

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Олексій  
ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**

**на тему:**

«Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням висівного апарату сівалки УПС-8»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Ткачук Давид Олександрович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

\_\_\_\_\_ Олександр НЕСТЕРЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Рецензент \_\_\_\_\_ доц. Яцун В.В.

м. Кропивницький

**Центральноукраїнський національний технічний університет**

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

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

Ткачук Давид Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням висівного апарату сівалки УПС-8
  2. Керівник роботи (проекту) Нестеренко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
  3. Строк подання роботи до захисту 17.06.2025 р.
  4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Підвищення ефективності вирощування кукурудзи шляхом вдосконалення висівного апарату сівалки УПС-8 та покращення якості висіву, а також продуктивності сівалки.
  5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта; 2. Операційно-технологічна карта; 3. функціональна схема; 4. Висівний апарат – складальне креслення; 5. Деталювання.
- Всього 4 аркуші формату А1 змаштабовані в формат А4.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Нестеренко О.В.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	3.03.2025 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	25.04.2025 р.	
3	Виконання розділу 4		
	Графічна частина арк. 3, 4	28.05.2025 р.	
4	Виконання розділів 5, 6	08.06.2025 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки,		
	графічної частини, підготовка до захисту.	14.06.2025 р.	
	Захист дипломної роботи	17.06.2025	

Дата видачі завдання

«03» лютого 2025 р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Підпис здобувача \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## Зміст

1. Вступ .....	5
2. Аналіз існуючої технології виробництва кукурудзи в господарстві.....	6
3. Операційна технологія висіву насіння кукурудзи.....	13
4. Інженерна частина .....	24
5. Охорона праці .....	38
6. Висновки .....	40
Список використаних джерел .....	41
Додатки .....	43

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. ВСТУП.

Кукурудза одна з провідних зернових культур в агропромисловому комплексі України, що обумовлено її високою врожайністю, широкими можливостями використання та адаптивністю до кліматичних умов різних регіонів [2]. Вона відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої, кормової та енергетичної безпеки країни.

Значне поширення кукурудзи у сівозмінах господарств зумовлює необхідність раціонального використання технічних засобів для її вирощування, особливо на початкових етапах розвитку культури – під час сівби. Якісне проведення сівби кукурудзи є основою формування рівномірного та продуктивного стеблостою, що, своєю чергою, впливає на реалізацію потенціалу врожайності культури [2, 4].

Серед технічних засобів, що застосовуються для висіву просапних культур, широке розповсюдження отримала універсальна пневматична сівалка УПС-8. Вона забезпечує точний висів насіння кукурудзи на задану глибину з дотриманням норм висіву. Проте у процесі експлуатації виявляються певні недоліки, зокрема нерівномірність подачі насіння, пропуски або двійники, що негативно впливають на структуру посівів. Це створює передумови для технічного вдосконалення конструкції висівного апарату.

У дипломній роботі нами запропоновано удосконалити технологію вирощування насіння кукурудзи шляхом підвищення ефективності роботи висівного апарату універсальної пневматичної сівалки УПС -8. Вказані зміни дозволять суттєво покращити якість сівби і зменшити вірогідність висіву двійників і пропусків.

					МВК 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ткачук			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Нестеренко					5	1
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-22 мб-1		
Н. Контр.		Мачок						
Затверд.		Васильковськи						



Глибина обробітку при цьому має становити 25–30 см. Якщо орний шар на полі меншої глибини, то оранку виконують на всю доступну товщу [6].

У випадку, коли кукурудзу вирощують на одному й тому ж полі протягом кількох років, глибину оранки необхідно збільшити до 30 см і більше, щоб забезпечити ефективне загортання рослинних решток. Для подрібнення і кращого розміщення поживних залишків перед оранкою рекомендується обробляти площу важкими дисковими боронами типу БД-4,1 або БДН-2,0.



Рис. 2.1 Дискова борона БДН-2.0

Подрібнені залишки потім загортають у ґрунт за допомогою плугів із передплужниками.

#### **Внесення добрив під посів кукурудзи.**

У господарстві вирощуються середньостиглі гібриди кукурудзи (ФАО 250–300), що забезпечують стабільну врожайність у межах 9–11 т/га за сприятливих погодних умов. Посів проводиться після озимих культур, що дає змогу вчасно підготувати ґрунт.

Підживлення кукурудзи проводиться на основі агрохімічного аналізу. Вносяться мінеральні добрива – під основний обробіток NPK у дозах 90–60–60 кг/га, перед сівбою – амофос або складні добрива (наприклад, NPK 10:26:26), а у фазу 4–6 листків виконується підживлення КАСом (30–40 кг/га азоту діючої речовини) [2-5].

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







Рис. 2.4. Сівалка УПС-8 (Гермес-8)

Одночасно з висівом насіння кукурудзи вносять суперфосфат ( $P_2O_5$  з дозуванням 10–15 кг/га).

**Догляд за посівами.**

Комплекс агротехнічних заходів з догляду за посівами кукурудзи передбачає, насамперед, проведення міжрядних обробіток та внесення мінеральних добрив з метою забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин [2-5].

Для зменшення забур'яненості у прикореневій зоні посівів використовуються додаткові робочі елементи культиваторів. Зокрема, під час першого міжрядного обробітку застосовують ротаційні голчасті диски, а при другому - прополювальні борінки у складі агрегату УСМК-5,4.



Рис. 2.5. Культиватор УСМК-5,4 (Уманьфермаш)

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Така комбінація дозволяє значно підвищити ефективність механічного видалення бур'янів.

Перший міжрядний обробіток рекомендується проводити на фазі трьох-чотирьох справжніх листків у кукурудзи. Наступна культивування виконуються з інтервалом 10–12 діб. На початковій стадії використовується поєднання універсальних стрілчастих лап із захватом 270 мм, що розміщуються по центру міжрядь, і лап-бритв шириною 165 мм для обробітку ближче до рослин [2-5].

У другому та третьому обробітках міжрядь використовуються стрілчасті лапи з шириною захвату 220–270 мм при дотриманні захисної зони шириною 12 см, що дозволяє запобігти механічному пошкодженню культурних рослин. При цьому глибина обробки визначається, зокрема, поточним рівнем зволоження ґрунту, що є критичним фактором для збереження вологи.

У ці ж строки виконується підживлення мінеральними добривами, яке здебільшого поєднується з міжрядною культивування. Це дозволяє одночасно забезпечити рослини необхідними елементами живлення та покращити фізичні властивості ґрунту.

У випадку застосування інтенсивної технології вирощування кукурудзи, де боротьбу з бур'янами здійснюють переважно хімічними засобами, кількість операцій догляду скорочується до мінімуму. Зазвичай виконується досходове боронування і одна культивування в період, коли рослини досягають висоти 30–40 см. Однак за умов слабкої дії гербіцидів або при появі стійких бур'янів доцільно додатково використовувати механічні методи знищення небажаної рослинності.

Один із високоефективних гербіцидів, рекомендованих для захисту кукурудзи при інтенсивному землеробстві, - тербутилазин. Його вносять у ґрунт під час передпосівної культивування за допомогою спеціалізованого агрегату у складі: МТЗ-82 + БЗСС-1.0.

### **Збирання кукурудзи.**

Збирання на зерно слід розпочинати наприкінці воскової стиглості і завершувати в період повної стиглості качанів. Якщо затягнути процес

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



### 3. Операційна технологія висіву насіння кукурудзи

3.1. Агротехнічні вимоги [2] визначають перелік техніко-технологічних параметрів, які повинні забезпечуватись під час функціонування сільськогосподарських машин, знарядь та агрегатів на відповідних етапах виробничого процесу.

Під час висіву кукурудзи сівалкою УПС-8 необхідно дотримуватись наступних нормативів:

- допустиме відхилення фактичної норми висіву насіння від запланованої не має перевищувати  $\pm 3\%$ ;
- дозування мінеральних добрив повинне коливатись у межах  $\pm 10\%$  від заданої норми;
- відхилення норм висіву насіння між різними висівними апаратами агрегату не повинно перевищувати  $\pm 4\%$ ;
- кожен окремий висівний апарат не повинен давати відхилення більше ніж  $\pm 2\%$  у нормі подачі насіння;
- на поверхні ґрунту не повинно залишатися не загорнутого насіння;  
– рівномірність розподілу добрив по ширині захвату має відповідати допуску  $\pm 8\%$ ;
- загортання насіння має бути чітким і рівномірним на передбачену глибину, при цьому похибка загортання не повинна перевищувати  $\pm 1,5$  см;
- відстань розміщення туків відносно насіння по глибині та горизонталі повинна бути з точністю до  $\pm 15\%$ ;
- розбіжність між основними міжряддями в межах рядка не має перевищувати  $\pm 3\%$ ;
- стикові міжряддя допускаються з похибкою не більше ніж  $\pm 7\%$ ;
- насіння під час посіву не повинно зазнавати механічних пошкоджень.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

### 3.2. Вибір та обґрунтування складу посівного агрегату

З урахуванням вище означених умов та агротехнічних вимог до сівби кукурудзи приймаємо трактор МТЗ-82 та сівалку УПС-8, допустима робоча швидкість якої становить  $V_p = 4,6 \dots 9,2$  км/год; маса трактора МТЗ-82  $G_{mp} = 33,4$  кН, сівалки  $G_m = 11,0$  кН та згідно [8] питомий опір  $K = 1,5$  кН/м.

По характеристиці поля можемо вважати, що ґрунти на яких буде проводитись висів важкі, а величина підйому та спуску  $i = 0,03$ .

Виконуємо розрахунки:

1. Згідно технічної характеристики трактора, визначаємо робочі передачі, при яких може проводитись ця операція і відповідні зусилля на гаку [8]

$$V_T^{III} = 7,24 \text{ км/год}; \quad P_{н.гак}^{III} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_T^{IV} = 8,9 \text{ км/год}; \quad P_{н.гак}^{IV} = 14,0 \text{ кН}.$$

2. Розраховуємо тягове зусилля трактора із урахуванням величини схилу:

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

де  $P_{н.гак}$  – тягове зусилля на вибраних передачах, кН;

$G_{тр}$  – маса трактору, т., ( $G_{тр} = 33,4$  т);

$i$  – величина схилу поля ( $i = 0,03$ ).

Отже,

$$P_{гак}^{III} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}$$

$$P_{гак}^{IV} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}$$

3. розраховуємо максимальну ширину захвата агрегата на III-ій та IV-ій передачах,

$$B_{max} = \frac{P_{гак}}{K + R_i}, \quad (2.2)$$

де  $K$  – величина питомого опору сівалки УПС-8, кН/м, ( $K = 1,5$  кН/м);

$R_i$  – величина додаткового опору на подолання підйомів поля, кН/м.

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (2.3)$$

де  $B_K$  – значення конструктивної ширини захвату агрегату, м;  $B_K = 5,6$  м [8];

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$G_M$  – загальна маса агрегату, т;  $G_M = 11,0$  [8].

Тоді маємо,

$$R_i = \frac{11,0}{5,6} \cdot 0,03 = 0,059 \text{ кН/м,}$$

$$B_{\max}^{\text{III}} = B_{\max}^{\text{IV}} = \frac{13,0}{1,5 + 0,059} = 8,3 \text{ м.}$$

4. Визначаємо загальну кількість сівалок у агрегаті

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_K} \quad (2.4)$$

З урахуванням перевантажень, які можуть виникнути під час сівби, агрегуємо на III-ій і IV-ій передачах одну сівалку УПС-8, створюючи необхідний резерв тяги.

5. Визначаємо тяговий опір агрегату, кН

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (2.5)$$

Отримані параметри використовуємо у формулі (2.5) та розраховуємо

$$R_{\text{арп}}^{\text{III}} = R_{\text{арп}}^{\text{IV}} = (1,5 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,73 \text{ кН.}$$

6. Визначаємо коефіцієнт застосування тягового зусилля трактору

$$\eta = \frac{R_{\text{арп}}}{R_{\text{гак}}} \quad (2.6)$$

Підставляємо у формулу (2.6):

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{8,73}{13,0} = 0,67.$$

7. Розраховуємо величину змінної продуктивності агрегату, га/зм

$$W_{\text{зм}} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.7)$$

де  $B_p$  – ширина захвату сівалки УПС-8, м

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (2.8)$$

де  $B_K$  – значення конструктивної ширини захвату сівалки, м;  $B_K = 5,6$  м;

$\beta$  – коефіцієнт застосування ширини захвату агрегату ( $\beta = 1,0$ ).

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Визначаємо робочу ширину сівалки,

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

$V_p$  – швидкість сівалки УПС-8, км/год

$$V_p = V_T \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.9)$$

де  $V_T$  – значення теоретичної швидкості сівалки, км/год;  $V_T^{\text{III}} = 7,24$  км/год,  
 $V_T^{\text{IV}} = 8,9$  км/год;

$\delta$  – відповідний коефіцієнт буксування,  $\delta = 12\%$ .

Отже, маємо:

$$V_p^{\text{III}} = 7,24 \left( 1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год;}$$

$$V_p^{\text{IV}} = 8,9 \left( 1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год;}$$

де  $T_p$  – відповідний час сівби, год.

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot \tau, \quad (2.10)$$

тут  $T_{\text{зм}}$  – час робочої зміни, год. Приймаємо  $T_{\text{зм}} = 8,0$  год;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни,  $\tau = 0,82$  [8] за умови довжини гонів 1500 м.

Отже, маємо:

$$T_p = 8 \cdot 0,82 = 6,56 \text{ год.}$$

Отримані параметри підставляємо в формулі (3.7) та розраховуємо

$$W_{\text{зм}}^{\text{III}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 6,56 = 23,4 \text{ га/зм;}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{IV}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 6,56 = 27,1 \text{ га/зм.}$$

8. Визначаємо витрату палива для 1 га площі поля, кг/га

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.11)$$

де  $Q_{\text{зм}}$  – витрата дизельного за зміну, кг/зм;

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3, \quad (2.12)$$

де  $Q_p, Q_x, Q_3$  – показники годинної витрати палива при висіві, холостому ході, на зупинках;  $Q_p=15,4$  кг/год;  $Q_x=9,7$  кг/год;  $Q_3 = 1,9$  кг/год [8];

$T_p, t_x, t_3$  – час робочих і холостих ходів і час зупинок агрегату

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (2.13)$$

де  $T_{зм}$  – відповідний час зміни, год  $T_{зм} = 8,0$  год;

$T_p$  – робочий час зміни, год,  $T_p = 6,56$  год.

Тоді маємо,

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

Визначені параметри підставляємо в формулу (2.12) і розраховуємо

$$Q_{зм} = 15,4 \cdot 6,56 + 9,7 \cdot 0,72 + 1,9 \cdot 0,72 = 109,37 \text{ кг/зм.}$$

Отримані параметри застосовуємо в формулі (2.11) і виконуємо розрахунок

$$Q_{га}^{III} = \frac{109,37}{23,4} = 4,67 \text{ кг/год;}$$

$$Q_{га}^{IV} = \frac{109,37}{27,1} = 4,036 \text{ кг/год.}$$

Проаналізувавши виконані розрахунки використовуємо агрегат, що складається з трактора МТЗ-82 і сівалки УПС-8. Розраховано, що найбільш ефективно агрегат буде виконувати роботу на IV передачі, при цьому додатковою буде III-тя передача.

### 3.2.1. Визначення поворотних смуг

Для способів руху в гонах у кінцях загінок необхідно мати смуги розворотів агрегату.

Приблизну величину поворотної смуги при петльових грушовидних розворотах визначаємо за наступною формулою:

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (2.14)$$

де  $R_{\min}$  – мінімальне значення радіусу повороту агрегату, м;

$L_a$  – довжина посівного агрегату, м.

Значення мінімального радіусу повороту агрегату із колісним трактором і сівалкою визначаємо з умови

$$R_{\min} = 1,8 \cdot 5,6 = 10,1 \text{ м.}$$

Кінематична довжина посівного агрегата:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_M, \quad (2.15)$$

де  $L_{\text{тр}}$  – значення кінематичної довжини трактора, м  $L_{\text{тр}} = 0,94$  м [8];

$L_M$  – кінематична довжина посівного агрегата, м  $L_M = 1,1$  м [8].

Тоді, маємо

$$L_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

Отримані значення використовуємо у формулі (2.14):

$$E = 3 \cdot 10,1 + 2,04 = 32,4 \text{ м.}$$

Приймаємо відповідне значення ширини поворотної смуги кратною до ширини захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегату відбувалось ціле число проходів.

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

$$\text{де } K = \frac{E}{B_p}.$$

$$\text{Отже, } K = \frac{32,4}{5,6} = 5,8$$

Приймаємо число проходів  $K = 6$ .

Тоді, маємо  $E = 6 \cdot 5,6 = 33,6$  м.

Отже, визначена величина поворотних смуг з застосуванням петльових грушовидних поворотів становить 33,6 м.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

### 3.2.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду посівного агрегату суттєво залежить від розташування робочих органів сівалки відносно її центра:

$$- \text{ на задній навісці } e = 0,1 \cdot L_a .$$

Тому, маємо:  $e = 0,1 \cdot 2,04 = 0,2 \text{ м}$ .

### 3.2.3. Визначення норми висіву насіння кукурудзи

Норма висіву у штуках насіння кукурудзи на погонний метр поля розраховується за формулою

$$N = \frac{z \cdot I}{3,14 \cdot D}, \quad (2.17)$$

де  $z$  – кількість отворів висівного диска, шт.,  $z = 14$  шт. [8];

$I$  – передаточне відношення;

$D$  – діаметр колеса сівалки, м,  $D = 0,51$  м [8].

Розраховуємо загальне передаточне відношення, яке необхідне для встановленої норми висіву кукурудзи

$$I = 0,114 \frac{Q}{z}, \quad (2.18)$$

де  $Q$  – норма висіву кукурудзи в штуках на гектар ( $Q = 70000$  шт/га);

$z$  – сумарна кількість отворів на висівному диску, шт ( $z = 14$  шт.).

тоді, маємо

$$I = 0,114 \frac{70000}{14} = 0,57$$

Розраховані значення підставляємо у формулі (2.17) та виконуємо розрахунок

$$N = \frac{14 \cdot 0,57}{3,14 \cdot 0,51} = 4,98 \text{ шт/п.м}$$

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2.4. Визначення вильоту маркерів сівалки УПС-8

При русі трактора МТЗ-82 по полю правим колесом по сліду маркеру довжина правого і лівого маркера визначається за формулами, м

$$l_{\text{п}} = \frac{A - C}{2} + b_{\text{ст}}, \quad (2.19)$$

$$l_{\text{л}} = \frac{A + C}{2} + b_{\text{ст}}, \quad (2.20)$$

де  $A$  – загальна відстань між крайніми сошниками сівалки УПС-8, м

$$A = B - b, \quad (2.21)$$

де  $B$  – сумарна ширина захвату сівалки УПС-8, м,  $B = 5,6$  м;

$b$  – ширина міжрядь при посіві кукурудзи, м,  $b = 0,7$  м.

Отже, отримуємо  $A = 5,6 - 0,7 = 4,9$  м.

$b_{\text{ст}} = b$  – ширина суміжних міжрядь рядків, м,  $b_{\text{ст}} = 0,7$  м;

$C$  – відстань між половинами передніх коліс трактора МТЗ-82, м  $C = 1,4$  м, [8].

Розраховані дані підставляємо у формули (2.19), (2.20) і визначаємо

$$l_{\text{п}} = \frac{4,9 - 1,4}{2} + 0,7 = 2,45 \text{ м,}$$

$$l_{\text{л}} = \frac{4,9 + 1,4}{2} + 0,7 = 3,85 \text{ м.}$$

### 3.2.5 Оцінювання якісних показників роботи сівалки

Ефективність функціонування сівалки має відповідати чинним агротехнічним нормам, а також вимогам, що висуваються до машинно-технологічних комплексів. Основними критеріями є: встановлена норма висіву, глибина загортання насіння та ширина міжрядь у місцях стику. Допустиме відхилення від заданої норми висіву не повинно перевищувати 3%.

Глибина загортання насіння має зберігатися з точністю до  $\pm 2$  см. Ширина міжрядь у стикових зонах може варіюватися в межах  $\pm 5$  см при суміжних проходах та не більше  $\pm 2$  см для суміжних сівалок.

Також важливим показником є рівномірність розподілу насіння між висівними апаратами, який не повинен перевищувати  $\pm 3\%$ .

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3. Розробка технологічної карти при вирощування і збиранні кукурудзи

Застосування технологічної карти дозволяє заздалегідь спланувати процес виробництва, а під час проведення робіт — підвищити ефективність управління та здійснювати якісний контроль.

Розглянемо приклад розрахунку технологічної операції в процесі вирощування кукурудзи. Відповідно до поставленого завдання, обраною операцією є посів кукурудзи.

1. Порядковий номер технологічної операції.
2. Найменування операції: висів кукурудзи із нормою 40 тис. насінин на гектар з одночасним внесенням мінеральних добрив у кількості 170 кг/га.
3. Одиниця вимірювання виконуваних робіт.
4. Загальний обсяг роботи: посівна площа складає 150 гектарів.
5. Очікувана дата початку робіт: згідно з агротехнічними нормами, визначається в межах 28–30 квітня.
6. Кінцева дата виконання операції: з урахуванням агротехнічних вимог, тривалість посіву становить 4 дні, тому крайній термін - 3 травня.
7. Тривалість робочої зміни: 8 годин.
8. Кількість днів для виконання посіву.

Кількість днів визначаємо за формулою

$$n_{\text{д}} = \frac{Q_p}{W_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}}, \quad (2.22)$$

де  $Q_p$  – обсяг робіт,  $Q_p = 150$  га;

$n_{\text{зм}}$  – загальна кількість змін, приймаємо  $n_{\text{зм}} = 1$  зміну.

$$n_{\text{д}} = \frac{150}{27,1 \cdot 1} = 5,6.$$

Приймаємо 6 днів.

9, 10 – склад посівного агрегату: трактор МТЗ-82 та сівалка УПС-8.

Кількість посівних агрегатів визначаємо за формулою:

$$N_a = \frac{Q_p}{H_g \cdot n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{д}}}, \quad (2.23)$$

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $H_e$  – відповідна норма виробітку посівного агрегату за робочий день,  
 $H_e=25$  га.

$$N_a = \frac{150}{27 \cdot 1 \cdot 4} = 1,38$$

Використовуємо 1 агрегат.

11 – змінна норма виробітку. Відповідно до отриманих розрахунків 25 га/зм.

12, 13 – витрати людської праці, люд.год/га. Визначаємо за формулою:

$$Z_{za} = \frac{n \cdot T_{zm}}{W_{zm} \cdot N_a} \quad (2.24)$$

де  $n$  – обслуговуючий персонал. Відповідно до вимог до сівалки, механізаторів – 1; операторів – 1;

$$Z_{га} = \frac{2 \cdot 8}{27,1 \cdot 1} = 0,59 \text{ люд.год/га.}$$

14, 15 – оплата праці механізаторів посівного агрегата.

16 – витрати пального при сівбі.

Для висіву згідно із [8] приймаємо  $g_{ca}=3$  л/га.

Інші технологічні операції розраховуємо аналогічно, після чого визначаємо суму витрат на вирощування кукурудзи.

### 3.4. Розробка операційно-технологічної карти при вирощуванні кукурудзи

Операційно-технологічна карта на сівбу є відповідним комплексом правил, які визначають послідовність технологічного порядку виконання операцій.

Визначаємо тривалість одного циклу, хв.

$$T_{ц} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (2.25)$$

де  $L_p$  – робоча довжина загінки поля при сівбі, м;

$V_p$  – робоча швидкість трактору та сівалки УПС-8, км/год.,  $V_p = 7,38$  км/год;

$t_n$  = час розвороту у кінці загінки поля, хв.,  $t_n = 1,5$  хв. [8].

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Визначаємо робочу довжину загінки поля при сівбі

$$L_p = L - 2E, \quad (2.26)$$

де  $L$  – загальна довжина загінки поля, м;  $L = 1500$  м;

$E$  – ширин поворотної смуги, м;  $E = 33,6$  м.

Тоді, маємо:

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 33,6 = 1432,8 \text{ м.}$$

Розраховані значення використовуємо у формулі (2.22) і проводимо визначення

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1432,8}{100 \cdot 7,38} + 2 \cdot 1,5 = 0,43 \text{ год.}$$

Розраховуємо технічну продуктивність сівалки УПС-8 за цикл, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot V_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (2.27)$$

де  $V_p$ ,  $V_p$ ,  $T_{\text{ц}}$ ,  $\tau$  – беремо дані із попередніх розрахунків.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 0,43 \cdot 0,82 = 1,46 \text{ га/ц.}$$

Розраховуємо кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (2.28)$$

де  $W_{\text{зм}}$  – використовуємо із вищезазначених розрахунків.

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,1}{1,46} = 18,56 \text{ ц/зм.}$$

Розраховуємо витрати палива за 1 зміну

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}}, \quad (2.29)$$

де  $Q_{\text{га}}$  – використовуємо дані з попередніх розрахунків.

$$Q_{\text{зм}} = 4,036 \cdot 27,1 = 109,37 \text{ кг/зм.}$$

На основі вищезазначених розрахунків робимо операційно-технологічну карту.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### 4.1. Огляд конструкцій пневмомеханічних висівних апаратів

Висівний апарат є ключовим елементом у складі сівалок точного висіву, оскільки саме він створює задану рівномірність висіву насіння у рядках, що в свою чергу, безпосередньо впливає на якість сівби, густоту висіву рослин та загальну технологічну ефективність його роботи.

З-поміж різних типів висівних пристроїв особливу увагу заслуговують пневмомеханічні апарати, що поєднують у собі механічний принцип дозування та пневматичний принцип транспортування насіння.

Загальні принципи роботи пневмомеханічних висівних апаратів.

Пневмомеханічний апарат зазвичай складається з наступних основних вузлів:

- дозуючого механізму (барабан, диск з отворами або комірками);
- вакуумної або нагнітальної камери (джерело розрідження або тиску);
- насінневого бункера та напрямних каналів;
- механізмів очищення (щіточки, соски або пружини);
- механізму приводу.

Принцип дії висівного апарату базується на відборі окремих насінин із загального об'єму за допомогою отворів (вакуумного всмоктування повітря), перенесенні їх у зону скидання та розташуванні у борозні згідно з заданим інтервалом.

Найпоширенішими в Україні є висівні апарати пневмомеханічного типу, що використовуються в сівалках УПС-8 («Червона зірка») [12], а також Веста-8 (Лозівський ковальсько-механічний завод). Вони побудовані на основі вакуумного принципу дії.

У корпусі апарата обертається диск із отворами, до яких під дією розрідження притягуються насінини. В зоні скидання діє механізм скидання, який за допомогою надлишкового тиску скидає насіння в насіннепровід.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Він забезпечує надзвичайно високу точність висіву завдяки вбудованому очищувачу комірок, а також можливістю точної настройки вакууму.

Переваги:

- висока точність дозування;
- наявність системи автоматичного контролю пропусків;
- адаптація до широкого спектру культур.

Недоліки:

- висока вартість апарату та обслуговування;
- складність у ремонті без спеціального обладнання.

Висівний апарат сівалки John Deere MaxEmerge™ Системи MaxEmerge включають електропривід, датчики насіння, сенсори глибини, а також електронне регулювання швидкості дозування [14].



Рис. 4.3. Висівний апарат сівалки John Deere MaxEmerge™5E

Переваги:

- точний контроль кожної насінини;
- автоматичне калібрування і діагностика;
- сумісність із GPS-контролем і технологіями точного землеробства.

Недоліки:

- вимоги до якості електропостачання та технічного обслуговування;
- дорогі комплектуючі.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## 4.2. Опис об'єкту розробки.

### 4.2.1. Конструкція та принцип дії сівалки УПС-8

Сівалка УПС-8 призначена для пунктирного (точного) висіву насіння таких культур, як кукурудза, соняшник, соя та інші просапні культури, з паралельним внесенням мінеральних добрив [12].

Пневматична сівалка моделі УПС-8 забезпечує точний посів як каліброваного, так і некаліброваного насіння кукурудзи, соняшнику, сорго, рицини, сої, квасолі, люпину та інших бобових культур. У процесі роботи сівалка одночасно виконує висів насіння та роздільне внесення гранульованих добрив, а також ущільнення ґрунту в зоні посіву.

Сівалки точного висіву дозволяють досягти кінцевої густоти стояння рослин, усуваючи необхідність ручного проріджування. Пневматичні висівні системи забезпечують зменшення травмування насіння майже в 10 разів у порівнянні з механічними аналогами. Всі привідні вали, як зернового, так і туковисівного механізму, встановлені на підшипниках кочення. Синхронне копіювання рельєфу досягається завдяки розміщенню осі опорно-привідних коліс на одній лінії з сошниками.



Рис. 4.4. Загальний вигляд сівалки УПС VEGA 8 PROFİ

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Для швидкого очищення висівного апарата від насіння передбачений зливний люк. В бункері розташований механізм, який перешкоджає утворенню склепів із насіння, забезпечуючи його постійний рух.

Туковисівний механізм через сошники вносить добрива на певній відстані від посівного рядка, запобігаючи токсичному впливу на сходи рослин.

Пластикові втулки в туковому бункері перешкоджають неконтрольованому висипанню добрив. Для очищення бункера передбачено розвантажувальний люк.

З метою покращення якості загортання насіння, підвищення стійкості секцій під час роботи в конструкції застосовано широкі прикочуючі колеса, загортачі та шлейф-рейку. Прикочування ґрунту в рядках сприяє кращому контакту між насінням і вологою, активує капілярне підняття води та забезпечує рівномірне проростання.

Сівалка УПС-8 є навісною машиною, яка складається з основних вузлів:

- несучої рами з навіщувальним пристроєм;
- двох опорно-привідних коліс із механізмами передач;
- 8 секцій із висівними апаратами, сошниками та загортачами;
- вентилятора та пневмосистеми;
- маркерів для орієнтації на полі.

Всі висівні та туковисівні апарати отримують обертання від опорно-привідних коліс через ланцюгову передачу та редуктор зміни частоти обертання. Вакуум створюється вентилятором, що приводиться у рух від валу відбору потужності трактора зі швидкістю 540 об/хв.

Насіння, яке потрапляє до отворів висівного диска, утримується вакуумом, транспортується і, при потраплянні у зону атмосферного тиску, скидається у борозну, сформовану сошником. Надалі загортачі засипають борозну, а прикочувальні колеса ущільнюють її, що сприяє збереженню води та рівномірному проростанню.

Під час руху агрегату по полю маркер, що розташований на незасіяній частині ділянки, створює слід, який використовується як орієнтир для проходу наступного рядка.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.2.2. Напрямки удосконаленню конструкції висівного апарата сівалки УПС-8

Процес подачі насіння кукурудзи за допомогою пневматичного висівного апарата (рис. 4.3) умовно поділяється на кілька послідовних стадій:

- транспортування насіння з бункера у камеру подачі;
- захоплення однієї або декількох насінин отворами висівного диска під впливом створеного вакууму в повітряній камері;
- переміщення насіння разом із обертовим диском у напрямку до скидача зайвого насіння;
- видалення надлишкового насіння шляхом його повернення у камеру відбору;
- перенесення насінини до нижньої частини висівного механізму;
- відділення насінини від диска після виходу із зони розрідження повітря;
- вільне опускання насіння у підготовлену борозну.

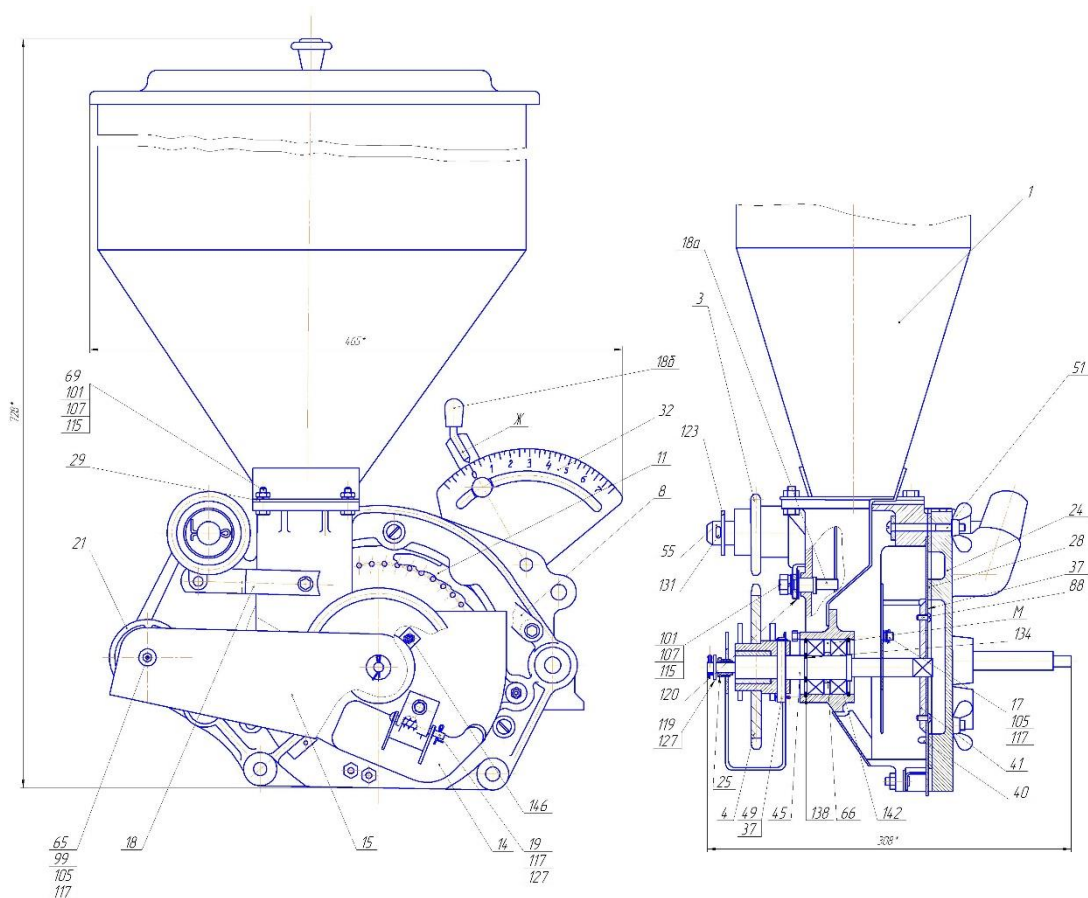


Рис. 4.6. Висівний апарат сівалки УПС-8

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

МВК 00.000 ПЗ

Лист

30















## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Заходи щодо забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці під час експлуатації вдосконаленої сівалки

Конструкція гідросистеми сівалки відповідає нормативним документам ДСТУ 2189-93 та ДСП 3.3.2.041-99 [20].

З'єднання гідравлічної системи сівалки з трактором здійснюється за допомогою спеціальних муфт, що запобігають витоків робочої рідини та її потраплянню на тракториста чи іншого оператора.

Керування функціональними елементами сівалки здійснюється дистанційно з кабіни трактора через гідросистему.

Для полегшення доступу до робочого місця передбачені зручні підніжки. Сівалка укомплектована спеціальним набором інструментів, яких немає у стандартному оснащенні трактора, але вони необхідні для регулювання глибини загортання насіння, норми висіву тощо.

Якщо потрібно здійснити ручне очищення елементів машини, використовуються спеціальні чистики. Всі вузли розміщені таким чином, щоб забезпечити безпечне обслуговування й зручний доступ до механізмів.

Допустимі рівні шуму та вібрацій у робочій зоні механізатора не перевищують санітарні норми - не більше ніж 85 дБА.

Кольорове оформлення сівалки виконано з урахуванням безпеки:

- загальне забарвлення машини контрастує з кольором поля,
- поверхні, які постійно перебувають у полі зору оператора, покриті матовою фарбою для уникнення відблисків.

На корпусі сівалки розміщені попереджувальні та заборонні позначки щодо безпечного використання агрегату.

Вимірювання рівнів вібрацій у вертикальному й горизонтальному напрямках на робочому місці показують відповідність встановленим санітарним нормативам.

Робоча зона оператора ізольована від можливого впливу пилу та ґрунту, які можуть потрапити з-під елементів сівалки.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2. Безпека праці під час експлуатації сівалки

Для забезпечення стійкості агрегату на полі використовується кронштейн з вантажами, які кріпляться до передньої балки рами. Це забезпечує необхідний кут поперечної стійкості, який становить не менше ніж 30°.

У від'єднаному стані сівалка зберігає поперечну стійкість навіть при прикладенні сили понад 200 Н [21].

Для транспортування агрегату автошляхами у темну пору доби передбачено світловідбивальні елементи: червоні - ззаду, білі - спереду. На задній лівій частині встановлено знак, що вказує допустиму швидкість руху. Завантаження й вивантаження посівного матеріалу, а також ремонтні роботи виконуються через спеціальні петлі для стропування, які позначені контрастним кольором.

Конструкція сівалки дає змогу приєднувати або від'єднувати її від трактора одному оператору. Зусилля, що прикладається до важелів під час регулювання, не повинне перевищувати 200 Н. Оглядовість для тракториста під час роботи не обмежується – всі ключові вузли та механізми залишаються в полі зору.

Схеми установки домкратів і точки зачалування чітко вказані на корпусі сівалки та дублюються в технічній документації до машини.

Для зниження ризику перекидання агрегату передбачена достатня ширина колісної бази та можливість баластування трактора передніми вантажами. При паркуванні сівалки необхідно встановити її на стійку рівну поверхню, а під колеса - підкласти противідкатні упори.

Кожен працівник, що працює з УПС-8, повинен пройти інструктаж з охорони праці, мати відповідну кваліфікацію та бути забезпечений засобами індивідуального захисту (захисні рукавиці, спецодяг, окуляри тощо).

Дотримання зазначених заходів дозволяє значно підвищити рівень безпеки при виконанні посівних робіт та зменшити ймовірність нещасних випадків під час експлуатації сівалки УПС-8.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Одним з найбільш вагомих етапів в технології вирощування кукурудзи є сівба. При цьому, надзвичайно важливим фактором цього процесу є забезпечення не тільки стабільної глибини загортання та заданої норми висіву, а й стабільності висіву. Від цього залежить якісні показники, відсутність двійників, що безпосередньо впливає на якість виконання наступних операцій.
2. На основі базової технології вирощування насіння кукурудзи в господарстві було проведено розрахунок та обґрунтування складу агрегату та розроблена технологічна карта на вирощування насіння кукурудзи.
3. Проведений огляд конструкцій пневматичних висівних апаратів точного висіву в результаті якого визначено, що до числа основних недоліків таких висівних апаратів з зовнішнім заповненням варто віднести невисоку стабільність висіву, що обумовлено відсутністю надійних пристроїв для видалення зайвих насінин.
4. На основі аналізу можна зробити наступні висновки:
  - перспективним напрямком розвитку конструкцій просапних сівалок є застосування пневматичних висівних апаратів вакуумного типу;
  - при збільшенні робочої швидкості сівалки, погіршується якість висіву через появу «пропусків».
5. Рівномірний розподіл насіння кукурудзи по площі живлення з висівними апаратами вакуумного типу можливо при застосуванні пластинчастого скидача зайвого насіння з оптимізованим розташуванням зубців робочої поверхні.
6. На основі запропонованих змін в конструкції висівного апарата сівалки виконані технологічні розрахунки по визначенню необхідного розрідження, а також розрахунки на міцність.
7. У розділі «Охорона праці» проведено комплекс заходів з безпечної роботи сівалки і уникненню впливу небезпечних і шкідливих факторів на обслуговуючий персонал.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40





# ДОДАТКИ