \pi D_k \cdot b \quad (4.7)$$

$$Q_1 = 0,33 \cdot 901,4 \cdot 850 \cdot 34 \cdot (1 - 0,2) / 3,14 \cdot 1200 \cdot 15,0 = 121,6 \text{ кг/га}$$

В серійній конструкції сівалки СЗ-3,6 в передаточному механізмі передбачене передаточне відношення 0,36. Отже для забезпечення висіву насіння проса не потрібно вносити зміни в механізм приводу сівалки.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

#### 4.4.2. Силовий аналіз паралелограмної підвіски посівної секції.

Рівняння рівноваги секції з паралелограмною підвіскою має вигляд (рис 4.5)

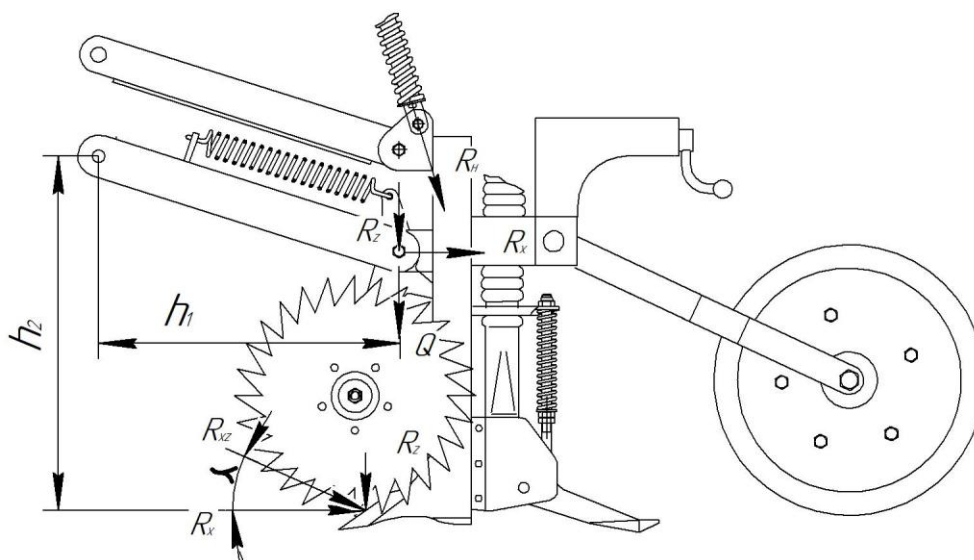


Рис. 4.4. Схема для розрахунку паралелограмної підвіски посівної секції.

$$Qh_1 + R_H h_1 + R_z \cdot h_1 = R_x h_2 \quad (4.8)$$

де:  $Q$  – сила ваги сошника, Н;

$R_x$  – сила опору сошника, Н, з експериментальних даних  $R_x = 230\text{Н}$ ;

$R_z$  – реакція ґрунту, що діє на сошник у вертикальній площині, Н.

$R_H$  – сила тиску пружини натискної штанги, Н.

$$R_z = R_x \cdot \text{tg}\lambda \quad (4.9)$$

$$R_z = 230 \cdot \text{tg}30 = 132.7\text{Н}$$

З умови рівноваги посівної секції та з урахуванням коефіцієнта динамічних навантажень, визначимо силу тиску пружини натискної штанги, Н.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$R_n = \frac{R_x \cdot h_2 - (Q + R_z) \cdot h_1}{h_1} \quad (4.10)$$

$$R_n = \frac{230 \cdot 0.45 - (120 + 132.7) \cdot 0.4}{0.4} = 6.75H$$

Отже, орієнтовне зусилля пружини на стиснення повинно становити близько 10 Н.

#### 4.4.3. Розрахунок параметрів стійки сошника.

Стійку сошника розраховуємо на згин (рис.4.5.) [14,16].

На робочий орган діє зусилля  $R_{zx}$ . При розрахунках поперечного перетину стійки дане зусилля слід збільшити в 1,5, щоб врахувати можливу нерівномірність навантаження.

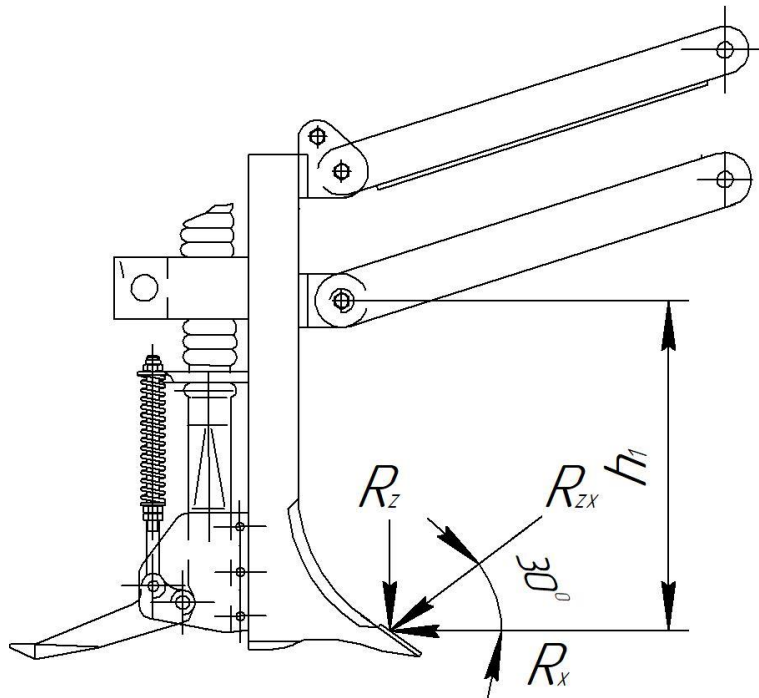


Рис. 4.5. Схема навантаження стійки сошника.

$$M_3 = R_{zx} \cdot h_1 \quad (4.11)$$

де -  $R_{zx} = R_x / \cos\phi$  або – горизонтальна рівнодіюча;

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$\varphi$  – кут нахилу рівнодіючої до горизонту, який дорівнює  $30^\circ$ ;

$$M_3 = R_x / \cos\varphi \cdot 1,5 \cdot h_1 \quad (4.12)$$

Підставивши значення, отримаємо

$$M_3 = 230 / \cos\varphi \cdot 1,5 \cdot 0,40 = 16,3 \text{ кг м} = 119,5 \text{ Нм}$$

Визначимо необхідний поперечний перетин стійки, враховуючи, що її виготовляють з матеріалу Ст 5 Гпс з  $\delta = 1600 \text{ кг/см}^2$ .

Тоді

$$W = M_3 / \delta = 11,95 \cdot 10^2 / 1600 = 7,4 \text{ см}^2$$

Приймаємо ширину стійки  $b = 2,5 \text{ см}$ , тоді довжина стійки  $a$  становитиме

$$a = 6W / b^2 = 6 \cdot 7,4 / 2,5^2 = 7,1 \text{ см}$$

Враховуючи те, що для розрахунків було прийняте середньостатистичне значення питомого опору ґрунту то приймаємо стандартне значення  $a \times b = 25 \times 70 \text{ мм}$ .

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1. Рекомендації щодо умов праці при вирощуванні проса.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності [17,18].

Для створення безпечних умов праці всі робітники повинні проходити навчання по техніці безпеки.

Усі сільськогосподарські машини, трактори, а також інші транспортні засоби, що застосовуються при вирощуванні і збиранні проса, мають бути справні та повністю укомплектовані набором інструментів необхідних для обслуговування даних машин згідно заводських інструкцій, а також аптечкою для першої медичної допомоги. Всі небезпечні механізми машин повинні мати захисні кожухи, щоб запобігти травматизму серед обслуговуючого персоналу.

Технічне обслуговування машин у польових умовах бажано проводити тільки в світлий час доби. В разі необхідності виконання певних робіт з обслуговування у нічний час то виконувати ці роботи можна тільки за умов якісного і достатнього освітлення.

Всі операції технічного обслуговування, як трактора так і робочих машин, крім регулювання двигуна, дозволяється виконувати лише після повної зупинки двигуна. При необхідності обслуговування окремих частин машин в піднятому стані, такі машини потрібно надійно зафіксувати підставками і упорами, щоб запобігти довільному опусканню чи падінню.

Потрібно дотримуватись загальноприйнятих правил техніки безпеки: кваліфікація працівників повинна відповідати характеру роботи; перед початком роботи потрібно перевіряти технічний стан робочої машини; категорично забороняється проводити регулювання та змащування вузлів під час роботи

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

агрегату; не дозволяється розпочинати роботу чи рух агрегату без подачі звукового сигналу.

При роботі сільськогосподарського агрегату забороняється зіскакувати або вскакувати на трактор, машину, переходити з однієї секції машини на іншу, ремонтувати чи регулювати робочі органи; сидіти чи стояти на крилах трактора, підніжках, драбинах, майданчиках, причіпних пристроях.

Під час роботи декількох робочих машин в одній загінці трактор, що рухається позаду, повинен витримувати інтервал 20 – 40 м. В разі зупинки трактора, що йде попереду, його об'їжджають з боку необробленого поля з непрацюючими робочими машинами чи знаряддями.

При роботі на схилах чи поруч з ярами відмічають поворотні смуги, які забороняється переїжджати. Забороняється працювати на схилах колісним тракторам з вузькою колією. Роботи в таких умовах дозволяється виконувати тільки в день.

5.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи посівного агрегату та заходи по їх запобіганню.

При використанні тракторних агрегатів у сільськогосподарському виробництві можуть виникати небезпечні ситуації. Аналіз причин виробничого травматизму при роботі агрегатів показує, що травми робочих відбуваються головним чином через незадовільний технічний стан трактора і агрегатованих з ним машин, усунення несправностей або чищення робочих органів при працюючому двигуні, або на ходу трактора, невідповідності одягу і т.д. При організації робіт з посівним агрегатом механізаторів потрібно забезпечити спеціальними чистиками для чищення робочих органів, також потрібно забезпечити робітників, які заточують сошники, захисними окулярами та рукавицями.

Також необхідно враховувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть мати місце при роботі на посівних і садильних машинах:

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- рухомі машини, агрегати, знаряддя;
- рухомі вузли, частини машин: причіпні чи начіпні пристрої, робочі органи, устаткування; (сошники, котушки висівних апаратів, мішалки посівних матеріалів); елементи механізмів приводу, маркери, колеса та ін.;
- гідросистеми та їх робочі рідини;
- матеріали хімічного походження - протруєне насіння, добрива;
- підвищена концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони (пил, мінеральні добрива та ін.);
- несприятливі кліматичні, метеорологічні та і інші умови і фактори.

При роботі з посівними агрегатами обслуговуючий персонал повинен дотримуватися наступних вимог безпеки:

- при роботі агрегату перебувати тільки на підніжній дошці і міцно триматися за поручні;
- сходити з підніжної дошки агрегату при його маневруванні;
- в безпосередній близькості до посівного агрегату не пити воду, не вживати їжу, не палити, не працювати незахищеними руками з протруєним насінням та мінеральними добривами;
- запобігати потраплянню протруєного насіння в їжу та на корм худобі, птиці, диким тваринам та птахам;
- не намагатися впливати на роботу рухомих деталей вузлів та робочих органів сівалки руками чи ногами, використовувати для цього тільки спеціальне обладнання.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

При різних видах удосконалення сільськогосподарських машин не завжди можна відразу прорахувати економічний ефект, а в окремих випадках зробити це взагалі буває складно, так як він може проявитися навіть через декілька років. Як приклад вартість екологічної складової при виконанні обробітку ґрунту різними способами.

В даному випадку, використання нової конструкції посівної секції дозволить оцінити її ефективність у грошовому еквіваленті тільки після збирання врожаю, за його показниками. Але кінцевий результат формується сукупністю ряду очевидних позитивних факторів, якими є: покращення рівномірності загортання насіння по глибині, краще дотримання заданої глибини загортання, підвищення робочої швидкості, можливість використання удосконаленої посівної машини для сівби після мінімальної чи безвідвальної підготовки ґрунту, зменшення негативного тиску на ґрунт та запобігання руйнуванню його структури.

Всі перелічені фактори свідчать про доцільність і ефективність запропонованого технічного удосконалення.

Поруч з цим, удосконалення технології вирощування проса, яке полягає у використанні для сівби модернізованої зернової сівалки дозволяє підвищити продуктивність технологічної операції на 7,09 га/зм. і зменшити витрати пального на 2,8 кг/га, а також суттєво покращити якість виконання процесу сівби.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

## Висновки

На підставі аналізу базових технологій вирощування проса встановлено, що підвищити загальну ефективність вирощування даної культури можна досягти шляхом обґрунтування раціонального складу посівного агрегату та організації його роботи, підвищенням надійності виконання технологічного процесу та його якісних показників, зокрема дотриманням заданої глибини загорання посівного матеріалу.

В даній роботі ця мета досягається заміною в технології вирощування посівного агрегату в складі трактора МТЗ-80 та сівалки СЗ-3,6, на посівний агрегат до складу якого входить сівалка з експериментальними посівними секціями на базі сошників з гострим кутом входження в ґрунт та очисними дисками.

Проведені польову експериментальні дослідження підтвердили працездатність конструкції даної посівної секції та дозволили встановити вплив робочої швидкості посівного агрегату та заданої глибини загорання насіння на фактичну глибину залягання посівного матеріалу. Так, максимальне відхилення середнього значення фактичної глибини залягання насіння відхиляється від заданого значення на 15,25%, з діапазоном розкиду значень від 8 до 21%, Що в порівнянні з іншими загортаючими органами є позитивним результатом.

Запропоновані зміни в самій технології вирощування проса дозволяють підвищити продуктивність праці на операції сівби на 7,09 га/зм. та зменшити витрати пального на 2,8 кг/га. Також використання удосконаленої конструкції посівної секції дозволить підвищити якість виконання технологічного процесу та функціональність посівних машин, які ними можуть бути обладнаними. Такі посівні машини здатні якісно виконувати процес сівби після мінімальної, безвідвальної і навіть нульової підготовки ґрунту під сівбу.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52



9. Очишувач ряду для сівалки John Deere 7000 дводисковий:  
<https://hydrolider.com.ua/ua/p2031853554-ochistitel-ryada-dlya.html>
10. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016 р. 204 с.
11. Ельворті. Каталог техніки. Сівалка зерно тукова СЗ-3,6.  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuzsPeueaJAxVHSfEDHcvPLesQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Felvorti.com%2Fcatalog%2F%3Flang%3Dua&usg=AOvVaw13jg32R3x6MGyhh-dfkyCU&opi=89978449>
12. Сівалка зерно тукова рядова СЗ-3,6 з пристосуваннями. Керівництво з експлуатації. Кропивницький. ЕЛЬВОРТИ. 2011.
13. Посівна секція. Патент на корисну модель. Україна. 156272.A01C 7/00, A01C7/20. Вовнянко Б.Г. Володілець: Центральноукраїнський національний технічний університет.и 2023; 29.05.2024, Бюл. №23.
14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини, /Теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва/ За ред М.І. Черновола – К. Урожай, 2000.
15. В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л.Сало. Машини для сівби садіння та догляду за посівами: Навчальний посібник.- Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2022.-220с.: іл. ISBN 978-617-7813-62-9
16. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник / П.В. Сисолін, В.М. Сало, М.О. Свірень. Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. 131 с.
17. Цілинський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинський.- К.: "Урожай", 1991. – 186 с.
18. Лесенко Г.В. Профілактика травматизму в сільськогосподарському виробництві / Г.В. Лесенко, І.І. Скороходю - К.: "Урожай", 1973. – 240 с.

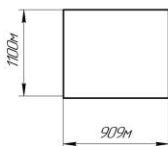
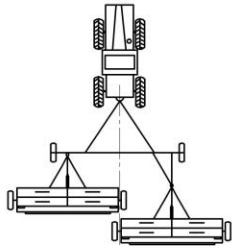
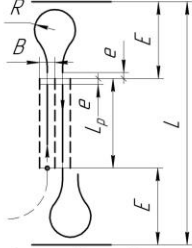
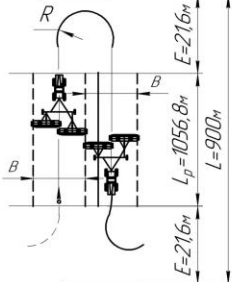
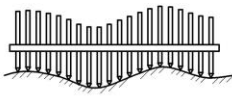
					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

# ДОДАТКИ

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

# Операційна технологічна карта на процес сівби проса

МВЛ 00. 000. 01 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га; довжина гонів – 1100 м; максимальна величина схилів – 6°%	Схема поля
Агротехнічні вимоги	Ширина міжряддя 15 см. Глибина загортання 30...40 мм. Норма висіву 18кг/га. Нестійкість висіву насіння до 3%. Нерівномірність висіву до 4%. Подріднення насіння не більше 2%. Все насіння повинне бути загорнутим на задану глибину	
Склад агрегату	Трактор МТЗ-80 + СЗ-3,6. Робоча ширина захвату $V_p = 3,6$ м; мінімальний радіус повороту $R_{min} = 6,12$ м; кінематична довжина агрегату $L_a = 4,17$ м.	
Підготовка МТА до роботи	1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і сівалки 2. Перевірити кріплення вузлів і загострення робочих органів. 3. Перевірити надійність та правильність розстановки робочих органів. 4. Відрегулювати норму висіву насіння	Схема агрегату
Спосіб руху	5. Спосіб руху – загінний, човниковий з петльовими поворотами	Схема підготовки поля до роботи
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, виявлені перешкоди усунути. Відмітити ширину поворотних смуг $E = 21,6$ м; довжину робочого ходу $L_p = 1056,8$ м.	
Робота МТА на ділянці Показники організації процесу	1. Роботи виконувати на III-ї передачі. З врахуванням продуксування робоча швидкість повинна становити $V_p = 9$ км/год. 2. Тривалість одного циклу – 17,09 хв. 3. Технічна продуктивність за цикл – 0,74 га/цикл. 4. Кількість циклів за зміну – 28ц/зм. 5. Змінна продуктивність агрегату – 21,25га/зм. 6. Витрати палива на 1 га – 5,34 кг/га. 7. Витрати палива за зміну – 113,4 кг/зм.	 <p><math>E</math> – поворотна смуга,  <math>L_p</math> – робоча довжина гонів, <math>R</math> – мінімальний радіус повороту</p> Схема руху одного циклу
Контроль за якістю	1. Виконати 15 замірів глибини загортання по діагоналі поля. Середнє значення глибини не повинне відхилитися від заданого більше ніж на 1 см. 2. За допомогою профілеміра визначити гребенистість поверхні поля. її значення не повинне перевищувати 1,5 см. 3. На поверхні обробленого поля не повинно залишатися незаробленого насіння. 4. Не допускаються огріхи і несучільність посівів	Перевірка гребенистості поверхні профілеміром 

МВЛ 00. 000. 01 Т4  
 Лист № 1  
 Лист № 2  
 Лист № 3  
 Лист № 4  
 Лист № 5  
 Лист № 6  
 Лист № 7  
 Лист № 8  
 Лист № 9  
 Лист № 10

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.				
							Справ. №	Подп. и дата			
				Документація							
			СЗТ 00.000 СБ	Сівалка зернотукодроб'яна							
				СЗТ-3,6	1						
				Складальні одиниці							
A1		1	СЗ 00.010.000 СБ	Рама	1						
A1		2	СЗ 00.020.000 СБ	Колесо	2						
A1		3	СЗ 00.030.000 СБ	Підніжка	1						
A1		4	СЗ 00.040.000 СБ	Секція	24						
A1		6	СЗ 00.060.000 СБ	Підставка	2						
A1		7	СЗ 00.070.000 СБ	Підставка	1						
A1		8	СЗ 00.080.000 СБ	Ящик інструментальний	1						
A2		9	СЗ 00.090.000 СБ	Кронштейн	1						
A2		10	СЗ 00.100.000 СБ	Кронштейн	1						
A2		11	СЗ 00.110.000 СБ	Кронштейн	2						
A0		12	СЗ 00.120.000 СБ	Коробка передач	2						
A1		13	СЗ 00.130.000 СБ	Ящик зернотуковий	1						
				Деталі							
A3		15	СЗ 00.601	Вісь	4						
A3		16	СЗ 00.602	Палець	1						
			СЗ 00.000								
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инд. № подл.	Разраб.		Батіг Д.В.		Сівалка зернотукова СЗ-3,6А				Лит.	Лист	Листов
	Пров.		Сало В.М.								
И.контр.		Мачок Ю.В.						ЦНТУ гр. АІ-23-2			
Утв.		Васильківський О.М.						Формат А4			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17	СЗ 00.603	Палець	2	
		18	СЗ 00.504	Пружина	2	
		19	СЗ 00.505	Пружина	1	
				<i>Стандартні вироби</i>		
				<i>Болти ГОСТ 7796-73</i>		
		20		M10-6gx50.66.019	12	
		21		M10-6gx30.66.019	8	
		22		M8-6gx40.66.019	16	
		23		M8-6gx30.66.019	4	
		24		M8-6gx30.66.019	2	
				<i>Гайки ГОСТ 5927-70</i>		
		25		M10-7H.019	20	
		26		M8-7H.019	22	
				<i>Шайби ГОСТ 9649-66</i>		
				.10.05	4	
				8.05	6	
				<i>Шайби ГОСТ 6402-70</i>		
				10 65Г	20	
				8. 65Г	22	
				<i>Шплицт 7x70 ГОСТ 397-74</i>	6	

И-№ № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
И-№ № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

СЗ 00.000

Лист  
2



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание															
Справ. №			СЗ 00. 040000. СБ	Посівна секція	1																
							Складальні одиниці														
								A3	1	СЗ 40.010.	Диск	1									
								A3	2	СЗ 40.020	Поводок нижній	1									
								A3	3	СЗ 40.030.	Поводок верхній	1									
								A3	4	СЗ 40.040.	Штанга натискна	1									
								A1	5	СЗ 40.050.	Сошник	1									
								A3	6	СЗ 40.050.	Механізм регулювання	1									
								A3	7	СЗ 40.060.	Колесо прикочуюче	1									
								Перв. примен.			СЗ 00 040 000	Посівна секція	1								
															Деталі						
																A3	8	СЗ 40.614	Пружина	1	
																A3	9	СЗ 40.103	Туконасіннепровід	1	
																A3	10	СЗ 40.615	Пружина	1	
Взам. інв. №			СЗ 00 040 000	Посівна секція	1																
							Стандартні вироби														
																Болти ГОСТ 7796-73					
																	11	M16-6gx40.66.019	1		
12	M16-6gx130.66.019	1																			
Взам. інв. №			СЗ 00 040 000	Посівна секція	1																
							13									M16-6gx60.66.019	1				
Взам. інв. №			СЗ 00 040 000	Посівна секція	1																
							14									M10-6gx40.66.019	1				
Інв. № подл.	Разраб.	Батіг Д.В.	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Лист	Листов													
									Пров.	Сало В.М.			2								
Інв. № подл.	Н.контр.	Мачок Ю.В.	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Лист	Листов													
									Утв.	Васильківський О.М.			2								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартні вироби		
				Гайки ГОСТ 5927-70		
		15		M10-7H.019	3	
		16		M16-7H.019	3	
				Шайби ГОСТ 6402-70		
		17		16. 65Г	3	
		20		10 65Г	2	
		21		12 65Г	2	
		22		M12-7H.019	2	

И-в. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	И-в. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

СЗ 00 040 000

Лист  
2



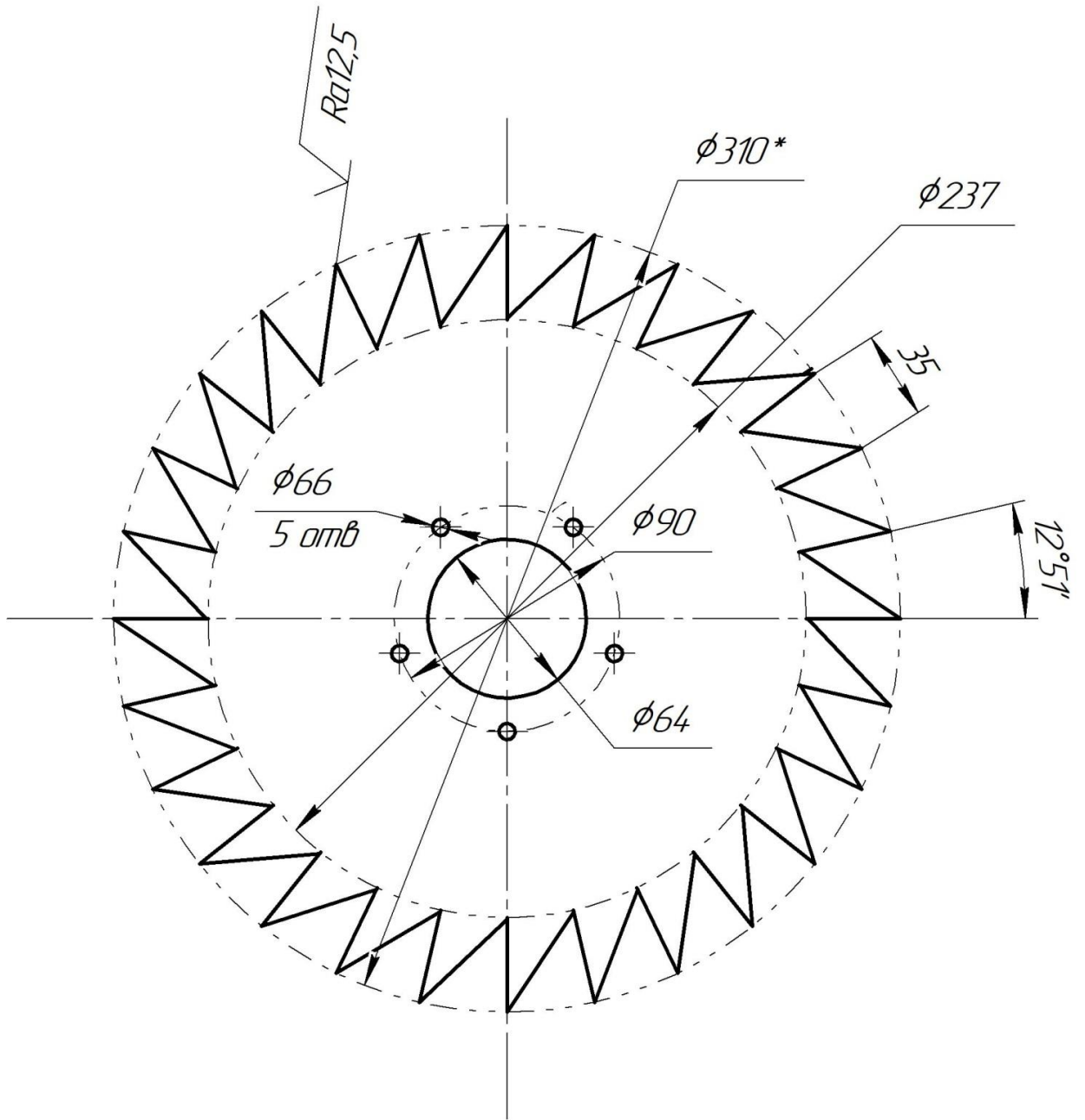


517 040 НН

✓ (✓)

Перв. примен.

Справ. №



1. \*Размер для довідок

Подп. и дата

Изм. № дріл

Взам. инв. №

Подп. и дата

И-в. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Батіг Д.В.		
Проб.		Сало В.М.		
Т.контр.				
Н.контр.		Мачок Ю.В.		
Утв.		Васильковський О.М.		

4Н 040 415

ДИСК ОЧИЩНИЙ

Лист	Масса	Масштаб
	0,9	1:2
Лист	Листов	1

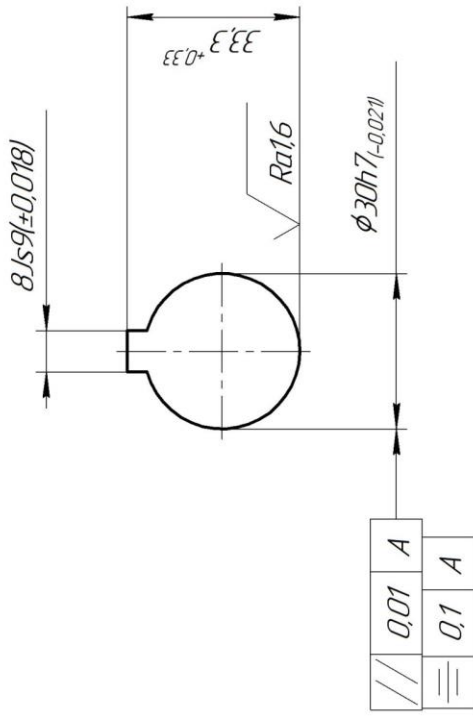
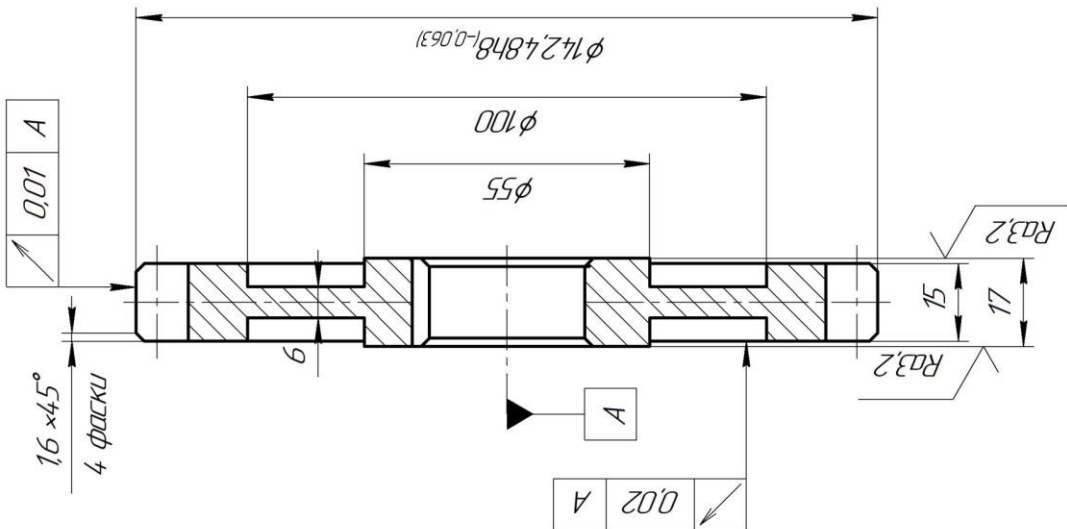
3 ГОСТ 19904-74  
Лист БСт5 Гпс2-ГОСТ14.637-79

ЦНТУ  
зр А1-23-2

Копирвал

Формат А4

СЗС 12. 301



1. 269...302 НВ.
2. Радиуси заокруглень 1 тах.
3. Невказані граничні відхилення розмірів: валів – h14, інших –  $\frac{IT14}{2}$ .

√ Раб,3 (√1)

Модуль	m	5
Кількість зубів	z	27
Нормальний вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміцнення	x	0
Ступінь точності по ГОСТ 1643-81	-	8-С
Постійна хорда зуба	$S_z$	6,815
Висота до постійної хорди	$h_z$	3,74
Дільний діаметр	d	135
Позначення креслення спряженого зубчастого колеса		СЗГ 12. 302

СЗС 12. 301

Колесо зубчасте

Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Мен. Лист	№ з'явил.	Подп.	Дата
Розроб.	Батог ДВ.		
Проб.	Соло ВМ		
Т.контр.			
Н.контр.	М'ячок ЮВ		
Члпб.	Васильович ОМ		
Лист	Масса	Листов	1
	3,249		
ЦНТУ		Зр. АІ-23-2	



# ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

## Встановлення залежності реальної глибини загортання насіння від заданої глибини загортання та робочої швидкості посівного агрегату.

**Мета досліджень:** Підвищення функціональних можливостей посівних машин шляхом обладнання їх загортаючими робочими органами на основі сошників з гострим кутом входження в ґрунт.

**Об'єкт дослідження:** процес сівби зернових культур експериментальною посівною секцією на основі сошника з гострим кутом входження в ґрунт.

**Предмет досліджень:** встановлення залежності фактичної глибини загортання насіння від заданої глибини та робочої швидкості посівного агрегату.

**Задачі досліджень:**

- запропонувати методику оцінки показника фактичної глибини загортання насіння;
- провести польові випробування експериментального зразка посівної секції на базі сошника з гострим кутом входження в ґрунт;
- отримати експериментальні дані для встановлення залежності фактичного значення глибини загортання посівного матеріалу в залежності від заданої глибини загортання насіння в ґрунт  $h$  та робочої швидкості посівного агрегату  $V$ , м/с
- провести обробіток отриманих експериментальних даних;
- виконати аналіз отриманих результатів щодо можливості підвищення функціональності посівних машин шляхом обладнання їх експериментальними посівними секціями та покращення умов дотримання заданих глибин загортання посівного матеріалу по глибині.

**Наукова новизна.** Встановлено вплив заданої глибини загортання посівного матеріалу та робочої швидкості посівного агрегату на фактичну глибину загортання посівного матеріалу при сівбі зернових культур експериментальною посівною секцією обладнаної сошником з гострим кутом входження в ґрунт.

Впливові фактори та рівні їх варіювання

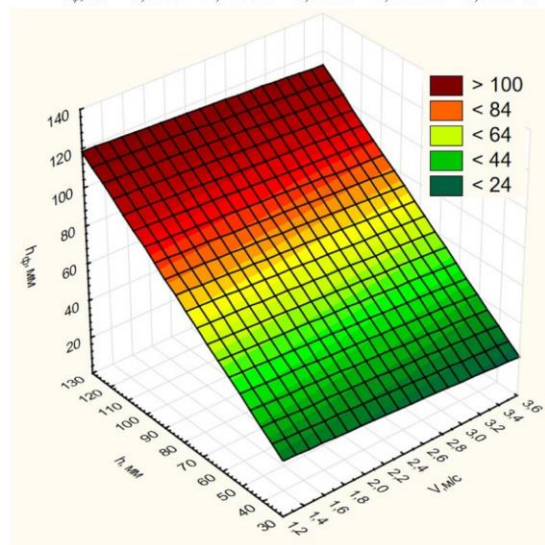
№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Задана глибина загортання насіння ( $h, \text{см}$ )	$X_1$	120	40	20
2	робоча швидкість агрегату ( $V, \text{км/год}$ )	$X_2$	3,4	1,4	0,4

### Результати досліджень

Рівняння регресії

$$h_{ф, \text{мм}} = 6,6619 + 2,7963 h + 0,8796v - 0,1902 h^2 + 0,0088 hv + 5,9524y - 7 v^2$$

### Технічне забезпечення досліджень



Загальний вигляд сівалки з експериментальною посівною секцією на основі сошника з гострим кутом входження в ґрунт.

Графічна інтерпретація залежності значень фактичної глибини залягання насіння від заданої глибини загортання насіння  $h, \text{мм}$  та робочої швидкості виконання технологічного процесу  $V, \text{км/год}$ :

СЗ 00 000 ДЧ					
Дослідницька частина				Лист	Масо
Частина				Лист	Масо
-				ЦНТУ	
-				гр. АІ-23-2	
-				Формат А4	