

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 проса з
модернізацією сівалки ССТ–12В

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-21

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Коновалов Олександр Сергійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Руслан ОСІН

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

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, 4	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

_____ Коновалов О.С.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Сівбу сільськогосподарських культур майже повністю механізовано. Але сучасні посівні машини не завжди відповідають необхідним вимогам щодо якості сівби, продуктивності, універсальності тощо, що потребує постійного удосконалення їх конструкцій.

Удосконалення посівної техніки залишається безперервним і пов'язане головним чином з процесом удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур, зниженням трудомісткості на налагодженні норм висіву та підвищенням універсальності і продуктивності посівних агрегатів. Для пунктирної сівби насіння культур головним залишається забезпечення більш рівномірного розміщення насіння в рядку з заданими інтервалами та глибиною його загортання на підготовлених і стерньових полях.

На даний час найліпшу якість сівби, яка характеризується рівномірністю розподілу насіння по площі і глибині, забезпечують сівалки з вертикально-дисковими висівними апаратами, в тому числі й апарати сівалки ССТ-12В.

Але ці сівалки мають і суттєвий недолік, який полягає в їх низькій універсальності, тобто практично вони забезпечують якісний висів тільки однієї культури – цукрових буряків.

Це призводить до того, що дорога сівалка використовується дуже не ефективно. Тому, одразу ж після впровадження сівалок пунктирного висіву у виробництво піднялось питання підвищення універсальності їх висівних апаратів. Враховуючи, що під посівами проса зайняті значні площі і основна частина посівних площ знаходиться в бурякосійних районах, а також беручи

					<i>ТВП 00. 000 ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Коновалов</i>					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>						6	44	
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			<i>ЦНТУ, гр. АІ-21</i>	
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>								

хвороб (зокрема, сажки) насіння обов'язково протруюють фунгіцидними та інсектицидними препаратами.

Мінеральне живлення – один із ключових факторів формування врожайності проса та підвищення якісних показників зерна. Для формування 1 ц зерна з відповідною кількістю соломи рослина споживає: 3,0–3,2 кг азоту, 1,3–1,5 кг фосфору, 2,0–3,4 кг калію, 1,0–1,3 кг кальцію.

Через порівняно слабку здатність кореневої системи до засвоєння поживних елементів, просо гостро реагує на дефіцит елементів живлення. Удобрення має враховувати: рівень запланованої врожайності, родючість ґрунтів, наявність органіки у попередні роки, характеристики попередника та його удобрення.

Мінеральне удобрення здійснюється в основному у вигляді внесення азотних, фосфорних і калійних добрив. Під час сівби доцільно застосовувати комплексні гранульовані добрива у дозі 1,1–1,5 ц/га.

Просо позитивно реагує на підживлення, особливо в період куцання та на початку виходу в трубку. На цих фазах проводиться азотне підживлення.

Висока врожайність проса значною мірою залежить від якості посівного матеріалу та дотримання технологічних параметрів сівби. Це дозволяє забезпечити оптимальну норму висіву, вирівняні сходи та стійкість рослин до несприятливих умов.

Просо висівають переважно рядковим способом із міжряддям 15 см. У разі значної засміченості поля рекомендовано застосовувати широкорядний спосіб сівби, що дає змогу проводити міжрядне розпушування для боротьби з бур'янами.

Незважаючи на дрібне насіння, просо добре переносить глибоку загортку. За сприятливих вологісних умов насіння загортають на глибину 2–4 см. У роки з посушливою весною або на легких за механічним складом ґрунтах – на 5–6 см.

Просо належить до культур пізніх строків сівби. Висівати його доцільно при прогріванні ґрунту на глибині 10 см не нижче 12–15 °С. У Південному Лісостепу та північному Степу – на другу декаду квітня.

Критично важливо не допускати розриву в часі між передпосівним обробітком ґрунту і сівбою, аби забезпечити загортання насіння у вологий шар.

Норма висіву визначається якістю насіння, способом і строком сівби, а також вологозабезпеченістю регіону. Оптимальні показники для рядкової сівби у нашому регіоні становлять для північної частини – 18–22 кг/га, для інших районів – 16–18 кг/га.

За широкорядної сівби норму висіву знижують на 3,5–4,0 кг/га.

Першим обов'язковим заходом після висіву є коткування ґрунту з одночасним боронуванням. Це покращує контакт насіння з ґрунтом, сприяє надходженню вологи, підвищує температуру посівного шару й стимулює дружні сходи. При цьому використовується різноманітне коткувальне обладнання: котки трубчасті, зубчасті, кільчасті, дискові, тандемні чи мульчувальні.

На 3–5 день після сівби, до появи сходів, здійснюють досходове боронування легкими боронами з метою знищення бур'янів у фазі «білої ниточки». У фазі кушіння, коли рослини вже добре укорінились, проводиться післясходове боронування.

На широкорядних посівах догляд включає міжрядні розпушування, що дозволяє ефективно зменшити конкуренцію з боку бур'янів та покращити аерацію ґрунту.

Посіви проса схильні до засмічення злаковими бур'янами, особливо плоскухою звичайною та мишієм сизим, які важко відокремити при очищенні врожаю, що знижує товарні якості зерна. Значної шкоди також завдають: осот рожевий, берізка польова, амброзія полинолиста, гірчиця польова, кучерявець Софії, зірочник середній, лобода біла, пирій повзучий, щириця тощо.

Найбільш ефективним є поєднання агротехнічних і хімічних методів контролю бур'янів. Гербіциди застосовують у фазі від появи сходів до закінчення кущіння, коли культура найменш чутлива до дії препаратів.

Протягом вегетації просо уражується широким спектром хвороб, серед яких домінують: сажка, гельмінтоспориоз, бактеріоз, меланоз. Основним способом профілактики є обов'язкове передпосівне протруювання насіння якісними фунгіцидами.

Шкідниками, що завдають найбільшої шкоди посівам проса, є: хлібна смугаста блоха, різні види цикад, тріпси, просяна жужелиця, стебловий метелик, просяний комарик. У роки інтенсивного поширення цих шкідників, при досягненні економічного порогу шкодочинності (ЕПШ), проводять обприскування сучасними інсектицидами.

Для контролю стеблового метелика застосовують трихограму – ентомофага, якого випускають у два строки, що забезпечує біологічну рівновагу й мінімізацію хімічного навантаження на агроecosystemу.

Просо характеризується розтягнутим періодом формування та досягання зерна: у межах однієї волоті цей процес триває від 25 до 30 діб. Спостерігається нерівномірне досягання: спочатку дозріває зерно у верхній частині волоті, далі – у середній, і пізніше – в нижній. У зв'язку з цим оптимальною є стратегія роздільного збирання врожаю.

Скошування у валки проводять тоді, коли 80–85% зерна у більшості волотей досягли стиглості. Після підсушування у валках зерно обмолочують комбайнами. Такий спосіб забезпечує зниження втрат і кращу якість продукції.

У чистих, незасмічених посівах допускається пряме комбайнування. Його доцільно розпочинати при досягненні понад 90% стиглого зерна у волотях. При цьому слід особливо уважно стежити за вологістю зерна, щоб уникнути перезволоження під час зберігання.

Для збирання врожаю проса використовуються зернозбиральні комбайни. В молотарках змінюють налаштування для обмолоту дрібнозернових культур.

Після збирання зерно очищують і обов'язково підсушують до вологості 13–14%, що є безпечною нормою для тривалого зберігання без втрати якості. Зберігання здійснюється в умовах захисту від повторного зволоження, шкідників і хвороб, з обов'язковим контролем температурного режиму та вологості у сховищах.

2.2. Напрямки удосконалення технології вирощування проса

Застосування широкорядного способу сівби дає змогу не лише виконувати міжрядне розпушування за допомогою просапного культиватора, але й замінити поверхневі підживлення добрив на кореневі. Такий підхід сприяє підвищенню врожайності та покращує аерацію ґрунту в зоні розміщення кореневої системи.

Замість традиційного луцення після збирання ранніх попередників доцільно застосовувати комбіновані агрегати для обробітку ґрунту з подальшим висівом сидеральних культур. Це забезпечує додаткове збагачення ґрунту поживними речовинами і сприяє збереженню вологи.

Зяблеву оранку можна ефективно замінити глибоким розпушуванням, яке здійснюється після попереднього подрібнення зеленої маси сидератів. Для поєднання глибокого обробітку з одночасним внесенням мінеральних добрив доцільно використовувати глибокорозпушувачі з функцією внесення добрив, оснащені зубчастими котками. Такі агрегати не тільки руйнують ґрунтові грудки, а й забезпечують вирівнювання поверхні поля і рівномірне включення рослинних решток у верхній шар ґрунту.

Для сівби з широким міжряддям ефективною є сівалка точного висіву ССТ–12В, яка забезпечує стабільну глибину загортання насіння і перевершує за цим показником традиційні зернові сівалки.

						ТВП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			13

$$R_{i.m} = \frac{11,5}{5,4} \cdot 0,03 = 0,065 \text{ кН/м};$$

$$B_{\max}^{\delta} = \frac{11,5}{1,7 + 0,104} = 6,37 \text{ м}; \quad B_{\max}^{np} = \frac{11,71}{1,0 + 0,065} = 10,99 \text{ м}.$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті:

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_K}, \quad (3.4)$$

$$n_c^{\delta} = \frac{6,37}{3,6} = 1,77; \quad n_c^{np} = \frac{10,99}{5,4} = 20,4.$$

Приймаємо $n_{\delta}=1$; $n_{np}=1$.

Вирахуємо тяговий опір агрегату:

$$R = (K + R_i) \cdot B_K \cdot n_c; \quad (3.5)$$

$$R_{a\delta p} = (1,7 + 0,104) \cdot 3,6 \cdot 1 = 6,49 \text{ кН};$$

$$R_{a np} = (1,0 + 0,065) \cdot 5,4 \cdot 1 = 5,75 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{a\delta p}}{R_{зак}}, \quad (3.6)$$

$$\eta_{m\delta}^{\delta} = \frac{6,49}{10,49} = 0,62; \quad \eta_{m\delta}^m = \frac{5,75}{23,85} = 0,24.$$

Коефіцієнт тягового зусилля не перевищує допустиме значення 0,96.

Визначаємо змінну продуктивність агрегату:

$$W_{zm} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (3.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату сівалки:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (3.8)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, $B_{K\delta}=3,6$ м, $B_{Km}=5,4$ м;

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

Отже,

$$B_p^{\delta} = 3,6 \cdot 1,0 = 3,6 \text{ м}; \quad B_p^{np} = 5,4 \cdot 1,0 = 5,4 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.9)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

де V_T – теоретична швидкість агрегату, км/год;

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

Отже,

$$v_p^\delta = 10,54 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 9,28 \text{ км/год};$$

$$v_p^M = 11,5 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 10,12 \text{ км/год};$$

T_p – чистий робочий час, год:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.10)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, при довжині гонів 1000 м $\tau=0,8$.

Отже:

$$T_p = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ год.}$$

“Змінна продуктивність

$$W_{зм}^\delta = 0,1 \cdot 9,28 \cdot 3,6 \cdot 6,4 = 21,38 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 10,12 \cdot 5,4 \cdot 6,4 = 34,97 \text{ га/зм.}$$

Визначаємо витрати палива на 1 га площі:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.11)$$

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

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (3.12)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі, на зупинках, відповідно, для МТЗ–80 $Q_p=14,2$ кг/год; $Q_x=9,4$ кг/год; $Q_z=1,6$ кг/год, для CASE IH Farmall JX110 – $Q_p=13,1$ кг/год; $Q_x=7,3$ кг/год; $Q_z=0,95$ кг/год;

T_p , t_x , t_z – відповідно, час робочих і холостих рухів, час зупинок:

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (3.13)$$

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

T_p – чистий робочий час, $T_p=6,4$ год.

Отже,

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,4}{2} = 0,8 \text{ год.}$$

Таким чином

$$Q_{з\text{мб}} = 14,2 \cdot 6,4 + 9,4 \cdot 0,8 + 1,6 \cdot 0,8 = 99,68 \text{ кг/з\text{м}};$$

$$Q_{з\text{м\text{м}}} = 13,1 \cdot 6,4 + 7,3 \cdot 0,8 + 0,95 \cdot 0,8 = 90,44 \text{ кг/з\text{м}}.$$

Тоді витрати палива на 1 га становлять:

$$Q_{га}^б = \frac{99,68}{21,38} = 4,66 \text{ кг/год}; \quad Q_{га}^м = \frac{90,44}{34,97} = 2,59 \text{ кг/год.}$$

На підставі проведених визначень параметрів обираємо агрегат, до складу якого входять трактор CASE IH Farmall JX110 та сівалка ССТ–12В, у якого більша продуктивність та менші витрати палива.

3.2. Підготовка поля до роботи [20–24]

Орієнтовна величина поворотної смуги:

$$E = 3R_{\text{min}} + L_a, \quad (3.14)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту;

L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною приймаємо з умови:

$$R_{\text{min}} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_M, \quad (3.15)$$

де $L_{\text{тр}}$ – кінематична довжина трактора, $L_{\text{тр}}=1,1$ м;

L_M – кінематична довжина машини, $L_M=0,96$ м.

Отже,

$$L_a = 1,1 + 0,96 = 2,06 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у (3.14) і отримуємо:

$$E = 3 \cdot 9,18 + 2,06 = 29,6 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату агрегату

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.16)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

Отже

$$K = \frac{29,6}{5,4} = 5,48.$$

Приймаємо $K=6.$

Отже,

$$E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,1 \cdot L_a. \quad (3.17)$$

Отже,

$$e = 0,1 \cdot 2,06 = 0,206 \text{ м.}$$

Орієнтовна оптимальна ширина загінки:

$$C_{opt} = \frac{n_{зм} \cdot W_{зм} \cdot 10^4}{L}, \quad (3.18)$$

де $n_{зм}$ – кількість змін, приймаємо $n_{зм}=2;$

L – довжина гону, $L=1000$ м

$$C_{opt} = \frac{2 \cdot 23,32 \cdot 10^4}{1000} = 466,4 \text{ м.}$$

Узгодимо розміри загінки з робочою шириною машини. Для цього визначимо кількість проходів агрегату при проході однієї загінки

$$n = \frac{C_{opt}}{B_p} = \frac{466,4}{5,4} = 86,37.$$

Приймаємо $n=86.$ Тоді

$$C = n \cdot B_p = 86 \cdot 5,4 = 464,4 \text{ м.}$$

						<i>ТВП 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			18

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (3.23)$$

де t_n – час повороту в кінці заїмки, $t_n=1,0$ хв

$$T_u = \frac{12 \cdot 935,2}{10^2 \cdot 10,12} + 2 \cdot 0,8 = 12,69 \text{ хв} \approx 0,211 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.24)$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau=0,8$

$$W_u = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 10,12 \cdot 0,211 \cdot 0,8 = 0,92 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (3.25)$$

$$n_u = \frac{34,97}{0,92} = 38,01 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за цикл

$$Q_u = Q_{за} \cdot W_u, \quad (3.26)$$

$$Q_{зм} = 2,59 \cdot 0,92 = 2,38 \text{ кг/цикл.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

					ТВП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

4.1.2. Визначення раціонального об'єму бункера для висіву насіння проса сівалкою ССТ–12В

Об'єм бункера становитиме:

$$V_{\text{б}} = \frac{(1,1 \dots 1,15) \cdot L \cdot B \cdot Q}{\gamma_c \cdot 10^4}, \quad (4.3)$$

де L – шлях сівалки від заправки до заправки, м

$$L = m \cdot L_c,$$

де L_c – довжина гону по засіяному полі, $L_c=800$ м;

m – кількість гонів, $m=4$;

B – ширина міжряддя $B=0,45$ м;

Q – максимальна норма висіву насіння проса, $Q=40$ кг/га;

γ_c – об'ємна маса насіння проса, $\gamma_c=850$ г

$$V_{\text{б}} = \frac{1,1 \cdot 800 \cdot 4 \cdot 0,45 \cdot 40}{850 \cdot 10^4} = 0,0075 \text{ м}^3.$$

Сумарна ємність усіх бункерів сівалки:

$$V_{\text{сум}} = V_{\text{б}} \cdot 12 = 0,0075 \cdot 12 = 0,089 \text{ м}^3 = 89 \text{ дм}^3.$$

З метою уніфікації приймаємо об'єм бункерів таким, як і на серійній сівалці ССТ–12В, тобто $V_{\text{сум}}=192 \text{ дм}^3$.

4.2. Кінематичний розрахунок механізму приводу сівалки [25–27]

Вихідними даними для даного розрахунку є кінематична схема механізму приводу (рис. 4.1) і величини передаточних відношень ($i_{\text{заг.мах}}$ та $i_{\text{заг.мін}}$) від опорно–проводного колеса до вала висівних апаратів.

Метою кінематичного розрахунку є визначення передаточних відношень для кожної ступені механізму передач, числа зубів зірочок і обертів на кожному з валів механізму проводу.

Зробимо кінематичний розрахунок механізму приводу виходячи з умови забезпечення мінімальної норми висіву насіння проса (15 кг/га).

Із технологічного розрахунку $i_{\text{заг.мін}}=0,137$.

Відповідно до кінематичної схеми механізму приводу (рис. 4.1) можна записати:

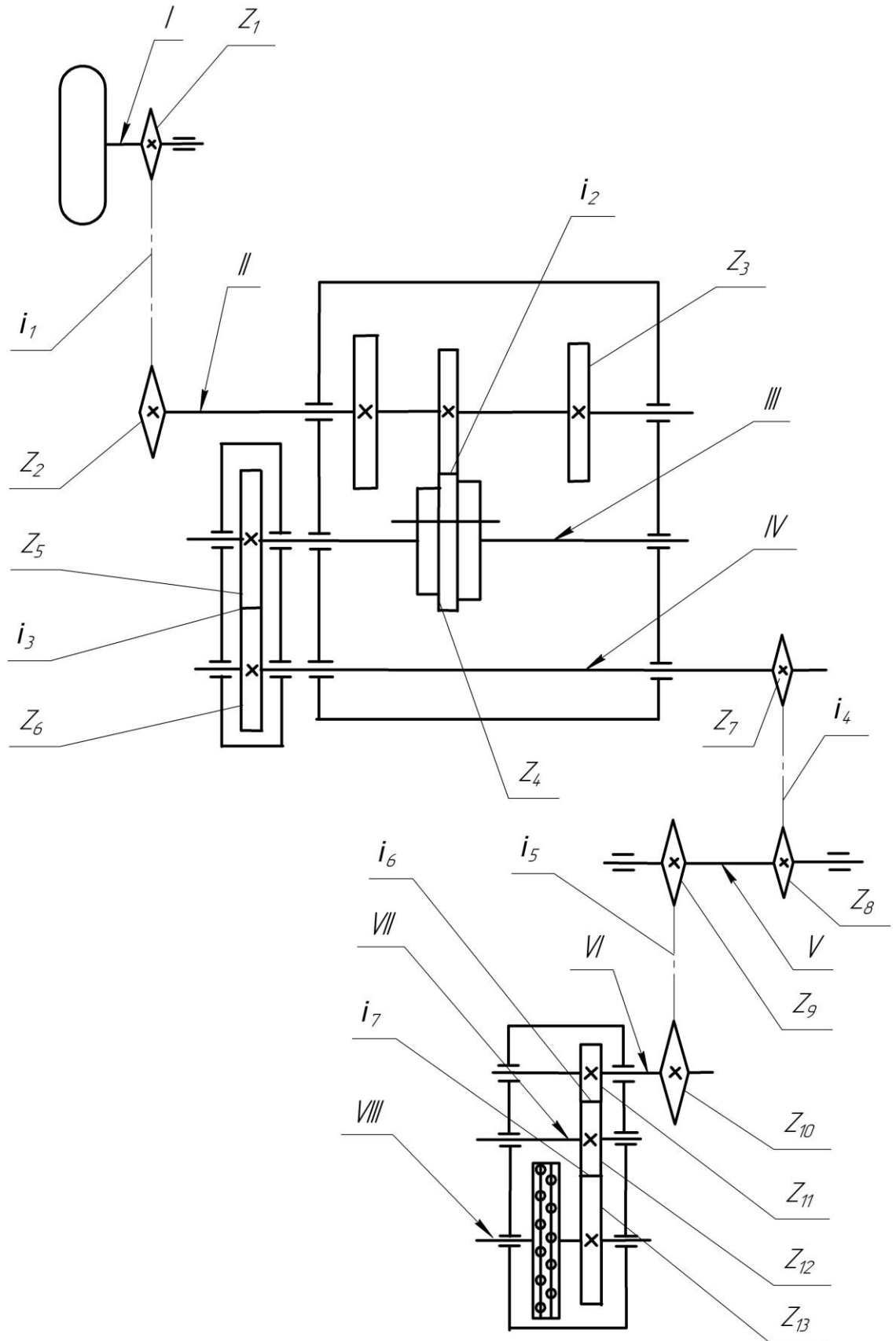


Рис. 4.1. Схема механізму передач на висіваючи апарати

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ТВП 00. 000 ПЗ

Арк.

23

$$i_{\text{заг. min}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 = 0,137.$$

Задаємося $i_1=1,1$ $z_1=10$.

Тоді

$$z_2 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{10}{1,1} = 9,09.$$

Приймаємо $z_2=9$, уточнюємо передаточне відношення i_1 :

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{10}{9} = 1,11.$$

Визначаємо оберти I на валу механізму привода, тобто оберти опорно-приводного колеса

$$n_1 = n_{\text{хк}} = \frac{60 \cdot V_c \cdot (1 - \varepsilon)}{\pi \cdot D_k} = \frac{60 \cdot 2 \cdot (1 - 0,05)}{\pi \cdot 0,482} = 75,3 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо II оберти на валу механізму привода:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = 75,3 \cdot 1,11 = 83,6 \text{ хв}^{-1}.$$

Передаточне відношення другої ступені $i_2=0,3$ і $z_3=16$

$$z_4 = \frac{z_3}{i_2} = \frac{16}{0,6} = 26,7.$$

Приймаємо $z_4=27$, уточнюємо i_2 :

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{16}{27} = 0,59.$$

Визначаємо оберти на III валу:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 83,6 \cdot 0,31 = 49,3 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося передаточним відношенням $i_3=1,05$ $z_5=16$.

Тоді

$$z_6 = \frac{z_5}{i_3} = \frac{16}{1,05} = 15,2.$$

Приймаємо $z_6=15$, уточнюємо i_3

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{16}{15} = 1,07.$$

Оберти на IV валу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 49,3 \cdot 1,07 = 52,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося величиною передаточним відношенням: $i_4=1,4$ і $z_7=14$.

Тоді

$$z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{14}{1,4} = 10.$$

Оберти на V валу

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 52,8 \cdot 1,4 = 73,9 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося $i_5=1$, $z_9=7$. Тоді

$$z_{10} = z_9 = 7.$$

Оберти на VI валу будуть дорівнювати

$$n_6 = n_5 = 73,9 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося $i_6=0,33$ і $z_{11}=13$. Тоді

$$z_{12} = \frac{z_{11}}{i_6} = \frac{13}{0,33} = 39,4.$$

Приймаємо $z_{12}=40$, уточнюємо

$$i_6 = \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{13}{40} = 0,325.$$

Визначаємо оберти на VII валу

$$n_7 = n_6 \cdot i_6 = 73,9 \cdot 0,325 = 24 \text{ хв}^{-1}.$$

$$i_7 = \frac{i_{\text{заг. min}}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6} = \frac{0,137}{1,11 \cdot 0,59 \cdot 1,07 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,325} = 0,43.$$

Передаточне відношення останньої передачі механізму приводу визначаємо розрахунковим шляхом:

Задаємося $z_{13}=40$. Тоді

$$z_{14} = \frac{z_{13}}{i_7} = \frac{40}{0,43} = 93,02.$$

Приймаємо $z_{14}=90$, уточнюємо

$$i_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{40}{90} = 0,44.$$

Визначаємо оберти на VIII валу (валу висівних апаратів):

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 105,3 \cdot 1,27 = 133,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося $i_4=1,4$ і $z_7=14$, тоді

$$z_8 = \frac{z_7}{i_4} = \frac{14}{1,4} = 10.$$

Приймаємо $z_8=10$.

Визначаємо оберти на V валу

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 133,7 \cdot 1,4 = 187,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося $i_5=1$ $z_9=7$. Тоді

$$z_{10} = z_9 = 7.$$

Оберти на VI валу будуть дорівнювати

$$n_6 = n_5 = 187,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Задаємося $i_6=0,33$ і $z_{11}=13$, тоді

$$z_{12} = \frac{z_{11}}{i_6} = \frac{13}{0,33} = 39,4.$$

Приймаємо $z_{12}=40$, уточнюємо значення

$$i_6 = \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{13}{40} = 0,325.$$

Визначаємо оберти на VII валу

$$n_7 = n_6 \cdot i_6 = 187,2 \cdot 0,325 = 60,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Передаточне відношення останньої передачі механізму приводу визначаємо розрахунковим шляхом:

$$i_7 = \frac{i_{\text{заг. min}}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6} = \frac{0,366}{1,11 \cdot 1,26 \cdot 1,27 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,325} = 0,45.$$

Задаємося $z_{13}=40$. Тоді

$$z_{14} = \frac{z_{13}}{i_7} = \frac{40}{0,45} = 88,8.$$

Приймаємо $z_{14}=90$, уточнюємо

$$i_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{40}{90} = 0,44.$$

Визначаємо оберти на VIII валу (валу висівних апаратів):

						<i>ТВП 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			27

Дані кінематичного розрахунку механізму приводу до висівних
апаратів сівалки ССТ-12В

№ п/п	Норма висіву, кг/га	Кількість зубів шестерень основного блоку		Передачне відношення КЗП з касетою	Положення рукоятки переключення передач	Число зубів шестерень касети		Загальне передачне відношення
		z ₃	z ₄			z ₅	z ₆	
1	15	16	27	0,631	I	19	15	0,137
2	17,5	16	27	0,701	I	19	16	0,160
3	20	16	27	0,817	I	18	13	0,183
4	22,5	22	21	0,928	II	17	19	0,206
5	25	19	44	0,993	II	18	19	0,229
6	27,5	21	53	1,115	III	17	19	0,251
7	30	22	21	1,245	II	19	16	0,274
8	32,5	22	21	1,327	II	19	15	0,297
9	35	22	21	1,451	II	18	13	0,320
10	37,5	24	19	1,496	III	19	16	0,343
11	40	24	19	1,596	III	19	15	0,366

де η_1 – ККД зубчастої передачі, $\eta_3=0,93...0,95$;

η_2 – ККД підшипників ковзання, $\eta_{nid}=0,98$.

Тоді:

$$M_7 = \frac{3,3 \cdot 0,44}{0,94 \cdot 0,98} = 1,58 \text{ Нм.}$$

Аналогічно:

$$M_6 = \frac{M_8 \cdot i_6}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{1,58 \cdot 0,325}{0,94 \cdot 0,98} = 0,56 \text{ Нм;}$$

$$M_5 = \frac{M_6 \cdot i_5}{\eta'_l \cdot \eta_2},$$

де η'_l – ККД ланцюгової передачі, $\eta'_l = 0,97$.

Тоді:

$$M_7 = \frac{0,56 \cdot 1,0}{0,97 \cdot 0,98} = 0,59 \text{ Нм};$$

$$M_4 = \frac{M_5 \cdot i_4}{\eta'_l \cdot \eta_2} = \frac{0,59 \cdot 1,4}{0,97 \cdot 0,98} = 0,87 \text{ Нм}.$$

Оскільки IV вал забезпечує передачу обертових моментів до 6 висівних апаратів, то:

$$M'_4 = 6 \cdot M_4 = 0,87 \cdot 6 = 5,21 \text{ Н·м};$$

$$M_3 = \frac{M'_4 \cdot i_3}{\eta_1 \cdot \eta'_2},$$

де η'_2 – ККД підшипників кочення, $\eta'_2 = 0,99$.

Тоді:

$$M_3 = \frac{5,21 \cdot 1,27}{0,94 \cdot 0,99} = 7,59 \text{ Нм}.$$

Визначаємо обертовий момент на вихідному валу КЗП від опору на привід насінневих апаратів:

$$M'_2 = \frac{M_3 \cdot i_2}{\eta_l \cdot \eta'_2} = \frac{7,11 \cdot 1,26}{0,94 \cdot 0,99} = 9,63 \text{ Н·м}.$$

Враховуючи, що ведучий вал КЗП також передає обертовий момент M_2'' на привід трьох туковисівних апаратів, то загальний обертовий момент на II валу становить:

$$M_2 = M'_2 + M_2''.$$

За даними тензометрування $M_2'' \approx 9,6 \text{ Н·м}$.

Тоді

$$M_2 = 9,63 + 9,6 = 19,23 \text{ Н·м}.$$

Обертний момент на I валу механізму привода (вала опорно-приводного колеса) для приводу 6-ох насінневих і 3-ох туковисівних апаратів буде становити:

$$M_1 = \frac{M_2 \cdot i_1}{\eta_1 \cdot \eta_2'} = \frac{19,23 \cdot 1,11}{0,97 \cdot 0,98} = 22,453 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

4.4. Розрахунки на міцність [26–27]

4.4.1. *Перевірочний розрахунок ведучого валу КЗП механізму приводу насінневих і туковисівних апаратів*

Визначимо коефіцієнт запасу міцності n для небезпечних перерізів валу.

Матеріал валу – сталь 45, нормалізована, з характеристиками: тимчасовий опір розриву $\sigma_B=610$ МПа, межа витривалості при симетричному циклі напружень згину $\sigma_{-1}=270$ МПа, межа витривалості при симетричному циклі напружень кручення $\tau_{-1}=150$ МПа, межа чутливості матеріалу асиметрії циклу напружень відповідно при згинанні і крученні $\psi_\sigma=0,1$ і $\psi_\tau=0,05$.

На вхідний кінець валу (переріз в т. А) діє сила від тиску ланцюгової передачі від опорно-приводного колеса R_1 , яка спрямована під кутом 40° до горизонту і колове зусилля F_{t1} . В середній частині валу діють сили, які виникають у ланцюговій передачі (сила від тиску ланцюгової передачі від веденого валу R_2 і колове зусилля F_{t2}).

Уточнимо значення цих сил

$$F_{t1} = \frac{2M_{кр2}}{d_{g1}}, \quad (4.4)$$

де $M_{кр2}$ – сумарний крутний момент на ведучому валу КЗП, $M_{кр2}=19,23$ Нм;
 d_{g1} – ділительний діаметр зірочки приводу ведучого валу КЗП, $z_2=9$,
 $t=31,75$ мм

$$d_{g1} = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)}; \quad (4.5)$$

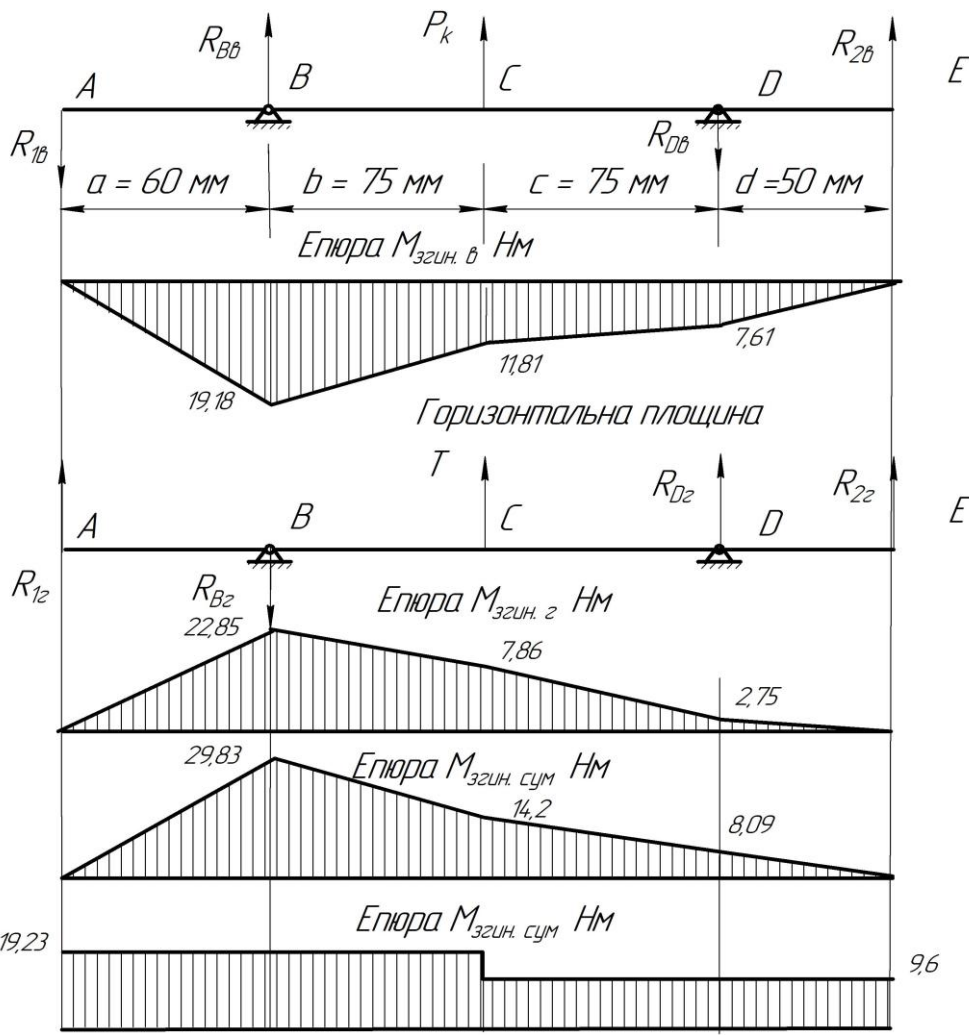
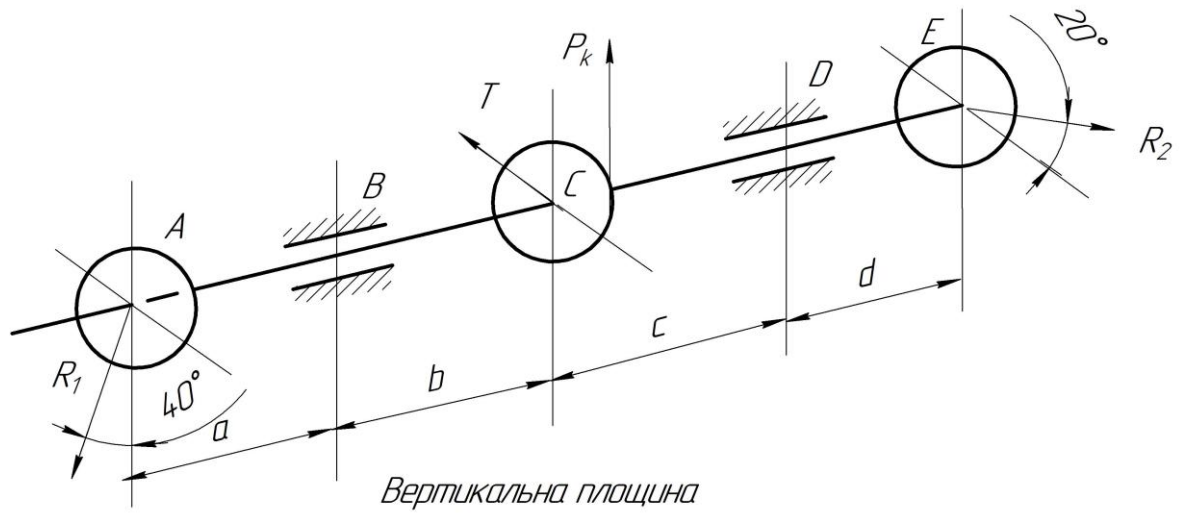


Рис. 4.2. Розрахункова схема

$$d_{g1} = \frac{31,75}{\sin\left(\frac{180}{9}\right)} = 92,84 \text{ мм.}$$

Тоді

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot 19,23 \cdot 10^3}{92,84} = 414,26 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Навантаження, яке діє на розрахунковий вал від ланцюгової передачі:

$$R_1 = 1,2 \cdot F_{t1} = 1,2 \cdot 414,26 = 497,11 \text{ Н.}$$

Вертикальна складова цієї сили становить:

$$R_{1g} = R_1 \cdot \sin 40^\circ = 497,11 \cdot 0,643 = 319,64 \text{ Н.}$$

Горизонтальна відповідно:

$$R_{1e} = R_1 \cdot \cos 40^\circ = 497,11 \cdot 0,766 = 380,77 \text{ Н.}$$

Визначаємо сили, що діють у зубчастому зачепленні

$$T = P \cdot \sin \alpha. \quad (4.6)$$

Колове зусилля P_k і радіальне зусилля T

$$P_k = P \cdot \cos \alpha; \quad (4.7)$$

$$T = P_k \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (4.8)$$

$$P_k = \frac{2 \cdot M'_2}{d_{g2}}. \quad (4.9)$$

З другого боку:

M'_2 – обертовий момент, який передається зубчастою передачею для забезпечення приводу насінневих апаратів, $M'_2 = 0,96 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

d_{g2} – дільний діаметр шестерні;

α – кут зчеплення, для циліндричних передач $\alpha = 20^\circ$;

P – повне зусилля, яке діє в зубчастому зчепленні.

На ведучому валі встановлена шестерня з параметрами: $z=24$, $m=5 \text{ мм}$

$$d_{g2} = m \cdot z = 5 \cdot 24 = 120 \text{ мм};$$

$$P_k = \frac{2 \cdot 9,63 \cdot 10^3}{120} = 160,5 \text{ Н};$$

$$T = 160 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 160,5 \cdot 0,364 = 58,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

На вихідному кінці вала діє сила від тиску ланцюгової передачі на привід туковисівних апаратів, яка розташована під кутом 20° до горизонту і передає обертовий момент $M''_{kp2} = 9,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$ і колове зусилля F_{t2} .

						<i>ТВП 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			33

Параметри зірочки: $z_{14}=14$, $t=31,75$ мм.

Колове зусилля F_{t2} буде дорівнювати:

$$F_{t2} = \frac{2M''_{кп2}}{d_{g3}};$$

$$d_{g3} = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)} = \frac{31,75}{\sin\left(\frac{180}{14}\right)} = 142,38 \text{ мм};$$

$$F_{t2} = \frac{2M''_{кп2}}{d_{g3}} = \frac{2 \cdot 9,6 \cdot 10^3}{142,38} = 134,85 \text{ Н.}$$

Сила тиску від ланцюгової передачі на вал станове:

$$R_2 = 1,2 \cdot F_{t2} = 1,2 \cdot 134,85 = 161,82 \text{ Н.}$$

Вертикальна складова цієї сили становить:

$$R_{2g} = R_2 \cdot \sin 70^\circ = 161,82 \cdot 0,94 = 152,11 \text{ Н.}$$

Горизонтальна відповідно:

$$R_{2z} = R_2 \cdot \cos 70^\circ = 161,82 \cdot 0,34 = 55,02 \text{ Н.}$$

Визначаємо опорні реакції, які діють в опорах B і D , побудуємо епюри згинальних моментів у відповідних площинах, а також епюри сумарних згинаючих моментів і моментів кручення.

Вертикальна площина

$$\sum M_B = 0; -R_{1b} \cdot a - P_{\kappa} \cdot b + R_{Db} \cdot (b+c) - R_{2b} \cdot (b+c+d) = 0;$$

$$R_{Db} = \frac{R_{1b} \cdot a + P_{\kappa} \cdot b + R_{2b} \cdot (b+c+d)}{(b+c)} =$$

$$= \frac{319,64 \cdot 0,06 + 160,5 \cdot 0,075 + 152,11 \cdot 0,2}{0,15} = 410,98 \text{ Н.}$$

$$\sum M_D = 0; -R_{1b} \cdot (a+b+c) + R_{Bb} \cdot (b+c) + P_{\kappa} \cdot c - R_{2b} \cdot d = 0;$$

$$R_{Bb} = \frac{R_{1b} \cdot (a+b+c) + R_{2b} \cdot d - P_{\kappa} \cdot c}{(b+c)} =$$

$$= \frac{319,64 \cdot 0,21 + 182,11 \cdot 0,05 - 160,5 \cdot 0,075}{0,15} = 417,93 \text{ Н.}$$

Перевірка:

						ТВП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			34

$$\sum Q_B = 0; -R_{1b} + R_{Bb} + P_k - R_{Db} + R_{2b} =$$

$$= -319,64 + 417,93 + 160,5 - 410,93 + 152,11 = 0.$$

Горизонтальна площина

$$\sum M_B = 0; R_{1z} \cdot a - T \cdot b - R_{Dz} \cdot (b+c) + R_{2z} \cdot (b+c+d) = 0;$$

$$R_{Dz} = \frac{R_{1z} \cdot a + R_{2z} \cdot (b+c+d) - T \cdot b}{(b+c)} =$$

$$= \frac{380,77 \cdot 0,06 + 58,02 \cdot 0,2 - 58,4 \cdot 0,075}{0,15} = 196,47 \text{ Н};$$

$$\sum M_D = 0; R_{1z} \cdot (a+b+c) - R_{Bz} \cdot (b+c) + T \cdot c + R_{2z} \cdot d = 0;$$

$$\sum M_D = 0; R_{Bz} = \frac{R_{1z} \cdot (a+b+c) + T \cdot c + R_{2z} \cdot d}{(b+c)} =$$

$$= \frac{380,77 \cdot 0,21 + 58,4 \cdot 0,075 + 55,02 \cdot 0,05}{0,15} = 580,6 \text{ Н}.$$

Перевірка:

$$\sum Q_G = 0; R_{1z} - R_{Bz} + T + R_{Dz} - R_{2z} =$$

$$= 380,77 - 580,6 + 58,4 + 196,47 - 55,02 = 0.$$

Для побудування епюр згинаючих моментів визначимо їх значення в горизонтальній і вертикальній площинах в т. В, С і Д.

Вертикальна площина

$$M_{Bb} = -R_{1b} \cdot a = -319,64 \cdot 0,06 = -19,18 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{Cb} = -R_{1b} \cdot (a+b) + R_{Bb} \cdot b = -319,64 \cdot 0,135 + 417,93 \cdot 0,075 = -11,81 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{Dz} = R_{3z} \cdot d = 55,02 \cdot 0,05 = 2,75 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{Db} = -R_{2b} \cdot d = -152,11 \cdot 0,05 = -7,61 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Горизонтальна площина

$$M_{Bz} = R_{1z} \cdot a = 380,77 \cdot 0,06 = 22,85 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{Cz} = R_{1z} \cdot (a+b) - R_{Bz} \cdot b = 380,77 \cdot 0,135 - 580,6 \cdot 0,075 = 7,86 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{Dz} = R_{3z} \cdot d = 55,02 \cdot 0,05 = 2,75 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Спочатку визначаємо полярний момент опору. При $d=20$ мм, приймаємо $W_p=1440$ мм³.

Напруження кручення будуть дорівнювати:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{19,23 \cdot 10^3}{1440} = 13,35 \text{ МПа.}$$

Напруження кручення будуть дорівнювати:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{13,35}{2} = 6,67 \text{ МПа.}$$

Запас міцності для дотичних напружень:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K\tau_D \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m},$$

де ψ_τ – коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень при крученні, для сталі 45 $\psi_\tau=0,05$

$$n_\tau = \frac{150}{2,15 \cdot 6,67 + 0,05 \cdot 6,67} = \frac{150}{14,67} = 10,2.$$

Загальний запас міцності в перерізі В становить:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} = \frac{2,6 \cdot 10,2}{\sqrt{2,6^2 + 10,2^2}} = 2,51.$$

Оскільки отриманий у результаті розрахунку загальний запас міцності у небезпечному перерізі В більше допустимого запасу витривалості $n=2,51 > [n]=1,8$, то можна вважати, що міцність вала забезпечується.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці при роботі на посівному агрегаті [28]

Вимоги безпеки під час транспортування та експлуатації сівалки

Перевезення сівалки на значні відстані, особливо за умов поганого дорожнього покриття, дозволяється виключно автомобільним транспортом. При цьому агрегат повинен бути надійно закріплений на платформі транспортного засобу відповідними засобами фіксації.

Під час руху сівалки дорогами загального користування з інтенсивним трафіком необхідно обов'язково перевести кронштейни маркерів у транспортне положення та зафіксувати їх. Заборонено перебування людей на сівалці в процесі транспортування. Також не рекомендується перевозити агрегат у темний час доби або за умов недостатньої видимості.

Під час приєднання сівалки до трактора або у процесі її підняття у транспортне положення суворо заборонено перебувати між агрегатами або в безпосередній близькості до них. До початку будь-яких робіт слід переконатися у надійності причіпного з'єднання між трактором і сівалкою.

Працюючи із насінням, яке було оброблене протруйниками, обов'язково користуйтеся засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Експлуатація сівалки з відкритими або несправними механізмами передач заборонена. При роботі в запилених умовах слід використовувати респіратори або інші засоби для захисту органів дихання.

Особи, які залучені до обслуговування сівалки, повинні суворо дотримуватися встановлених норм техніки безпеки. Завантаження, розвантаження, а також підготовка машини до роботи мають здійснюватися лише під наглядом механіка або бригадира з використанням підйомно-транспортного обладнання, що унеможливило ручне піднімання важких вузлів.

Процедури стропування повинні виконуватись лише у спеціально передбачених для цього точках кріплення.

Сівалка повинна бути агрегована з тракторами тягового класу 14–20 кН і експлуатуватись на схилах із крутизною не більше 8°. Перед початком роботи потрібно додатково перевірити надійність з'єднання машини з трактором.

При відчепленні агрегата слід підставити упори під колеса для запобігання неконтрольованому руху. Під час роботи забороняється:

- використовувати несправну сівалку;
- перебувати перед агрегатом;
- здійснювати посадку або висадку з трактора під час його руху;
- чистити робочі органи в процесі роботи;
- вмикати гідросистему, перебуваючи поза кабіною;
- повертати трактор з опущеними робочими органами;
- здавати назад агрегат, що перебуває в робочому положенні.

Суворо забороняється перебування людей між трактором і сівалкою у процесі приєднання або роз'єднання машин.

При тривалих зупинках агрегат не слід залишати у піднятому транспортному положенні.

Транспортування сівалки дорогами загального користування здійснюється згідно з чинними правилами дорожнього руху. Перед виїздом необхідно переконатися у відсутності сторонніх предметів на рамі та вузлах машини. Швидкість перевезення має відповідати дорожнім умовам і не перевищувати 15 км/год. Забороняється перебування осіб на сівалці під час транспортування.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано можливі напрями вдосконалення технологічного процесу вирощування проса, які сприяють підвищенню урожайності за умови зменшення обсягів ручної праці.

Запропоновані рішення базуються на аналітичному дослідженні сучасних агротехнологій, у яких враховується практика використання сучасного сільськогосподарського обладнання, впровадження високопродуктивних сортів культури, застосування екологічно безпечних засобів захисту рослин, а також цифрових інструментів управління технологічними процесами.

У рамках проектної частини розглянуто ефективні підходи до сівби проса, які дозволяють оптимізувати витрати посівного матеріалу та забезпечити раціональне використання площі живлення для кожної рослини.

В інженерному розділі роботи подано конструктивні вдосконалення сівалки ССТ–12В, що мають на меті покращити точність, ефективність та продуктивність її функціонування в умовах сучасного землеробства.

					<i>ТВП 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		40

9. Коли найкращі погодні умови для посіву проса у 2025? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroexp.com.ua/uk/kogda-luchshie-pogodnye-usloviya-dlya-poseva-prosa> (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
10. Технологія вирощування сорго. Поради фахівців [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/novyny/2524-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-sorho-porady-fakhivtsiv> (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
11. 2023 — рік проса: факти і особливості технології вирощування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agro-pro.com.ua/news/2023-rik-prosa-fakti-i-osoblivosti-tehnologii-virosuvanna> (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
12. Біологічні особливості та технологія вирощування проса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cherk-agrozahist.narod.ru/eciklopediya/cultures/zernovi_krupyani/proso/osoblivosti1.html (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
13. Урожайні властивості насіння сортів проса прутоподібного залежно від умов вирощування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/349> (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
14. Посів проса ранньостиглого. Як уникнути помилок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://grain.in.ua/posiv-prosa-poltavskoi-selekcii-yak-uniknuti-pomilok.html> (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
15. Вирощування проса в умовах півдня України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/116_2020/part_2/9.pdf (дата звернення: 10.04.2025). – Назва з екрана.
16. Що може бути вигіднішим за соняшник? Просо [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/shcho>

Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан, – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 86 с.

25.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, 2001. – 384 с.

26.Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно–технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2–е вид., переробл. – Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

27.Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.

28.Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

					<i>ТВП 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		44