

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським)) рівнем вищої освіти

на тему:

«Модернізація овочевої сівалки з розробкою механізму передач»

Виконав здобувач вищої освіти ІV курсу,
групи ГМ-22мб-1

ОПП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве

машинобудування»

_____ Хмелевський Дмитро Євгенійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Кирил ЩЕРБИНА

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание																																										
1			<u>Документація загальна</u>																																													
2																																																
3			<i>Знову розроблена</i>																																													
4																																																
5	A0	СУПО 00.000	Сівалка овочева СУПО-6	1																																												
6																																																
7	A4	СУПО 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1																																												
8																																																
9			<u>Документація по складальних</u>																																													
10			<u>одиницях</u>																																													
11																																																
12			<i>Знову розроблена</i>																																													
13																																																
14	A1	СУПО 00.020 СБ	Редуктор	1																																												
15																																																
16			<u>Документація по</u>																																													
17			<u>деталях</u>																																													
18																																																
19			<i>Знову розроблена</i>																																													
20																																																
21	A3	СУПО 00.020.602	Вал	1																																												
22																																																
23	A3	СУПО 00.020.603	Зірочка	1																																												
24																																																
СУПО 00.000 ВП																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Хмелевський</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Кісільов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Мачок</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Васильковський</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Разраб.	Хмелевський						Проб.	Кісільов						Н.контр.	Мачок						Утв.	Васильковський					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																												
Разраб.	Хмелевський																																															
Проб.	Кісільов																																															
Н.контр.	Мачок																																															
Утв.	Васильковський																																															
Відомість роботи				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Лит.</td> <td style="width: 33%;">Лист</td> <td style="width: 33%;">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Лит.	Лист	Листов																																							
Лит.	Лист	Листов																																														
				ЦНТУ гр. ГМ-22мд-1																																												

ЗМІСТ

стор.

1. Вступ.....	
2. Стан питання про машину, яке підлягає модернізації.....	
3. Конструкторська частина.....	
4. Висновки	
Список літератури.....	

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Постійне вдосконалення посівної техніки тісно пов'язане з розвитком технологій вирощування сільськогосподарських культур, зменшенням трудових витрат під час сівби та зростанням ефективності роботи посівних агрегатів. Нові технології сівби стають рушійною силою у формуванні сучасних напрямів розвитку посівного обладнання.

При рядковому способі сівби ключовим залишається рівномірне загортання насіння на задану глибину як на підготовлених, так і на стерньових полях, а також його рівномірне розміщення в площі живлення. У разі пунктирної сівби просапних культур основна увага приділяється точному розміщенню насіння в рядку з дотриманням встановлених інтервалів і глибини загортання, незалежно від типу поля.

Крім цього, зі зростанням якості посівного матеріалу з'являється можливість здійснювати висів використовуючи менші норми, що також впливатиме на розвиток застосованих технологій.

Для досягнення високих урожаїв зернових культур дедалі активніше впроваджується локальне внесення мінеральних добрив у підвищених дозах - як одночасно із сівбою, так і окремо. Також під час висіву просапних культур все частіше використовують як сухі, так і рідкі комплексні добрива. Зростає популярність ефективного поєднання кількох агротехнічних операцій в одному проході посівного агрегату. Зокрема, це передбачає одночасне виконання передпосівного обробітку ґрунту, висіву насіння, внесення добрив і гербіцидів, коткування тощо, що дозволяє підвищити продуктивність і зменшити витрати ресурсів.

Окрім технічних інновацій, існує низка загальних вимог до конструкції посівних машин, які мають забезпечувати підвищення ефективності сівби.

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Хмелевський</i>			Вступ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кісільов</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>						
						<i>ЦНТУ, гр. ГМ-22мб-1</i>		

Ці вимоги обов'язково враховуються під час проектування техніки. Серед основних — підвищення коефіцієнта готовності машин, що передбачає посилення надійності та міцності вузлів і конструкції в цілому.

Також важливим є забезпечення стабільної роботи основних механізмів при заданих робочих швидкостях, що гарантує безперебійне виконання технологічного процесу висіву. Це досягається завдяки впровадженню систем сигналізації про порушення процесу, елементів автоматизації та освітлення для роботи в нічних умовах.

Увага також приділяється покращенню умов праці оператора, зменшенню часу, необхідного на обслуговування техніки, а також оптимізації завантаження посівним матеріалом через збільшення об'єму бункерів та зручність їх заповнення. Крім того, важливим є скорочення тривалості сівби завдяки можливості роботи на ґрунтах із підвищеною вологістю.

Актуальною задачею при виконанні даної бакалаврської роботи, врахувавши ці питання, є процес зменшення матеріалоємності конструкції та підвищення надійності роботи овочевої сівалки СУПО-6.

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- насіння капусти.....6,0-12 шт./м

Чисельне значення норми висіву насіння, %, при пунктирній сівбі
кабачків і огірків:

для огірків:

- по 1-2 насінини.....60%

- по 3-4 насінини.....30%

- по 5 і більше.....10%

для капусти:

- по одній насінині (не менше).....80%

- по 2 насінини і більше.....20%

При виконанні гніздової сівби дрібного насіння томатів, перцю,
баклажанів (не менше)

- гнізд з кількісним значенням насіння 5.....75%

- гнізд з кількісним значенням насіння 2 і 8.....25%

Крупного насіння кабачків і ін.:

- гнізд з кількісним показником насіння 4.....80%

- гнізд з кількісним значенням насіння 2 і 8.....20%.

Відхилення стосовно допустимих пропусків, не більше.....2%.

Відхилення величини міжрядь має перевищувати:

- основних.....2 см

- стикових.....5 см

Значення глибини загортання.....2-5 см

Коефіцієнт варіації20%

Кількість насіння, що має укладатися на задану глибину,
(не менше).....80%

Коефіцієнт:

- готовності.....0,95

- надійності технологічного процесу сівби овочевих.....0,95

- технічного використання.....0,95

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вільний та досить зручний доступ.

Тягове зусилля на крюку трактора, кН, не більше.....8,5

Вимоги до безпеки:

Згідно техніки безпеки конструкція даної сівалки повинна відповідати всім нормативним вимогам. В документації, що додається до експлуатації запропонованої сівалки, має бути надана належна інформація про заходи безпеки під час необхідних монтажних робіт або транспортуванню даної машини по дорогам загального призначення.

Актуальні вимоги до технологічності, метрологічного забезпечення, проєктування, виробництва та подальшої експлуатації.

Технологічні характеристики деталей, вузлів і окремих складальних елементів сівалки мають гарантувати їх якісне виготовлення з урахуванням сучасного рівня розвитку сільськогосподарського машинобудування та виробничих процесів, а також подальшого обслуговування в процесі експлуатації.

Конструкція сівалки повинна забезпечувати можливість подальшої механізації процесу збирання, включаючи наявність поверхонь, які дозволяють точно встановлювати основні базові елементи, застосування пристосувань для вантажопідйомних механізмів і використання механізованого монтажного інструменту.

Конструкція сівалки повинна передбачати мінімальну кількість точок змащення та регулювання, що дозволить забезпечити високий рівень технологічності під час експлуатації машини.

Також вона має бути розроблена таким чином, щоб заміна зношених або непридатних до роботи деталей відбувалася з мінімальними трудовими витратами, при цьому забезпечуючи зручність та ефективність ремонтних робіт.

Умови експлуатації, технічного обслуговування та ремонту:

Ґрунт для посіву овочевих культур повинен бути підготовлений згідно

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з ключових вимог, особливо при однонасінневому або гніздовому висіві овочевих культур, є ретельна передпосівна підготовка ґрунту, що забезпечує якісну сівбу та рівномірне загортання насіння на задану глибину. При цьому коефіцієнт варіації глибини загортання насіння не повинен перевищувати 20%.

Для ефективної роботи запропонованого висівного апарату насіння повинно пройти попередню механічну обробку (шліфування або дражування) та мати відповідну форму й рельєф поверхні. Лише за таких умов можна досягти необхідного рівня точності висіву — із забезпеченням коефіцієнта варіації розподілу насіння у межах 25–30%.

2.3. Пропозиції по удосконаленню конструкції вузлів, що підлягають до модернізації.

Об'єктом модернізації нами прийнято овочеву сівалку СУПО-6.

В механізмі змінних передач було замінено литий корпус на штамповувальну конструкцію. В результаті цього зменшилась металоємність КЗП, збільшилась зручність експлуатації, зросла надійність та довговічність вузла.

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На сівалці встановлено дискові маркери лівого та правого розташування, які створюють видимий слід на незасіяній частині поля, що дозволяє точно витримувати міжряддя та полегшує орієнтацію під час водіння агрегату. Підйом і опускання маркерів здійснюються за допомогою гідравлічного механізму, який керується безпосередньо з кабіни трактора.

3.1.3. Принцип дії сівалки.

Під час руху сівалки по полю з опущеними висівними секціями та увімкненим вентилятором, відбувається обертання дисків висівних апаратів. Вентилятор створює розрідження, яке через систему повітропроводів подається до підковоподібних камер висівних апаратів.

Насіння, яке завантажується у бункери, потрапляє до живильної (забірної) камери, де воно притягується до отворів диска під дією створеного розрідження. Під час обертання диск переносить насіння до нижньої частини корпусу апарата. Надлишкове насіння, що може випадково прилипнути до диска, зчищається спеціальними штирями вилкоподібного очищувача й повертається до живильної зони.

Коли отвори з насінням переходять із зони розрідження у зону атмосферного тиску, насіння примусово скидається спеціальним механізмом і потрапляє до борозни, сформованої сошником. Заднє прикочуюче колесо ущільнює ґрунт у рядку, забезпечуючи щільний контакт насіння з ґрунтом та сприяючи підведенню вологи до зони проростання.

Шлейфи, що слідують за прикочуючим колесом кожної секції, вирівнюють поверхню поля та формують мульчуючий шар ґрунту над посівним рядком.

3.2 Технологічні розрахунки

3.1 Технологічний розрахунок параметрів висівного апарата точного висіву.

Основними геометричними та кінематичними параметрами пневматичних висівних апаратів пневмомеханічної дії, що визначають

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість висіву, являються діаметр та кількість присмоктувальних комірок або отворів, потім колова швидкість висівного диска, а також спосіб видалення зайвого насіння та величина розрядження в камері.

Умови для вибору діаметра присмоктуючих отворів буде відсутня можливість попадання насіння в вакуум-камеру та заклинювання їх в отворах.

Виходячи з цього, діаметр отворів завжди обчислюють за наступною формулою:

$$d = (0,7 \div 0,8) \cdot b, \quad (3.1)$$

де: b – мінімальна ширина насіння, що висівається, згідно літературних даних середня товщина насіння баклажанів дорівнює 2,95 мм.

Тоді з рівняння (3.1) знайдемо діаметр отворів:

$$d = 0,75 \cdot 2,95 = 2,21 \text{ мм}$$

Приймаємо: діаметр комірок диска 2,4 мм.

Кількість присмоктуючих отворів на висівному диску залежить від кроку їх розташування, діаметра диска, колової швидкості барабана, заданого кроку посіву та швидкості руху сівалки.

При рівномірному розміщенні отворів мінімально допустимий крок між ними для забезпечення однонасіннєвого висіву визначається з урахуванням максимальної довжини насіння та необхідності надійного видалення надлишкових зерен.

Використовуючи наступну формулу обчислюємо мінімальний крок присмоктуючих отворів на висівному диску:

$$t_1 = 2 \cdot a - d, \quad (3.2)$$

де: a – максимальна довжина насіння овочевих культур. Враховуючи, що максимальна довжина насіння баклажанів дорівнює 5,6 мм згідно джерел, тому значення підставляємо до даної формули:

$$t_1 = 2 \cdot 5,6 - 2,4 = 8,8 \text{ мм}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР 00.000 ПЗ

його приймаємо 0,05.

З рівняння (3.3) отримаємо мінімальне та максимальне значення передаточних відношень при сівбі насіння баклажанів:

$$i_{\min} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{см.к}}}{l_{\min} \cdot Z \cdot (1 - E)} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,241}{0,30 \cdot 40 \cdot 0,95} = \frac{1,513}{5,7} = 0,132$$

$$i_{\max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{см.к}}}{l_{\max} \cdot Z \cdot (1 - E)} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,241}{0,15 \cdot 40 \cdot 0,95} = \frac{1,513}{5,7} = 0,267$$

3.2 Вибір об'єму бункера для насіння

Об'єм бункера підбираємо з умови забезпечення роботи овочевої сівалки без дозаправки насіння на заданій ділянці поля при максимальній нормі сівби.

Для серійних сівалок об'єм бункера обчислюємо за формулою:

$$V_{\text{б}} = \frac{(1,1 \div 1,18) \cdot L \cdot B \cdot U}{\gamma_{\text{бакл.}} \cdot 10^4}, \quad (3.4)$$

де: L – довжина шляху, що проходить овочева сівалка. Він становить

$$L = l \times n = 2000 \times 8 = 16000 \text{ м,}$$

де: l – довжина потрібного гону, що дорівнює $l = 2000$ м;

n – кількість встановлених гонів, вони становлять $n = 8$;

$\gamma_{\text{бакл.}}$ – значення об'ємної маси насіння баклажанів, $\gamma_{\text{бакл.}} = 600 \text{ кг/дм}^3$

при абсолютній масі $\delta = 5$;

B – ширина захвату овочевої сівалки, приймаємо $B = 5,6$ м.;

U – норма висіву насіння баклажанів.

Розраховуємо кількість гнізд на один погонний метр:

$$N = \frac{10^4}{0,7} = 95238;$$

Обчислюємо норму висіву насіння баклажанів:

$$U = \frac{N \cdot \delta}{10^6} = \frac{476190 \cdot 5}{10^6} = 2,38$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР 00.000 ПЗ

4.1.1. Проведемо кінематичний розрахунок для мінімальної норми висіву насіння баклажанів.

$$i_{заг.мин} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 = 0,132$$

Приймаємо значення $i_1 = 1,4$ та відповідно тоді $Z_1 = 10$.

Тепер встановлюємо кількість зубів на другій зірочці:

$$Z_2 = \frac{Z_1}{i_1} = \frac{10}{1,4} = 7,14$$

Приймаємо: $Z_2 = 7$ та відповідно уточнюємо значення передаточного відношення i_1 :

$$i_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{10}{7} = 1,43$$

Обчислюємо частоту обертання на II валу овочевої сівалки:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1,$$

$$\text{де: } n_1 = n_{хк} = \frac{60 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 1,66}{3,14 \cdot 0,482} = 65,8 \text{ об/хв.}$$

Отже, визначаємо частоту обертання другого валу:

$$n_2 = 65,8 \cdot 1,43 = 94,1 \text{ об/хв.}$$

Задаємося значенням $i_2 = 0,6$ та відповідно $Z_3 = 16$.

Тепер встановлюємо кількість зубів на четвертій зірочці:

$$Z_4 = \frac{Z_3}{i_2} = \frac{16}{0,6} = 26,6$$

Таким чином, приймаємо: $Z_4 = 27$ та знову уточнюємо значення для i_2 :

$$i_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{16}{27} = 0,59$$

Обчислюємо кількість обертів на III валу механізму привода за формулою:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 94,1 \cdot 0,59 = 55,5 \text{ об/хв.}$$

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер задаємося значенням $i_3 = 0,8$ та відповідно $Z_5=15$.

Встановлюємо кількість зубів на шостій зірочці:

$$Z_6 = \frac{Z_5}{i_3} = \frac{15}{0,8} = 18,7$$

Приймаємо: $Z_6 = 19$.

Припускаємо та уточнюємо значення передаточного відношення для i_3 :

$$i_3 = \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{15}{19} = 0,78$$

Розраховуємо частоту обертання на IV валу механізму привода даної сівалки:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 55,5 \cdot 0,78 = 43,3 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо: $i_4 = 0,5$ та відповідно $Z_7=7$.

Встановлюємо кількість зубів на восьмій зірочці:

$$Z_8 = \frac{Z_7}{i_4} = \frac{7}{0,5} = 14$$

Встановлюємо частоту обертання зірочки на V валу механізму привода:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 43,3 \cdot 0,5 = 21,7 \text{ об/хв.}$$

Далі, приймаємо: $i_5 = 0,5$ та відповідно $Z_9=7$.

Встановлюємо кількість зубів на десятій зірочці:

$$Z_{10} = \frac{Z_9}{i_5} = \frac{7}{0,5} = 14$$

Розраховуємо частоту обертання зірочки на VI валу механізму привода:

$$n_6 = n_5 \cdot i_5 = 21,7 \cdot 0,5 = 10,8 \text{ об/хв.}$$

Величину останнього значення передаточного відношення для того, щоб забезпечити потрібну величину загального передаточного відношення, встановлюємо розрахунковим шляхом, а саме:

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_6 = \frac{i_{заг}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5} = \frac{0,132}{1,43 \cdot 0,59 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 0,782$$

Задаємося $Z_{11}=13$.

$$\text{Тоді } Z_{12} = \frac{Z_{11}}{i_6} = \frac{13}{0,782} = 16,6$$

Отже, приймаємо: $Z_{12}=16$.

Уточнюємо значення для передаточного відношення i_6 :

$$i_6 = \frac{Z_{11}}{Z_{12}} = \frac{13}{16} = 0,813$$

Проведемо перевірку правильності виконаних обчислень. Для цього визначимо різницю між потрібною кількістю обертів валу висівного апарата (вал VII) та фактичним значенням обертів валу висівного апарата.

Встановлюємо необхідні оберти валу висівного апарата за наступною формулою:

$$n_7 = n_{x.k} \cdot i_{заг.min} = 65,8 \cdot 0,132 = 8,68 \text{ об/хв.}$$

І на решті, фактичні оберти висівного диску становлять:

$$n_{7ф} = n_6 \cdot i_6 = 10,8 \cdot 0,813 = 8,7 \text{ об/хв.}$$

Проведемо визначення показника відхилення:

$$\Delta = \frac{n_{7ф} - n_7}{n_7} \cdot 100\% = \frac{8,7 - 8,68}{8,68} \cdot 100\% = 0,23\%$$

Величина різниці (відхилення) фактичних обертів висівного диску від потрібних дуже невелика (допускається до 5%), що свідчить про високу точність виконаних обчислень.

4.1.2. Проводимо кінематичний розрахунок для максимальної норми висіву насіння баклажанів.

$$i_{заг.max} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 = 0,266$$

Задаємося значенням $i_1 = 1,4$ та відповідно $Z_1=10$.

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_2 = \frac{Z_1}{i_1} = \frac{10}{1,4} = 7,14$$

Приймаємо: $Z_2=7$ і уточнюємо величину передаточного відношення для i_1 :

$$i_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{10}{7} = 1,43$$

Обчислюємо частоту обертання зірочки на II валу:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1,$$

$$\text{де: } n_1 = n_{\text{хк}} = \frac{60 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 1,66}{3,14 \cdot 0,482} = 65,8 \text{ об/хв.}$$

Таким чином, $n_2 = 65,8 \cdot 1,43 = 94,1$ об/хв.

Задаємося значенням $i_2 = 1,05$ та відповідно $Z_3=22$.

$$Z_4 = \frac{Z_3}{i_2} = \frac{22}{1,05} = 20,95$$

Приймаємо: $Z_4 = 21$ та уточнюємо значення передаточного відношення для i_2 :

$$i_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{22}{21} = 1,047$$

Розраховуємо частоту обертання зірочки на III валу механізму привода:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 94,1 \times 1,047 = 98,5 \text{ об/хв.}$$

Задаємося значенням $i_3 = 0,9$, та відповідно $Z_5=16$.

Тоді кількість зубів на шостій зірочці становитиме:

$$Z_6 = \frac{Z_5}{i_3} = \frac{16}{0,9} = 17,8$$

Приймаємо: $Z_6 = 18$ та проводимо уточнення стосовно значення i_3 :

$$i_3 = \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{16}{18} = 0,88$$

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цього встановимо різницю між потрібними обертами валу висівного апарата (вал VII) та фактичними обертами валу висівного апарата.

Потрібні оберти валу висівного апарата мають становити:

$$n_7 = n_{x.k} \cdot i_{заг.мах} = 65,8 \cdot 0,266 = 17,5 \text{ об/хв.}$$

Таким чином, фактичні оберти валу висівного апарата становлять:

$$n_{7\phi} = n_6 \cdot i_6 = 21,67 \cdot 0,807 = 17,48 \text{ об/хв.}$$

І нарешті, показник відхилення між цими величинами становитиме:

$$\Delta = \frac{n_{7\phi} - n_7}{n_7} \cdot 100\% = \frac{17,5 - 17,48}{17,48} \cdot 100\% = 0,11\%$$

Величина різниці (відхилення) фактичних обертів валу висівного апарата від потрібних дуже невелика (допускається до 5%), що свідчить про високу точність виконаного обчислення.

4.2. Силовий розрахунок механізму приводу

Силовий розрахунок потрібно проводити, виходячи з максимального можливого крутного моменту, що може розвинути опорно-приводне колесо вибраної сівалки.

Крутний момент становить:

$$M_{кр} = \frac{d}{2} \cdot R_{крут} = 0,06 \cdot 60 = 3,6 \text{ Н м}$$

де: d – діаметр висівного диска пневмомеханічного апарата, що становить $d=120$ мм.

Обертальний момент на будь-якому валу механізму приводу буде становити:

$$M_{j-1} = \frac{M_j \cdot i_{j-1}}{\eta_j},$$

де: η_j - ККД передачі, що дорівнює добутку проміжних пар передач;

i_j - значення передаточного відношення до розрахункового валу.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР 00.000 ПЗ

Проведемо обчислення крутного моменту для мінімальної норми висіву овочевих культур:

$$M_{VI} = \frac{M_{VII} \cdot i_6}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{3,6 \cdot 0,812}{0,93 \cdot 0,99} = 3,17 \text{ Н м}$$

$$M_V = \frac{M_{VI} \cdot i_5}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{3,17 \cdot 0,5}{0,93 \cdot 0,99} = 1,71 \text{ Н м}$$

$$M_{IV} = \frac{M_V \cdot i_4}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{1,71 \cdot 0,5}{0,93 \cdot 0,99} = 0,92 \text{ Н м}$$

$$M_{III} = \frac{M_{IV} \cdot i_3}{\eta_3 \cdot \eta_{n.k}} = \frac{0,92 \cdot 0,8}{0,93 \cdot 0,99} = 0,79 \text{ Н м}$$

$$M_{II} = \frac{M_{III} \cdot i_2}{\eta_3 \cdot \eta_{n.k}} = \frac{0,79 \cdot 0,59}{0,93 \cdot 0,99} = 0,51 \text{ Н м}$$

$$M_I = \frac{M_{II} \cdot i_1}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{0,51 \cdot 1,43}{0,93 \cdot 0,99} = 0,8 \text{ Н м}$$

Проведемо обчислення крутного моменту для максимальної норми висіву овочевих культур:

$$M_{VI} = \frac{M_{VII} \cdot i_6}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{3,6 \cdot 0,812}{0,93 \cdot 0,99} = 3,17 \text{ Н м}$$

$$M_V = \frac{M_{VI} \cdot i_5}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{3,17 \cdot 0,5}{0,93 \cdot 0,99} = 1,72 \text{ Н м}$$

$$M_{IV} = \frac{M_V \cdot i_4}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{1,72 \cdot 0,5}{0,93 \cdot 0,99} = 0,93 \text{ Н м}$$

$$M_{III} = \frac{M_{IV} \cdot i_3}{\eta_3 \cdot \eta_{n.k}} = \frac{0,93 \cdot 0,88}{0,93 \cdot 0,99} = 0,88 \text{ Н м}$$

$$M_{II} = \frac{M_{III} \cdot i_2}{\eta_3 \cdot \eta_{n.k}} = \frac{0,88 \cdot 1,047}{0,93 \cdot 0,99} = 1,0 \text{ Н м}$$

$$M_I = \frac{M_{II} \cdot i_1}{\eta_n \cdot \eta_{n.k}} = \frac{1,0 \cdot 1,43}{0,93 \cdot 0,99} = 1,55 \text{ Н м}$$

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Визначення повздовжньої стійкості агрегату.

4.3.1. Розрахунок агрегату з колісним трактором ЮМЗ-6.

g_{mp} - робоча швидкість, що становить 6 км/год;

Марка колісного трактора ЮМЗ-6

$$G = 34,86 \text{ кН};$$

$$a = 0,812 \text{ м};$$

$$h = 0,95 \text{ м};$$

$$P_n = 11,4.$$

Сила ваги овочевої сівалки СУПО-6

$$G_H = 8,4 \text{ кН};$$

$$a_H = 2,12 \text{ м}.$$

Обчислимо коефіцієнт запасу повздовжньої стійкості:

$$X_H = G_H \cdot \frac{a_H}{G \cdot a} = 3,3 \cdot \frac{2,12}{34,86 \cdot 0,812} = 0,25$$

де: G_H - сила ваги овочевої сівалки, кН;

a_H - повздовжня координата центра ваги, м;

G - сила ваги колісного трактора, кН;

a - значення повздовжньої координати у. в. трактора відносно вісі ведучих коліс, м.

$X_H \leq 0,4$, тобто $0,25 < 0,4$ - умова виконується, що свідчить про стійке положення посівного агрегату.

Після вибору трактора, перевіряємо навантаження на колеса, як на передні так і на задні.

Спочатку навантаження на передні колеса трактора ЮМЗ-6.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.1. Розрахунок на міцність вхідного валу КЗП

Вихідні дані до розрахунків:

$$M_{кр} = 3,6 \text{кН} \cdot \text{м} = 3600 \text{Н} \cdot \text{м}$$

$Z_7 = 7$ - кількість зубів на зірочці, що встановлена на валу.

$$n_2 = 85,2 \text{об} / \text{хв}$$

$$i_2 = 1,047$$

$$M_{II} = 1,0 \text{кН} \cdot \text{м} = 1000 \text{Н} \cdot \text{м}$$

$$a = 75 \text{мм}$$

$$b = 75 \text{мм}$$

$$c = 60 \text{мм}$$

$$t = 31,76 \text{мм}$$

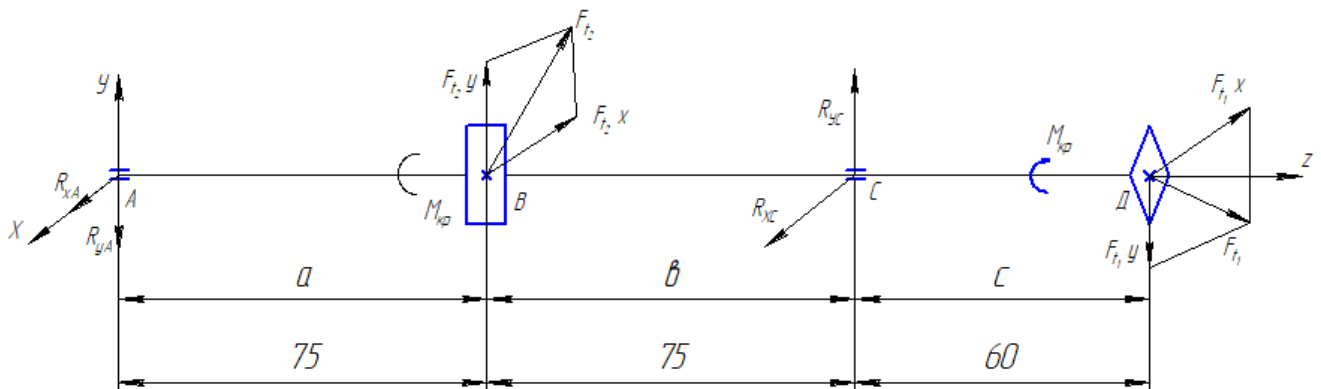


Рис. 4.2 Схема навантаження валу коробки змінних передач.

Обчислюємо величину колового зусилля:

$$F_{t_1} = \frac{2 \cdot M_{II}}{d_g};$$

де: d_g - дільний діаметр, що знаходиться за наступною формулою:

$$d_g = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_7}};$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР 00.000 ПЗ				

Підставляємо значення та визначаємо ділильний діаметр:

$$d_g = \frac{31,76}{\sin \frac{180^\circ}{7}} = \frac{31,76}{0,39} = 81,6 \text{ мм}$$

Отже, колове зусилля для ланцюгової передачі становитиме:

$$F_{t_1} = \frac{2 \cdot 1000}{81,6} = 24,51 \text{ Н}$$

Тепер обчислюємо радіальне зусилля, що діє на вхідний вал коробки передач:

$$F_{t_2} = \frac{2 \cdot M_{kp}}{d_g} = \frac{2 \times 3600}{81,6} = 88,2 \text{ Н}$$

Навантаження, що діє на вал для передач, нахилених до горизонту до 40° , приймаємо наступне:

$$R = (1,15 \dots 1,20) \cdot F_{t_1} = 1,15 \cdot 24,5 = 28,1 \text{ Н}$$

Визначаємо необхідну потужність за такою формулою:

$$N = \frac{F_{t_1} \cdot \mathcal{G}}{1000};$$

де: \mathcal{G} – швидкість руху ланцюга, яку визначаємо за виразом:

$$\mathcal{G} = \frac{Z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000};$$

де: Z – встановлене число зубців;

n – значення частоти обертання зірочки, хв^{-1} ;

t – крок ланцюга, мм.

Підставляємо до виразу відомі параметри та визначаємо швидкість руху ланцюга:

$$\mathcal{G} = \frac{7 \cdot 85,2 \cdot 31,76}{60 \cdot 1000} = 0,32 \text{ м/с}$$

Отже:

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

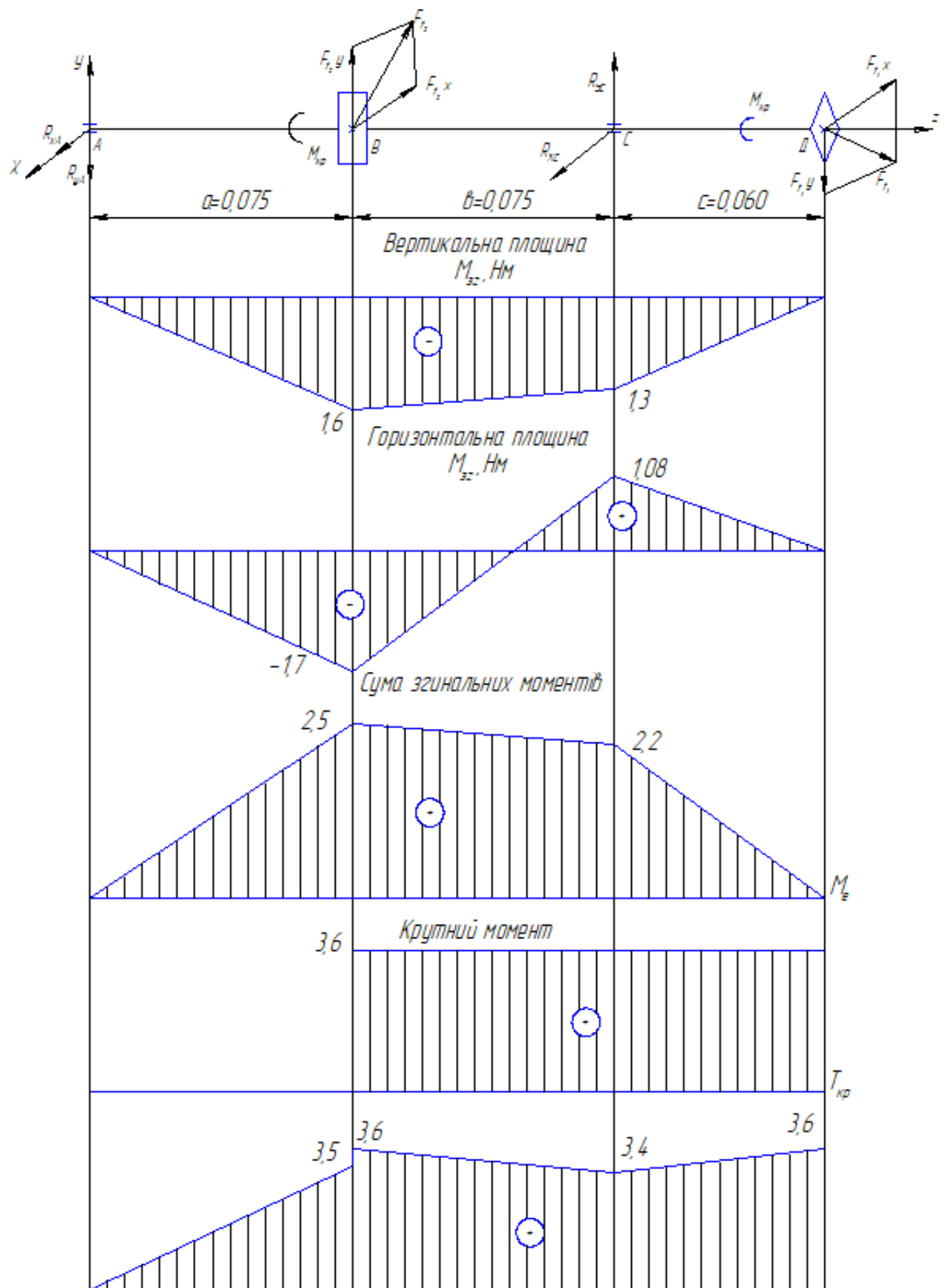


Рис. 4.4 Схема сил та моментів, що діють на вхідний вал КЗП.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 00.000 ПЗ

Арк.

Згідно літературних джерел для ст. 5 та діаметру заготовки, що має такі параметри $d = 20 \div 40$ мм, $\sigma_T = 280$ мПа.

Відповідно, умови міцності для валу коробки змінних передач виконуються, оскільки $\sigma_{екв.мах} \leq [\sigma_{екв}]$, тобто $5 мПа \leq 224 мПа$.

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі розглянута універсальна пневматична овочева сівалка марки СУПО-6, що призначена для точного пунктирного і гніздового посіву насіння помідорів, капусти, перцю, баклажанів, огірків, кабачків та інших на рівній поверхні та грядках, а також для рядової сівби насіння столових коренеплодів, цибулі та зелених культур. Також описано будову, принцип дії та виконання технологічного процесі. Дана робота спрямована на покращення надійності окремих вузлів сівалки.

Саме тому в конструкторській частині, в механізмі змінних передач було замінено литий корпус на штамповувальну конструкцію. В результаті цього зменшилась металоємність КЗП, збільшилась зручність експлуатації, зросла надійність та довговічність вузла. Зроблені відповідні розрахунки: технологічний, кінематичний, силовий та розрахунок на міцність вхідного валу КЗП.

Дана модернізація позитивно вплинула на кінцевий результат, що свідчить про доцільність виконання даної роботи.

					<i>БР 00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТКИ

