

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:

Удосконалення технології вирощування суданки з  
модернізацією сівалки СЗ–3,6А

Виконав здобувач вищої освіти III курсу,  
групи АІ–22мб–1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Хантусенко Дмитро Олександрович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Сергій МОРОЗ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Руслан ОСІН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

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**

Хандусенка Дмитра Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Удосконалення технології вирощування суданки з модернізацією сівалки СЗ–3,6А
2. Керівник роботи (проекту) Мороз Сергій Миколайович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 16.06.2025 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Забезпечення раціонального використання засобів механізації при вирощуванні суданської трави, що дозволить забезпечити додержання оптимальних агровимог та мінімалізувати виробничі витрати.
5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта; 2. Операційно–технологічна карта; 3. Сівалка СЗ–3,6 – складальне креслення; 4. Механізм зміни передач – складальне креслення; 4. Деталювання.  
Всього 5 аркуші формату А1.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Мороз С.М.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	28.03.2025 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	18.04.2025 р.	
3	Виконання розділу 4		
	Графічна частина арк. 3–5	20.05.2025 р.	
4	Виконання розділів 5, 6	02.06.2025 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки, графічної частини, підготовка до захисту.	16.06.2025 р.	

Дата видачі завдання  
«03» лютого 2025 р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_ Сергій МОРОЗ  
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання  
« 03 » лютого 2025 р.

Підпис здобувача \_\_\_\_\_ Хандусенко Д.О.  
(прізвище та ініціали)



## ВСТУП

Основним завданням механізованих технологій у вирощуванні сільськогосподарських культур є забезпечення стабільного зростання продуктивності, підвищення родючості ґрунтів та запобігання ерозійним процесам. Впровадження комплексної механізації дозволяє підвищити урожайність культур у середньому на 14–28%.

Ключовим чинником поступального розвитку аграрного сектору та підвищення його ефективності в умовах багатуукладної економіки є подальше зміцнення матеріально-технічної бази та її якісна модернізація. Сьогодні в агропромисловому комплексі спостерігаються масштабні трансформації, що охоплюють усі елементи технічного забезпечення — особливо це стосується сільськогосподарської техніки, рівень енергооснащеності якої істотно зріс.

Перед аграрним сектором стоїть низка стратегічно важливих викликів: гарантування продовольчої безпеки, збереження та підвищення родючості ґрунтів, нарощування виробництва білка, зменшення енергоспоживання, а також охорона довкілля. Розв'язання цих задач можливе лише за умови активного впровадження передових технічних рішень, завершення повномасштабної механізації в галузях рослинництва й тваринництва, та розширення постачання сучасних тракторів підвищеної енергонасиченості в комплекті з високопродуктивними машинами для обробітку ґрунту, сівби, збирання врожаю, внесення добрив, хімічного захисту рослин, проведення меліоративних заходів. Особливе значення має забезпечення малогабаритною технікою фермерських та орендних господарств, яка дозволяє ефективно використовувати ресурси на обмежених площах.

					<i>ТВС 00. 000 ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Хандусенко</i>					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>						6	43	
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			<i>ЦНТУ,</i> <i>гр. АІ-22мб-1</i>	
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>								











## 2.2. Напрямки удосконалення технології вирощування суданської трави

Після збирання попередника ранньої групи замість традиційного лущення стерні рекомендується виконати обробіток ґрунту за допомогою комбінованого агрегату. Одразу після цього проводиться посів сидеральних культур, що дозволяє покращити водний баланс ґрунту та збагачує його елементами живлення.

Зяблеву оранку в запропонованій технології замінено на глибоке розпушування, яке передбачає попереднє подрібнення маси сидератів. Для ефективного проведення цієї операції застосовується глибокорозпушувач з функцією внесення добрив. Він обладнаний зубовими котками, які, окрім руйнування великих грудок ґрунту, виконують вирівнювання поверхні поля й забезпечують рівномірне розподілення подрібнених рослинних решток у верхньому шарі ґрунту.

Для сівби у посівному агрегаті, замінюємо трактор МТЗ–80 трактором CASE IH Farmall JX110.

					<i>ТВС 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12













Тривалість одного циклу

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (3.24)$$

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

$$T_u = \frac{12 \cdot 992}{10^2 \cdot 8,38} + 2 \cdot 1,5 = 17,21 \text{ хв} \approx 0,287 \text{ год.}$$

Технічна продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.25)$$

де  $\tau$  – коефіцієнт використання робочого часу циклу,  $\tau=0,826$

$$W_u = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 8,38 \cdot 0,287 \cdot 0,826 = 2,15 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (3.26)$$

$$n_u = \frac{59,81}{2,15} = 27,82 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за цикл

$$Q_u = Q_{за} \cdot W_u, \quad (3.27)$$

$$Q_{цикл} = 2,67 \cdot 2,15 = 5,74 \text{ кг/цикл.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### 4.1. Технологічні розрахунки [18]

#### 4.1.1. Розрахунок насінневисівного апарата

На основі аналізу літературних джерел, з метою висіву насіння зернових і дрібносінневих культур, а також підвищення рівномірності висіву насіння ми пропонуємо встановити на сівалці висівні апарати, що мають котушки з комбінованими жолобками.

Котушка – основний робочий орган котушкових висівних апаратів. Мінімальні розміри жолобків котушки вибирають з умов, щоб глибина жолобків  $H_m$  була не менше половини товщини насінника  $b_c$ , а кут  $\beta$  нахилу передньої грані жолоба до радіуса котушки повинен бути менше куту тертя насіння про робочу поверхню котушки (рис. 4.1).

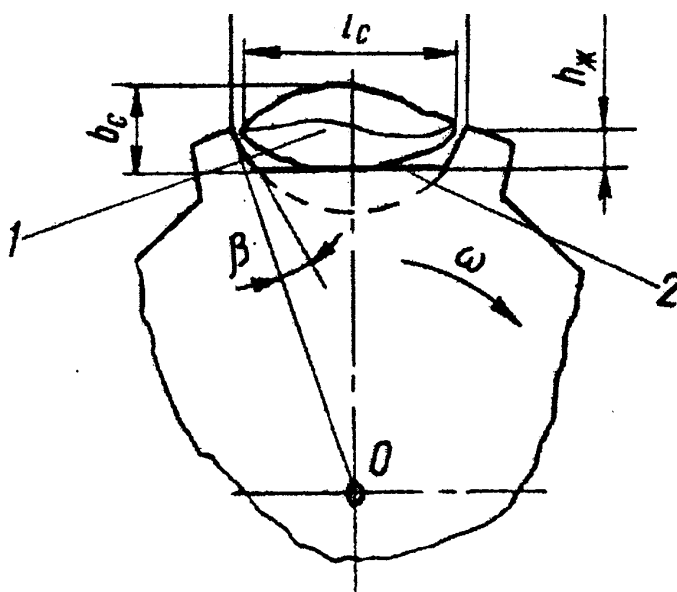


Рис. 4.1. Схема до розрахунку форми жолобка котушки

Розрахунок конструктивних параметрів котушки враховуємо, що вона повинна висівати насіння різних культур. Тому основні розрахунки проводимо для насіння озимої пшениці, а розрахунки з врахуванням фізико–

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата



Приймаємо кількість жолобків  $Z=12$ .

Проведемо розрахунок площі поперечного перерізу жолобка котушки.

Загальна площа поперечного перерізу жолобка котушки визначаємо як сума площ (рис. 4.2):

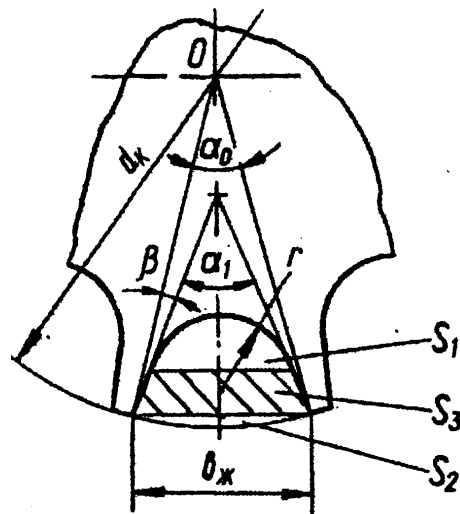


Рис. 4.2. Схема визначення параметрів котушки

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \quad (4.6)$$

де  $S_1$  – площа шару насіння, що знаходиться на дні жолобка;

$S_2$  – площа зовнішнього шару насіння;

$S_3$  – площа середнього шару насіння;

Площа зовнішнього шару насіння

$$S_2 = 0,125d_k^2 \cdot (\alpha - \sin\alpha), \quad (4.7)$$

де  $\alpha$  – кут між боковими гранями жолобка.

Кут між боковими гранями жолобка

$$\alpha = 2 \arcsin\left(\frac{b_{жс}}{d_k}\right) = 2 \arcsin\left(\frac{11}{50}\right) = 0,433 \text{ рад} = 24^\circ 49', \quad (4.8)$$

тоді

$$S_2 = 0,125 \cdot 50^2 (0,433 - \sin 0,433) = 4,2 \text{ мм}^2.$$

Площа шару насіння, що знаходиться на дні жолобка

$$S_1 = 0,5 \cdot r^2 (\pi - \alpha_1 - \sin(\pi - \alpha_1)), \quad (4.9)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата



Довжину  $L_2$  вхідного вікна приймальної горловини апарата вибираємо конструктивно,  $L_2=60$  мм. Ширину вхідного вікна приймаємо рівною максимальній довжині котушки  $L_{max}=39$  мм. Розмір  $a_k$  вибираємо мінімальним, конструктивно допустимо  $a_k=35$  мм. Кути нахилу передньої  $\beta_1$  і задньої  $\beta_2$  стінок апарата повинні бути більше кута тертя насіння по їх поверхні:  $\beta_1=68^\circ$ ,  $\beta_2=72^\circ$ .

Мінімальне значення довжини  $l_n$  верхнього поріжка 4 вибираємо з умов запобігання витікання насіння в зоні контакту поріжка 4 з котушкою 1, для чого зазор  $\delta$  приймаємо менше товщини мінімального за розміром насіння, яке висівається апаратом,  $\delta=0,4$  мм.

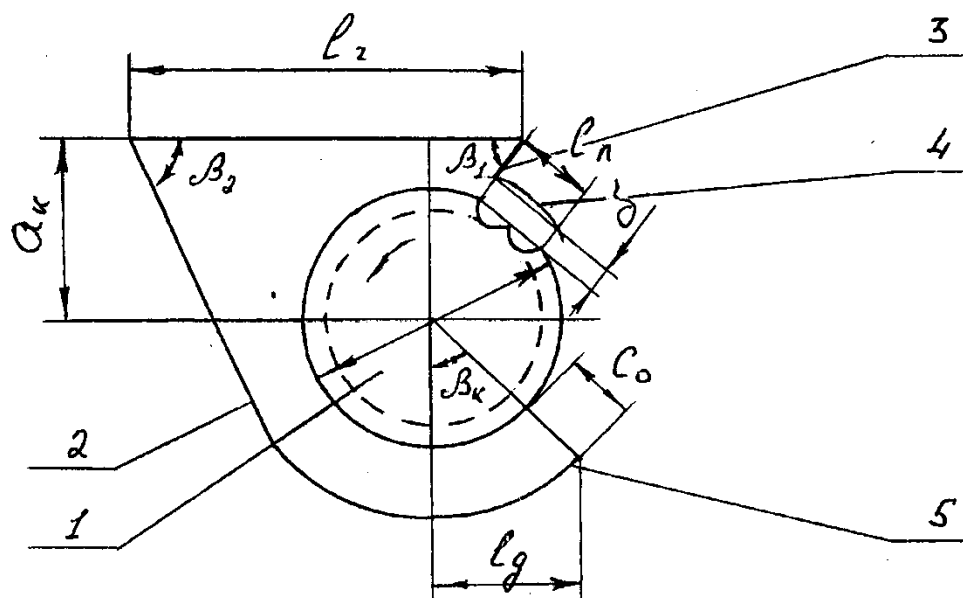


Рис. 4.3. Схема корпусу апарата

1 – котушка, 2 – задня стінка корпусу, 3 – передня стінка корпусу, 4 – верхній поріжок, 5 – передня частина донця

Довжину  $l_n$  поріжка приймаємо більшу за ширину жолобка  $b_{жс}$  котушки,  $l_n=15$  мм. Довжину  $L_2$  передньої частини донця визначаємо графічно після того, як вибрані параметри котушки. Для цього з точки А (рис. 4.4) проводимо пряму АВ під кутом  $90^\circ+\psi$  до вертикального діаметра котушки до перехрестя її в точці В донця, яка і визначає кінець передньої частини донця.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

При цьому кут  $\psi$  приймаємо з умови, що  $\psi \leq \varepsilon + \alpha_c$ ,  
де  $\varepsilon$  – мінімальний кут природнього укосу висіваємого насіння,  $\varepsilon = 42^\circ$ ;  
 $\alpha_c$  – максимально допустимий кут нахилу рельєфу поля, на якому може  
робити сівалка,  $\alpha_c = 10^\circ$

$$\psi \leq 42^\circ + 10^\circ = 52^\circ.$$

Приймаємо  $\psi = 50^\circ$ .

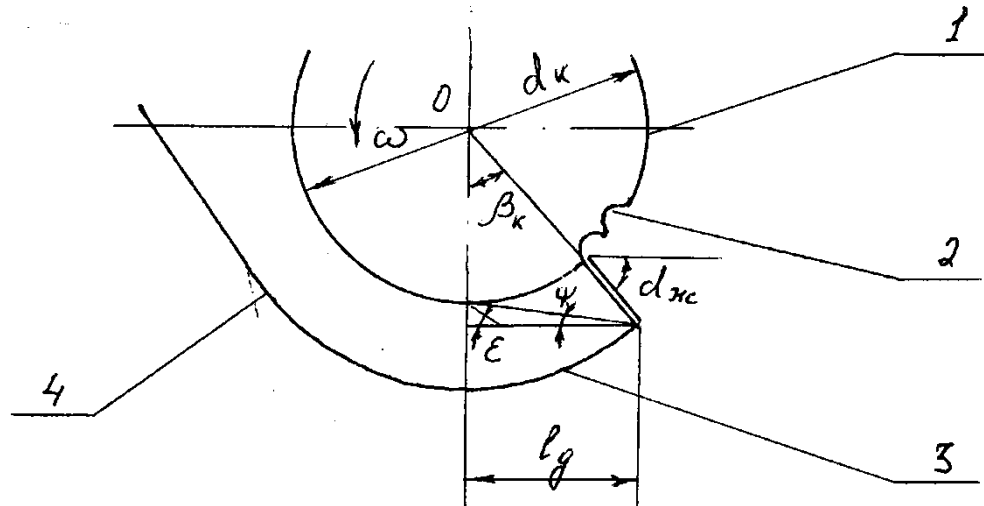


Рис. 4.4. Схема до визначення довжини донця

1 – котушка; 2 – жолобок котушки; 3 – передня частина донця; 4 – задня стінка корпусу

З'єднуючи точки В і О, отримаємо кутову координату  $\beta_k$  кінця донця.  
Тепер перевіримо її з умови забезпечення доброго випадання насіння з  
жолобка

$$b_k \leq \arctg \frac{1}{f}, \quad (4.12)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя насіння по поверхні жолобка котушки,  $f = 0,6$

$$b_k \leq \arctg \frac{1}{0,6} = 59^\circ.$$

Отже, умови доброго випадання насіння з жолобка забезпечуються.



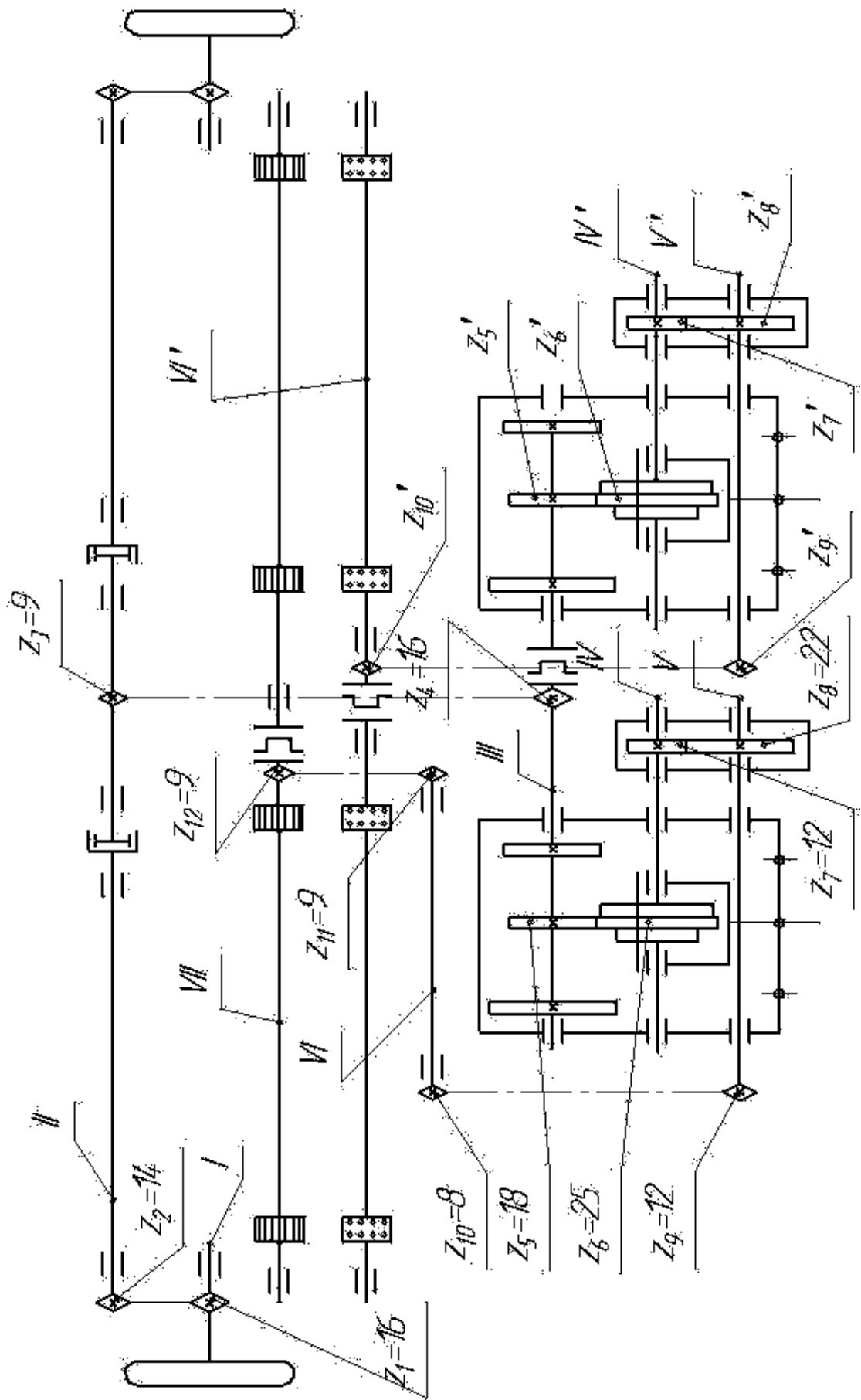


Рис. 4.5. Кінематична схема приводу висівних апаратів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ТВС 00. 000 ПЗ

Арк.

27



Відхилення розрахункових значень норм висіву від заданих

$$\frac{8-8,108}{8} \cdot 100\% = -1,35;$$

$$\frac{12-12,163}{12} \cdot 100 = -1,358\%.$$

Знайденні відхилення від норм висіву відповідають АТВ, оскільки не перевищують  $\pm 3\%$ .

Максимальна частота обертання опорно-приводного колеса

$$n_{\kappa} = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_{\kappa}}; \quad (4.19)$$

де  $V=8,38$  км/год= $2,33$  м/с – робоча швидкість руху сівалки (див. 3.1)

$$n_{\kappa} = \frac{60 \cdot 2,33}{\pi \cdot 1,17} = 38,05 \text{ хв}^{-1}.$$

Тоді, максимальна частота обертання валу контрприводу

$$n_{II} = n_{\kappa} \cdot \frac{z_1}{z_2} = 38,05 \cdot \frac{16}{14} = 43,49 \text{ хв}^{-1}.$$

Аналогічно знаходимо частоти обертання кожного валу:

$$n_{III} = n_{II} \cdot \frac{z_3}{z_4} = 43,49 \cdot \frac{9}{16} = 24,46 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{IV} = n_{III} \cdot \frac{z_5}{z_6} = 24,46 \cdot \frac{27}{16} = 41,29 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_V = n_{IV} \cdot \frac{z_7}{z_8} = 41,29 \cdot \frac{16}{18} = 36,70 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{VI} = n_V \cdot \frac{z_9}{z_{10}} = 36,70 \cdot \frac{7}{14} = 18,35 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{VII} = n_{VI} \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}} = 18,35 \cdot \frac{14}{10} = 25,69 \text{ хв}^{-1}.$$

### 4.3. Силовий аналіз вузлів та механізмів машини [18–20]

#### 4.3.1. Силовий розрахунок механізмів приводу до апаратів сівалки

Визначаємо максимальний крутний момент, який може забезпечити опорно–приводне колесо.

$$M = \frac{f \cdot G \cdot D_k}{2 \cdot k}, \quad (4.20)$$

де  $k$  – кількість опорних коліс;

$f$  – коефіцієнт зчеплення,  $f=0,4$ ;

$D_k$  – діаметр опорно–приводного колеса, м;

$G$  – частина сили ваги сівалки, що припадає на колеса сівалки

$$G = G_c - n(R_n + G_1), \quad (4.21)$$

де  $G_c$  – сила ваги сівалки із наповненими бункерами насінням та добривами,  $G_c=17170$  Н;

$n$  – кількість сошників на сівалці, 24 шт;

$G_1$  – сила ваги одного сошника,  $G_1=44,1$  Н;

$R_n$  – сила тиску пружини натискної штанги сошника,  $R_n=569,8$  Н

$$G = 17170 - 24 \cdot (569,8 + 44,1) = 2436 \text{ Н.}$$

Тоді

$$M = \frac{0,4 \cdot 2436 \cdot 1,2}{2 \cdot 2} = 292,3 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Обертальні моменти на валах приводу зернових апаратів

$$M_j = M_{j-1} \cdot \frac{\eta_j}{i_j}. \quad (4.22)$$

Вал контр–привода:

$$M_{II} = M_I \cdot \frac{\eta_{II}}{i_I} = \frac{292,3 \cdot 0,99 \cdot 0,9}{1,14} = 228,45 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Вхідний вал коробки передач:











#### 4.4.2. Розрахунок шпонкового з'єднання

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок і пазів являється зминання від крутного моменту  $T$ .

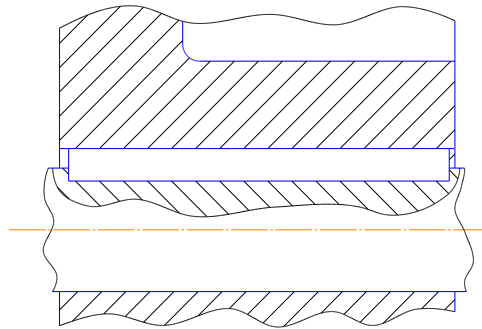


Рис. 4.6. Схема шпонкового з'єднання

Дана шпонка встановлена у вал діаметром  $\varnothing 25$  мм виготовленого із Ст 5. Сама шпонка виготовлена із Ст 6, для  $[\sigma_{зм}] = 150$  МПа.

Вона має такі геометричні параметри:  $b = 8$  мм,  $h = 7$  мм,  $L_p = 40$  мм.

Умова міцності шпонки на зминання записується наступним чином:

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{dL_p h} \leq [\sigma_{зм}], \quad (5.4)$$

де  $T$  – крутний момент;

$d$  – діаметр вала;

$L_p$  – робоча довжина шпонки;

$h$  – висота шпонки

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 359,8}{0,025 \cdot 0,04 \cdot 0,007} = 105,6 \cdot 10^6 \text{ Па} = 105,6 \text{ МПа.}$$

Дана шпонка відповідає умовам міцності на зминання, оскільки

$$\sigma_{зм} = 105,6 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата





- забезпечення вільного доступу оператора до кабіни, а також до основних вузлів і механізмів сівалки;
- наявність спеціальних вушок для кріплення важких деталей при транспортуванні;
- маркування зон підйому та стропування;
- наявність інформаційної таблички з попередженням про заборону транспортування з навантаженими бункерами;
- використання УСК (уніфікованої системи контролю), яке забезпечує дистанційний моніторинг роботи сівалки з кабіни без залучення обслуговуючого персоналу.

						<i>ТВС 00. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>			39







