

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

«Удосконалення конструкції висівного апарата пневмомеханічної дії для просапної сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти ІІ курсу,  
групи ГМ-23М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве

машинобудування»

\_\_\_\_\_ Чернега Максим Вікторович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Руслан КІСІЛЬОВ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

\_\_\_\_\_ Микола МОРОЗ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

м. Кропивницький

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание														
1																				
2			<u>Загальна документація</u>																	
3																				
4			<u>Знову розроблена</u>																	
5																				
6	A4	MP 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1																
7																				
8			<u>Документація по</u>																	
9			<u>науковій частині</u>																	
10																				
11			<u>Знову розроблена</u>																	
12																				
13	A1	УПС 00.001 Н	Класифікація висівних апаратів	1																
14																				
15	A1	УПС 00.002 Н	Конструкція висівних апаратів	1																
16																				
17			<u>Документація по</u>																	
18			<u>інженерній частині</u>																	
19																				
20			<u>Знову розроблена</u>																	
21																				
22	A0	УПС 00.000 СБ	Універсальна сівалка УПС-8	1																
23																				
24	A1	УПС 00.020 СБ	Висівний апарат	1																
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em; margin: 0;">MP 00.000 ВП</p> </div>																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																
Инв. № подл.	Разраб.	Чернега			Відомість проекту	Лист	Лист	Листов												
	Проб.	Кісільов					1	2												
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ,														
	Утв.	Василькобський				гр. ГМ-23М-11														

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			<u>Документація по</u>			
2			<u>деталях</u>			
3						
4			<i>Знову розроблена</i>			
5						
6	A2	УПС 00. 020. 401	Диск	1		
7						
8	A3	УПС 00. 020. 601	Вал	1		
9						
10	A2	УПС 00. 020. 001	Прокладка	1		
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

№ строки  
 Формат  
 Обозначение  
 Наименование  
 Кол. листов  
 № экз.  
 Примечание

Изд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	МР 00.000 ВП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.		Дата

Копировал

Формат А4

# ЗМІСТ

стор.

1. Вступ.....	
2. Наукова частина.....	
3. Інженерна частина.....	
4. Охорона праці.....	
5. Обґрунтування економічної ефективності.....	
6. Висновки.....	
Список літератури.....	
Додатки.....	

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

## ВСТУП

Україна сьогодні впевнено зміцнює свої позиції як провідна аграрна держава. Завдяки родючим ґрунтам країна має всі передумови для нарощування обсягів виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. Орні землі займають понад 35 млн га, більшість із яких – чорноземи, що створює сприятливі умови для стабільного зростання врожайності сільськогосподарських культур. Вітчизняні та іноземні селекціонери активно працюють над виведенням нових сортів і гібридів. Завдяки впровадженню високоврожайних сортів аграрії отримують стабільно високі врожаї: зернові культури – 80-120 ц/га, цукрові буряки – 500-600 ц/га, кукурудза на зерно – понад 100 ц/га, соняшник – 30-50 ц/га.

Важливою умовою отримання стабільно високих врожаїв є наявність сучасної техніки та обладнання, які забезпечують усі етапи вирощування сільськогосподарських культур. Варто зазначити, що розробка й удосконалення посівної техніки є безперервним процесом, спрямованим на вдосконалення конструкцій сівалок з урахуванням сучасних технологій сівби. Це не лише сприяє підвищенню продуктивності посівних агрегатів, а й зменшує трудомісткість робіт.

Сьогодні для висіву просапних культур застосовують різні технології, відповідно до яких обирається й техніка. Класична технологія передбачає пунктирний спосіб висіву, що реалізується за допомогою як імпортних пневматичних сівалок, так і вітчизняних моделей, зокрема СУПН-8, СУПН-8А, УПС-6, УПС-12, з міжряддям 70 см.

Для отримання високих урожаїв просапних культур, таких як соняшник і кукурудза, необхідне обов'язкове внесення мінеральних добрив у відповідних нормах під час сівби. Вибір посівної техніки відіграє ключову роль, адже основними критеріями є точність висіву, якість загортання насіння та надійність конструкції.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Чернега</i>			<b>Вступ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кісільов</i>						2
<i>Реценз.</i>						<i>ЦНТУ, зр. ГМ-23М-1.1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>						

Аграрії заздалегідь звертають увагу на робочі органи сівалок, зокрема на механізм дозування, конструкцію висівного апарату, сошників та прикочувальних котків.

Безперервне вдосконалення посівних машин спрямоване на кілька основних аспектів, це:

- підвищення рівномірності розподілу насіння та добрив між сошниками;
- забезпечення максимальної точності висіву як за глибиною, так і за довжиною рядка;
- збільшення місткості бункерів для насіння й добрив, що дозволяє скоротити час на заправку;
- швидке переведення широкозахватних агрегатів у транспортне положення для зручності їхнього переміщення на досить великі відстані.

Дана дипломна робота, враховуючи описані вище аспекти, є актуальною і спрямована на вдосконалення конструкції висівного апарату з обґрунтуванням основних його параметрів.

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

## 2. НАУКОВА ЧАСТИНА

### 2.1. Літературний огляд та аналіз конструкції сівалок для висіву просапних культур.

#### 2.1.1. Тенденції створення та розвиток робочих органів просапних сівалок з різними висівними системами.

До сівалок просапного типу належать кукурудзяні, бурякові, бавовняні та інші види. Залежно від способу агрегування вони можуть бути начіпними або причіпними, що особливо актуально в умовах активного впровадження широкозахватних комплексів.

Одним із найпоширеніших представників цього класу є вітчизняна сівалка СУПН-8, яка зображена на рисунку 2.1, та її модифікації, виробництво яких розпочалося ще в 1980-х роках. Конструкція цих машин ретельно продумана, особливо щодо елементів посівної секції та висівного апарату. Робочі органи розташовані на рамі в один ряд, що забезпечує зручне регулювання міжряддя та глибини загортання насіння, а також швидке налаштування секцій.

Деякі моделі передбачають розташування посівних секцій у два або більше рядів. Завдяки паралелограмній підвісці кожна секція може незалежно копіювати рельєф поля, що сприяє рівномірному загортанню насіння у вологий ґрунт на задану глибину. Така конструкція гарантує високу якість висіву та оптимальні умови для проростання просапних культур.

Сівалка СУПН-8 призначена для пунктирного висіву насіння з одночасним внесенням мінеральних добрив, переважно гранульованих. Вона забезпечує стабільний і широкий спектр висіву практично всіх просапних культур.

Основні переваги цієї сівалки:

- пневмомеханічний висівний апарат, що гарантує точний пунктирний висів насіння;

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



виникати пропуски та «двійники» - ситуації, коли два насінини одночасно потрапляють у ґрунт замість однієї. Це порушує агротехнічні вимоги до сівби, а також негативно впливає на рівномірність сходів і майбутні врожаї.

Причіпна закордонна сівалка марки «Optima», що зображена на рисунку 2.2, є однією з найпоширеніших у своєму класі. Вона зазнала численних удосконалень, тому існує декілька її модифікацій. Ця сівалка забезпечує високоточний висів просапних культур із одночасним внесенням добрив, що значно підвищує ефективність польових робіт.

Основні характеристики «Optima»:

Робоча ширина захвату становить 5,6 м, потім об'єм бункера для добрив – 2000 л, електропривод висівних центрів e-drive II, що забезпечує точність висіву.

Переваги сівалки:

- можливість висіву просапних культур із міжряддям 70/75/76 см;
- повністю інтегрована система внесення добрив;
- сумісність із технологіями точного землеробства;
- можливість агрегування з тракторами МТЗ-80/82, що робить її доступною для українських аграріїв.

Проте сівалка має і суттєвий недолік: а саме, на полях із різними фізико-механічними властивостями ґрунтів її якісні показники при операції сівби значно погіршуються. Це створює необхідність у додатковій передпосівній культивуванні, що збільшує витрати часу та ресурсів.

Аналіз сучасного ринку посівної техніки показує, що за останні 5–10 років значно зріс інтерес і попит на універсальні сівалки, оскільки вони дозволяють працювати за ресурсозберігаючими технологіями.

Сьогодні ця тенденція стає не лише загальною, а й глобальною - спостерігається поступовий перехід від традиційних методів сівби до мінімальної та нульової технологій. У відповідь на цей запит провідні виробники сільськогосподарської техніки розробляють та впроваджують

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



Такий широкий спектр додаткових робочих органів надає можливість фермерам використовувати індивідуальний підхід, враховуючи особливості ґрунтів на власних полях.

Далі, основні робочі органи сівалки John Deere передбачають використання їх у досить складних умовах сівби. Тому всі моделі секцій мають потужну конструкцію, що дозволяє стабілізувати рух робочих елементів на заданій глибині.



Рис. 2.3. Сівалка John Deere DB55 при операції сівби.

Сівалка John Deere DB55 розроблена для точного та якісного висіву кукурудзи, соняшника та інших просапних культур. Вона забезпечує одночасне внесення як сипких мінеральних, так і рідких добрив, що підвищує ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Основні особливості конструкції:

Оснащена 24-ма висівними секціями марки Max Emerge 5 із паралелограмною підвіскою, при цьому відбувається активне копіювання рельєфу, а сошники, в свою чергу, забезпечують стабільний контакт насіння

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

із ґрунтом. Сівалка переважно працює на сівбі з міжряддям 70 см. Обладнана відсікачем насіння з числовим модульним індикатором, який запобігає утворенню «двійників» та сприяє рівномірному розподілу насіння.

Використовуються в конструкції висівні диски марки ProMAX 40, які забезпечують чітку траєкторію руху насіння та його точне укладання в борозну.

Система дозування марки VacuMeter показана на рисунку 2.4. Вона встановлена на секціях Max Emerge 5, працює за принципом вакуумного всмоктування. Завдяки цьому забезпечується висока точність подачі насіння до насіннепроводу, що є стандартним і характерним рішенням для сівалок точного висіву компанії John Deere.



Рис. 2.4. Система дозування марки Vacu Meter

Сівалки, що працюють за ресурсозберігальними технологіями, оснащені очисниками рядка. Вони забезпечують ефективне видалення рослинних залишків у зоні майбутнього рядка. Дисковий ніж, відомий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 00.000 ПЗ

Арк.

як «турбодиск», надійно розрізає пожнивні рештки та частково відкидає їх у сторони, що створює умови для безперешкодного проходження сошника та укладання насіння в борозну. Сошник має цілісну конструкцію, адаптовану до різних типів ґрунту, і виготовлений із ковкого чавуну, що забезпечує його високу міцність.

Як уже зазначалося, під час роботи посівної техніки ключовим фактором відповідно до агротехнічних вимог є якісне внесення насіння та добрив із подальшим надійним їх загортанням, що передбачено конструкцією робочих органів сівалки. Саме тому при виборі відповідної моделі покупці звертають особливу увагу на механізм дозування, тип сошника, загортальні елементи та прикочувальні котки.



Рис. 2.5. Універсальна пневматична сівалка марки Gaspardo SP-8

Універсальна пневматична сівалка Gaspardo SP, що зображена на рисунку 2.5, представляє нове покоління точних універсальних сівалок, призначених для висіву всіх типів насіння на оброблених ґрунтах за класичною технологією. Вона є результатом напрацювань компанії Gaspardo.

Ключовою особливістю цієї моделі є модульний принцип конструкції,

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

який поєднує інноваційність із простотою як у технічному виконанні, так і в експлуатації. Сівалки Gaspardo SP забезпечують точний і ефективний висів усіх просапних культур, гарантуючи високу надійність у роботі. Крім того, ця модель оснащена системою внесення мінеральних добрив та контролером висіву, що підвищує її функціональність та продуктивність.



Рис. 2.6. Посівні секції сівалки марки Gaspardo SP-8 з додатковими робочими елементами

Невелика висота падіння насіння в поєднанні з селектором дозволяє легко та точно налаштувати процес висіву, а спеціальне колесо регулює глибину ходу сошника. Завдяки цьому забезпечується максимально точний висів відповідно до заданої норми та глибини.

Майбутні розробки та вдосконалення посівної техніки відомих виробників спрямовані на покращення рівномірного розподілу насіння та добрив між сошниками, а також на підвищення точності сівби за глибиною. Крім того, пріоритетними напрямками розвитку є збільшення місткості бункерів для насіння й добрив, а також удосконалення механізмів переведення широкозахватних комплексів у транспортне положення, що спрощує їхнє транспортування та зберігання.

## 2.2. Обґрунтування напрямку вдосконалення.

Різні підходи до технології вирощування кукурудзи та інших просапних культур вимагають ухвалення зважених рішень щодо процесу сівби. Перспективним напрямком є розробка та вдосконалення широкозахватних машин, призначених для класичної, прямої та no-till сівби

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

різних культур. Такі агрегати зазвичай оснащені пневматичними висівними апаратами та системами внесення добрив - як гранульованих, так і рідких.

Уся посівна техніка, що пропонується аграріям, має відповідати двом ключовим критеріям: високій продуктивності посівного комплексу та точності висіву.

Тому метою дипломної роботи є підвищення ефективності висіву насіння кукурудзи шляхом забезпечення надійної та якісної роботи елементів висівної системи.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- обґрунтування схеми просапної сівалки з вдосконаленою конструкцією висівного апарату;
- визначення конструктивних параметрів висівного насінневого диска;
- оцінка економічної ефективності вдосконаленої конструкції висівної системи.

На основі аналізу існуючих конструкцій сівалок для подальших розрахунків об'єктом дослідження обрано процес сівби насіння просапних культур із використанням пневмомеханічного висівного апарату сівалки УПС-8, а предметом - висівний апарат просапної сівалки.

Сучасний аграрний ринок пропонує широкий вибір посівної техніки. Власники малих фермерських господарств та одноосібники, які мають обмежені фінансові можливості та невеликі площі орних земель, зазвичай віддають перевагу вітчизняним аналогам сівалок у поєднанні з тракторами МТЗ-80/82. Для таких аграріїв використання імпортних широкозахватних посівних комплексів є економічно недоцільним, що робить застосування сівалки УПС-8 актуальним рішенням.

На початку ХХІ століття завод «Червона зірка» розпочав виробництво нової сівалки УПС-8 «Веста 8», що зображена на рисунку 2.7. Її попередники, зокрема моделі СУПН-8 та їх модифікації, морально застаріли.

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







Сила  $F_n$  залежить від величини сформованого розрідження. На формування потоку впливає конструкція вентилятора, який створює цей потік у зоні вакуумної камери.

Тому більшість обчислень зводяться до визначення значення величини розрідження для трьох різних випадків. Розглянемо досконально такі випадки:

-по-перше, насінина знаходиться на достатній відстані від присмоктувальної комірки встановленого висівного диска:

$$\Delta H_1 = \frac{\left[ 1 + 0,8 \cdot \left( \frac{d_c}{2 \cdot d_o} \right)^{-1,4} \right] \cdot \psi_{II} \cdot g_{кр.}^2 \cdot (T - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{1,15 \cdot \left( \frac{2 \cdot d_c}{d_o} \right)^{-2,8} \cdot \mu^2 \cdot q \cdot d_o}, \quad (2.1)$$

Прикладемо сили, що діють на насінину в вакуумній камері і зобразимо це на рисунку 2.10.

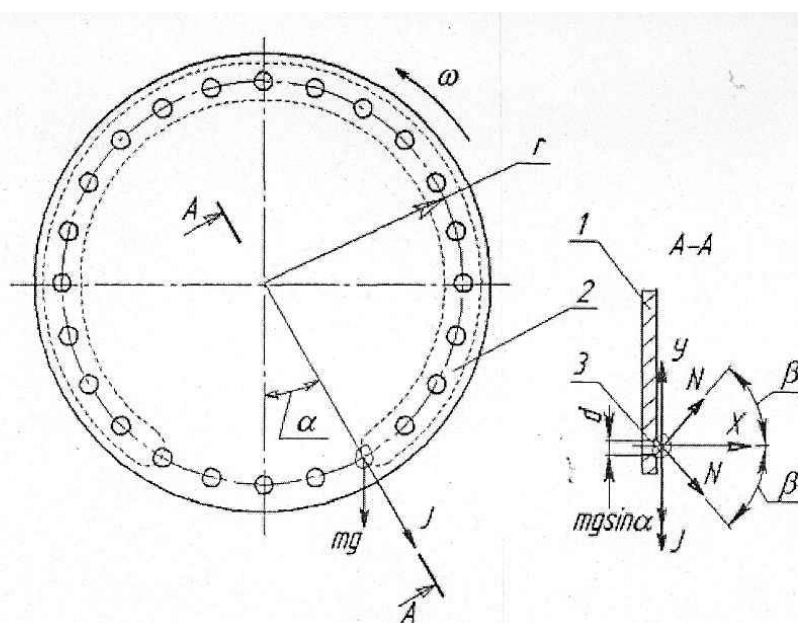


Рис. 2.10. Схема діючих сил на насінину, що присмокталася до комірки встановленого диску:

- 1 – конструкція висівного диску; 2 – вакуумна камера;
- 3 – насінина, що присмокталась до комірки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 00.000 ПЗ

Арк.





$$\Delta H_3 = \frac{m \cdot g \cdot (T - \sin \alpha)^3 \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{\pi \cdot d_o^3} =$$

$$= \frac{0,0018 \cdot 9,81 \cdot (0,7 - \sin 30^\circ)^3 \cdot \sqrt{0,0021^2 - 0,0022^2}}{3,14 \cdot 0,0022^3} = 4795 \text{ Па}$$

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





пневмосистемі сівалки в діапазоні 2500–5000 Па. Його привід працює від ВВП трактора з частотою обертання 540 об/хв, а передача крутного моменту здійснюється через карданний вал.

Туковисівний апарат рівномірно розподіляє мінеральні добрива по обидві сторони бункера завдяки шнекам із лівою та правою навивками.

Туковисівний сошник формує борозну для точного укладання добрив у ґрунт.

Маркери залишають слід на незасіяній частині поля, забезпечуючи точне стикове міжряддя. Їхнє опускання в робоче положення та піднімання здійснюється гідروциліндром, керування яким відбувається безпосередньо з кабіни трактора.

### 3.3. Технологічні розрахунки

#### 3.3.1. Визначення об'єму насіннєвого бункера

Висівні апарати сівалки УПС-8 можуть висівати насіння різних просапних сільськогосподарських культур. Згідно встановленого завдання розрахунок місткості бункеру виконуємо для насіння кукурудзи. В такому випадку, абсолютна вага 1000 штук насіння становить 230 г.

Об'єм бункера ми вибираємо, по-перше, з умови достатньої тривалості роботи даної сівалки від заправки до заправки, по-друге, з умови оптимальної технологічної маси просапної сівалки. Саме це обумовлюється тим, що чим більші ємності бункера, тим вище матеріалоемність конструкції сівалки.

Об'єм бункера обчислюємо за формулою:

$$V_{\sigma} = \frac{(1,1 \dots 1,5) L \cdot B \cdot Q}{10^4 \cdot \psi_c}, \quad (3.1)$$

де:  $Q$  – норма висіву кукурудзи, кг/га

$$Q = 60 \text{ тис. шт./га} = 13,4 \text{ кг/га} = 13400 \text{ г/га};$$

$B$  – ширина захвату вдосконаленої сівалки, м. Вона є 5,6 м;

$\psi_c$  - об'ємна вага для кукурудзи та становить  $\psi_c = 730 - 870 \text{ г/дм}^3$ ,

приймаємо  $860 \text{ г/дм}^3$ ;

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



$\mathcal{G}_{oj}$  - чисельне значення для колової швидкості диска в центрах присмоктуючих комірок згідно  $j$ -ої норми висіву, м/с;

$d_o$  - чисельне значення діаметру кола диска, на якому розташовані присмоктуючі комірки, мм ( $d_o = 180$  мм);

$\mathcal{G}_c$  - чисельне значення швидкості даної сівалки, м/с  
( $\mathcal{G}_c = 9,7$  км/год.);

$T_o$  - чисельне значення комірок на конструкції висівного диску, шт.;

$a_{oj} = \frac{10^2}{q_{pj}}$  - чисельне значення для відстані між насінням кукурудзи

в висіяному рядку, см.

де:  $q_{pj}$  - чисельне значення, що враховує норму сівби кукурудзи, шт./п.м.

Отже:

- обчислюємо мінімальний показник відстані в рядку:

$$a_{o\min} = \frac{10^2}{q_{pj}} = \frac{10^2}{15} = 6,8 \text{ см} \quad (3.4)$$

- обчислюємо максимальний показник відстані в рядку:

$$a_{o\max} = \frac{10^2}{q_{pj}} = \frac{10^2}{8} = 12,4 \text{ см} \quad (3.5)$$

Потім обчислюємо мінімальне та максимальне значення частот обертання конструкції диску, об/хв.

$$n_{o\min} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot \mathcal{G}_c}{a_{oj} \cdot T_o} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 2,7}{12,5 \cdot 60} = 21,8 \text{ об/хв.} \quad (3.6)$$

$$n_{o\max} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot \mathcal{G}_c}{a_{oj} \cdot T_o} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 2,7}{6,8 \cdot 60} = 39,7 \text{ об/хв.} \quad (3.7)$$

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



Згідно виразу обчислюємо мінімальний та максимальний показники для передаточних співвідношень:

$$i_{заг. \min} = \frac{n_{\partial \min}}{n_{х.к.}} = \frac{21,8}{64} = 0,34 \quad (3.13)$$

$$i_{заг. \max} = \frac{n_{\partial \max}}{n_{х.к.}} = \frac{39,7}{64} = 0,62 \quad (3.14)$$

Підбираємо такі показники щодо кількості зубів на зірочках  $z_k$  у механізмі приводу за виразом 3.15:

$$i'_{заг.} = \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8} \quad (3.15)$$

де:  $i'_{заг.}$  - загальне передаточного відношення при виборі зірочок у встановленому механізмі приводу.

Отже:

$z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7$  - показник для кількості зубців на закріплених ведучих зірочках, шт.;

$z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8$  - показник для кількості зубців закріплених на ведених зірочках, шт.

Згідно вищевказаного виразу обчислюємо мінімальний та максимальний показники передаточних відношень:

$$i'_{заг \min.} = \frac{21 \cdot 21 \cdot 13 \cdot 13}{21 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 26} = 0,33 \quad (3.16)$$

$$i'_{заг \max.} = \frac{21 \cdot 12 \cdot 23 \cdot 13}{21 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 13} = 0,64 \quad (3.17)$$

Знаходимо нові значення частот обертання висівного диску  $n'_{\partial. j}$  та колової швидкості  $g'_{\partial j}$  при нових показниках обчисленого загального передаточного відношення  $i'_{заг. j}$ :

$$n'_{\partial. j} = n_{х.к.} \cdot i'_{заг. j} \quad (3.18)$$

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

$$g'_{oj} = \frac{\pi \cdot d_{\delta} \cdot n'_{oj}}{6 \cdot 10^4} \quad (3.19)$$

Отже:

$$n'_{\delta \cdot \min} = n_{x.k.} \cdot i'_{заг \cdot \min} = 64 \cdot 0,33 = 21,1 \text{ об/хв.} \quad (3.20)$$

$$n'_{\delta \cdot \max} = n_{x.k.} \cdot i'_{заг \cdot \max} = 64 \cdot 0,64 = 40,9 \text{ об/хв.} \quad (3.21)$$

Тепер відповідно обчислюємо мінімальний та максимальний значення для колової швидкості вставного диску:

$$g'_{\delta \cdot \min} = \frac{\pi \cdot d_{\delta} \cdot n'_{\delta \cdot \min}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 21,1}{6 \cdot 10^4} = 0,19 \text{ м/с,} \quad (3.22)$$

$$g'_{\delta \cdot \max} = \frac{\pi \cdot d_{\delta} \cdot n'_{\delta \cdot \max}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 40,9}{6 \cdot 10^4} = 0,38 \text{ м/с,} \quad (3.23)$$

Обчислюємо нові значення норм висіву для  $q'_{pj}$  при встановлених нових значеннях  $n'_{\delta \cdot j}$ :

$$q'_{pj} = \frac{K_{\delta} \cdot n'_{oj}}{60 \cdot g_c}$$

Таким чином, використовуючи вираз отримуємо:

$$q'_{p \cdot \min} = \frac{T_{\delta} \cdot n'_{\delta \cdot \min}}{60 \cdot g_c} = \frac{60 \cdot 21,1}{60 \cdot 2,7} = 7,8 \text{ шт./пог. м.} \quad (3.24)$$

$$q'_{p \cdot \max} = \frac{T_{\delta} \cdot n'_{\delta \cdot \max}}{60 \cdot g_c} = \frac{60 \cdot 40,9}{60 \cdot 2,7} = 15,1 \text{ шт./пог. м.} \quad (3.25)$$

Отже, нові чинники щодо відстані між сусідніми насінинами кукурудзи у рядку  $a'_{oj}$  при встановлених значеннях  $q'_{pj}$ :

$$a'_{o \cdot \min} = \frac{10^2}{q'_{pj}} = \frac{10^2}{15,1} = 6,6 \quad (3.26)$$

$$a'_{o \cdot \max} = \frac{10^2}{q'_{\max}} = \frac{10^2}{7,8} = 12,8 \quad (3.27)$$

Таким чином, що встановлена конструкція механізму привода повністю

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



Відповідно до схеми:

$$n_1 = n_{x.k.} = 64 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{64 \cdot 21}{21} = 64 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = \frac{n_2 \cdot z_3}{z_4} = \frac{64 \cdot 21}{19} = 70 \text{ об/хв.}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot z_5}{z_6} = \frac{70 \cdot 13}{23} = 39 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = \frac{n_4 \cdot z_7}{z_8} = \frac{39 \cdot 13}{26} = 19 \text{ об/хв.}$$

Далі: якщо  $q'_{p \max} = 15,1$  шт./пог. м., то тоді  $i'_{заг. \max} = 0,64$ .

Відповідно частоти обертання будуть дорівнювати:

$$n_1 = n_{x.k.} = 64 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{64 \cdot 21}{21} = 64 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = \frac{n_2 \cdot z_3}{z_4} = \frac{64 \cdot 12}{19} = 40 \text{ об/хв.}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot z_5}{z_6} = \frac{40 \cdot 23}{23} = 40 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = \frac{n_4 \cdot z_7}{z_8} = \frac{40 \cdot 13}{13} = 40 \text{ об/хв.}$$

### 3.5. Силловий розрахунок механізму привода до валу висівного апарата.

Проведемо обчислення максимального значення крутного моменту, що виникає від обертання ходового колеса даної сівалки:

$$M_{x.k.} = \frac{\chi \cdot G \cdot D_k}{2K}, \quad (3.29)$$

де:  $\chi$  - чинник, що характеризує зчеплення машини з ґрунтом ( $\chi = 0,4$ );

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





Дана умова виконується з великим запасом.

### 3.6. Енергетичний розрахунок

#### 3.6.1. Розрахунок вибору трактора з умови повздожньої стійкості агрегату

Для визначення тягових характеристик тракторів скористуємося заздалегідь складеними таблицями. З метою створення посівного агрегату застосовуємо колісний трактор марки МТЗ-82.

Досить негативним моментом при сівбі є нестійкість вибраного агрегату у повздожній площині. Саме тоді, коли відбувається рух створеного агрегату на схилах, що показано на рисунку 3.3.

Стойкість даного агрегату характеризується коефіцієнтом запасу для повздожньої стійкості -  $\chi_H$ . Розглянемо нерівність  $\chi_H \leq 0,4$ . При її виконанні агрегат буде мати стійке положення в роботі на схилах, а навпаки при  $\chi_H > 0,4$  - то є момент в порушенні стійкості даного агрегату.

Тому на початку обчислимо показник, що характеризує стійкість агрегату, використовуючи слідуючий вираз:

$$\chi_H = G_H \cdot a_H / G \cdot a \quad (3.32)$$

де:  $G_H$  – показник, що враховує силу ваги вибраної сівалки, кН;

$$G_H = 18,55 \text{ кН};$$

$a_H$  – встановлена повздожжня координата для центра ваги вдосконаленої, м;  $a_H = 0,59$  м;

$G$  - чинник, що враховує вагу колісного трактора, кН; для МТЗ-82 становить  $G = 48,25$  кН;

$a$  - повздожжня координата для центра ваги вибраного трактора відносно вісі конструкції ведучих коліс, м;  $a = 0,45$  м.

Таким чином, підставляємо до виразу 3.32 відомі значення та проводимо підрахунки:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MP 00.000 ПЗ







$tg\varphi = f_C = 0,45$  - чинник, що характеризує зчеплення ведучих коліс даного трактора з ґрунтом при наявній вологості.

Отже обчислюємо граничний кут нахилу схилу:

$$tg\alpha_{гран.} = \frac{a}{h} = \frac{0,35}{0,822} = 0,425$$

$$\alpha_{гран.} = 23,02^\circ$$

Обчислюємо значення безрозмірного коефіцієнту використовуючи вищевказаний вираз:

$$\delta_H = \frac{\zeta_H}{\zeta - \Delta\zeta} = \frac{18,65}{48,2 + 2} = 0,37$$

$$tg\phi = f_C = 0,45$$

$$\varphi = arctg 0,45 = 24,23^\circ$$

На решті обчислюємо критичний кут нахилу:

$$\alpha_{кр} = arctg \cdot \left( \frac{tg\alpha_{гран.} \cdot (1 - X'_H)}{1 + \delta_H} - \psi \right) =$$
$$= arctg \cdot \left( \frac{0,425 \cdot (1 - 0,39)}{1 + 0,378} - 0,15 \right) = 2,18^\circ < 23,02^\circ$$

$$tg\alpha_{кр} = 0,038$$

Висновок свідчить проте, що дана умова, коли  $tg\alpha_{кр} = 0,038 < tg\varphi = 0,45$  виконується з суттєвим запасом. Тому вибраний нами агрегат буде якісно виконувати сівбу на схилі.

### 3.7. Розрахунок деталей на міцність

#### 3.7.1. Розрахунок підшипників радіального типу.

Проведемо перевіірочні обчислення підшипників ходового колеса вдосконаленої сівалки на його довговічність.

Попередньо встановлюємо характеристики:

- підшипник радіальний однорядний з ущільнювачем марки 180204

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 00.000 ПЗ



підшипника,  $k_t = 1,15$

$$P = 1346 \cdot 1,0 \cdot 1,8 \cdot 1,15 = 2786,2 \text{ Н}$$

$$k = \frac{60 \cdot 2,7}{7,2 \cdot 2 \cdot 0,242} = 46,49_{\text{хв.}}^{-1}$$

Отже, довговічність підшипника складає:

$$L_y = \frac{10^6}{60 \cdot 46,49} \left( \frac{12700}{2786,2} \right)^3 = 5936,8 \text{ год.}$$

Значення довговічності свідчить про надійну роботу даного підшипника та вузла в цілому з певним запасом по терміну.

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

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Спеціальна частина.

#### 4.1.1 Розрахунок заходів безпеки при експлуатації сівалки.

Під час аналізу потенційно небезпечних і шкідливих факторів у роботі посівного агрегату з сівалкою УПС-8 було виявлено, що маркер, як рухомий елемент конструкції, становить загрозу під час транспортування та обслуговування машини в період експлуатації.

Маркери використовуються для створення орієнтовної лінії на необробленій ділянці поля, що дозволяє точно витримувати міжряддя при наступному проходженні агрегату. Опускання та підймання маркерів відбувається за допомогою гідравлічного механізму, керованого з кабіни трактора.

У транспортному режимі маркери перебувають у піднятому положенні, яке забезпечується окремими гідроциліндрами. У разі пошкодження гідролінії або втрати тиску в системі, можливе їхнє неконтрольоване опускання, що створює потенційну небезпеку.

Виконаємо обчислення на міцність штиря при відомому навантаженні механізмом вильоту маркерів.

Обчислимо зусилля, яке діє на штир згідно виразу:

$$F = \frac{P_c}{2}, \quad (4.1)$$

де:  $P_c$  – встановлена вага маркера даної сівалки, що становить  $P_c = 348$  Н.

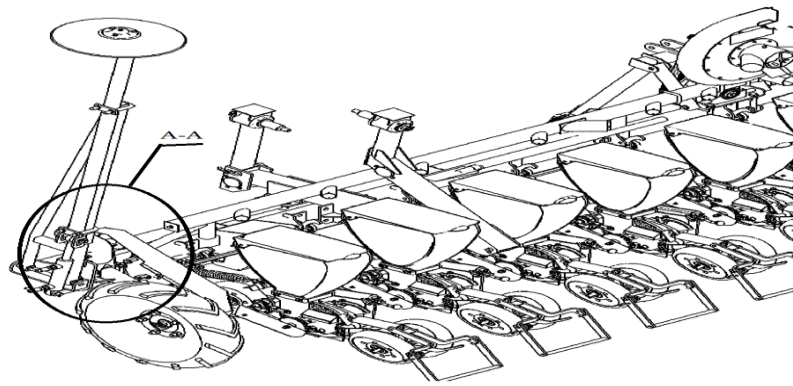
$$F = \frac{348}{2} = 174 \text{ Н.}$$

Обчислимо напруження зрізання із рівняння міцності використовуючи вираз:

$$\tau_{зр.} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_{шт}^2} \leq [\tau_{зр.}]$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MP 00.000 ПЗ



A-A

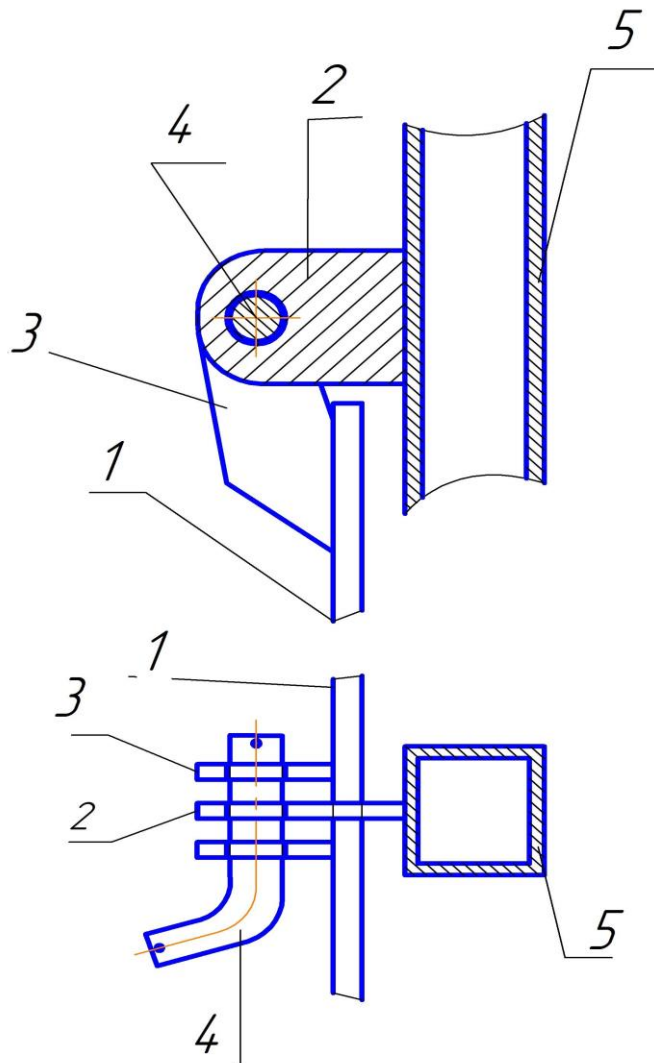


Рис. 4.1. Схема кронштейна для фіксації конструкції маркера:  
 1- рама сівалки; 2, 3 - кронштейн, 4 - маркер, 5 – металевий штир

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 00.000 ПЗ

Арк.

де:  $d_{ш}$  – діаметр штиря для фіксації маркера, м.

Приймаємо:  $d_{ш} = 0,14$  м ;

$[\tau_{зр}]$  – допустиме значення для напруження зрізання, Н/м<sup>2</sup>.

$$[\tau_{зр}] = 0,6[G_p]$$

де:  $G_p$  – допустиме значення напруження на розтягування вибраного матеріалу, Н/м<sup>2</sup>, (для сталі  $G_p = 1,45 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>).

$$[\tau_{зр}] = 0,6 \cdot 1,45 \cdot 10^8 = 8,45 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2,$$

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot 174}{3,14 \cdot 0,14^2} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$$

Отже, перевіряємо умову:  $[\tau_{зр.}] > \tau_{зр.}$

$$8,4 \cdot 10^7 > 1,5 \cdot 10^4$$

Таким чином, умова міцності забезпечується. Проведені обчислення підтверджують безпеку обслуговування даної сівалки з зафіксованими маркерами за допомогою конструкції, що обладнана штирем. Він використовується при зберіганні та транспортуванні сівалки УПС-8.

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

## 5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У даній дипломній роботі проаналізовано та обґрунтовано конструкцію просапної сівалки УПС-8.

Економічний ефект від запропонованих змін досягається завдяки встановленню в конструкцію висівного апарату диску зі зменшеною товщиною, що надало можливості більш щільному його притисканню до поліамідної прокладки. Таке вдосконалення дозволило знизити ймовірність забивання комірок посівним матеріалом та відходами, зменшили час на технічне обслуговування даного вузла на 15 хв за зміну і головне, стабілізувати розрідження в вакуумній камері, тим самим підвищити якість сівби на 7 %.

Обґрунтовані конструктивні параметри підтвердили правильність та доцільність запропонованих змін у висівному апараті.

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

## 6. ВИСНОВКИ

У науковій частині цієї магістерської роботи було здійснено огляд літературних джерел, присвячених конструкціям різноманітних пневматичних сівалок, призначених для висіву просапних культур. Проаналізовано як вітчизняні, так і зарубіжні аналоги, а також визначено основні переваги та недоліки їхніх висівних систем. Аналіз економічної доцільності з урахуванням вартості техніки дозволив дійти висновку, що найкраще для сівби кукурудзи та інших просапних культур підходить сівалка УПС-8. У зв'язку з цим у роботі чітко сформульовано предмет, об'єкт і завдання подальших досліджень.

Також в даній дипломній роботі було проаналізовано три варіанти впливу та визначення величини розрідження у вакуумній камері. Розглядалися такі ситуації: коли насінина знаходиться на певній відстані від присмоктувальної комірки висівного диска; коли насінина перебуває на початковій стадії захоплення - тобто рухається в напрямку комірки під дією повітряного потоку; та коли насінина вже притягнута до комірки і обертається разом із диском. Відомо, що стабільне розрідження є ключовим чинником для забезпечення якісного висіву насіння просапних культур. З метою зменшення втрат розрідження у вакуумній зоні було зменшено товщину висівного диска на 0,4 мм. Крім того, щільніше прилягання диска до поліамідної прокладки забезпечило надійніший контакт, що дозволило уникнути ймовірного засмічення комірок посівним матеріалом.

У спеціальній частині розділу "Охорона праці" здійснено перевірочні розрахунки на стійкість сівалки з використанням металевої підставки, що дало змогу безпечно виконувати обслуговування машини.

Обґрунтування економічних показників підтвердив доцільність та ефективність запропонованих удосконалень стосовно конструкції даної сівалки.

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



Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: У 2 т. – Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 443 с.

10. Хайліс Г.А. Основи теорії та розрахунку сільськогосподарських машин. – К.: Вид-во УСГА, 1992. – 235 с.

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

# ДОДАТКИ















