

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ к.т.н.,

доцент _____Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 2023р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Удосконалення конструкції висівного апарата сівалки УПС-8
для висіву насіння просапних культур.»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи ГМ(СМ)-21М(1,9)

ОПП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____Лазаренко Сергій Сергійович

« ____ » _____ 2023р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук _____Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2023 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
			1					
			2		Загальна документація			
			3					
			4		Знову розроблена			
Справ. №	5							
	6	A4	МР 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1			
	7							
	8		Документація по					
	9		науковій частині					
	10							
	11		Знову розроблена					
	12							
Подп. и дата	13	A1	УПС 00.001 Н	Класифікація висівних апаратів	1			
	14							
	15	A1	УПС 00.002 Н	Конструкція висівних апаратів	1			
	16							
	17		Документація по					
	18		інженерній частині					
	19							
	20		Знову розроблена					
	21							
	Взам. инв. №	22	A0	УПС 00.000 СБ	Універсальна сівалка УПС-8	1		
23								
24		A1	УПС 00.020 СБ	Висівний апарат	1			
Подп. и дата								
Инв. № подл.	МР 00.000 ВП							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Лазаренко						
	Проб.	Кісільов						
	Нконтр.	Мачок						
Утв.	Лещенко							
Відомість проекту					Лист	Лист	Листов	
					1	2		
ЦНТУ, гр. ГМ(СМ)-21М(1,9)								

Копировал

Формат A4

№ 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						

MP 00.000 ВП

Копировав

Формат А4

ЗМІСТ

стор.

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

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

ВСТУП

Україна на сьогоднішній день стає потужною аграрною країною. Завдяки наявності родючих ґрунтів вона має всі можливості для збільшення виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. Понад 35 млн. га орних земель, основу яких становлять чорноземи, повинні забезпечувати стійке зростання виробництва сільськогосподарських культур. Закордонні та вітчизняні селекціонери сприяють виведенню нових сортів і гібридів різних культур. Постійне впровадження у виробництво високоврожайних сортів надає можливість отримувати стабільно високі врожаї. Для зернових – в межах 70-120 ц/га, для цукрових буряків – 450-600 ц/га, для кукурудзи на зерно - більше 100 ц/га, для соняшника – 30-50ц/га.

Вагомою складовою при отриманні надійних врожаїв є наявність машин та обладнання, що забезпечують всі процеси при вирощуванні будь якої культури. Треба відмітити, що розробка та удосконалення посівної техніки залишається постійним і безперервним процесом, що направлений на зміни в конструкції сівалок при використанні наявних технологій сівби сільськогосподарських культур, а також повинен знижувати трудомісткість самого процесу та постійно підвищувати продуктивність різних посівних агрегатів.

На сьогоднішній день для висіву насіння просапних культур застосовують різні технології, а відповідно і техніку. Класична технологія передбачає використання пунктирного способу, який виконують різними пневматичними закордонними сівалками, а також вітчизняними типу СУПН–8, СУПН–8А, УПС–6, УПС–12 з міжряддям 70 см.

Отримання високих врожаїв просапних культур (соняшника та кукурудзи) забезпечує обов'язкове внесення різних мінеральних добрив з відповідними нормами при наявній сівбі. При правильному виборі посівної техніки основним критерієм є точність внесення насіння та якість його

					<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>Лазаренко</i>			Вступ		
<i>Перевір.</i>		<i>Кісільов</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Лещенко</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
							2
					<i>ЦНТУ, ар. ГМ-21М(1,9)</i>		

загортання, а також надійність конструкції. Заздалегідь аграрії звертають увагу на основні робочі органи, а це: механізм дозування, тип висівного апарату, сошника та прикочувальні котки. Постійні вдосконалення посівних машин спрямовані, по-перше, на підвищення рівномірності розподілу насіння і різних туків між сошниками; по-друге, на забезпечення заданої точності внесення по глибині та довжині рядку; по-третє, збільшення об'ємів ємностей для насіння і туків для економії витрат часу за рахунок скорочення кількості заправок та миттєвого переведення широкозахватних агрегатів у положення для дальнього транспортування.

Тому враховуючі агротехнічні вимоги та інші вище перелічені питання, тема даної магістерської роботи є актуальною і полягає у вдосконаленні конструкції висівних апаратів просапних сівалок типу УПС-8.

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

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

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

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

До переліку сівалок просапного типу входять кукурудзяні, бурякові, бавовняні та багато інших. За способом агрегування, як правило, вони є начіпними, а також причіпними, тому що на сьогоднішній день йде помітне використання широкозахватних комплексів. Типовим представником сівалок просапного типу є вітчизняна сівалка СУПН-8 та її модифікації, що виготовляються з 80-х років минулого століття (рис. 1). Конструкції подібних сівалок є досить продуманими і обґрунтованими, особливо це стосується елементів посівної секції та висівного апарату. Робочі органи розташовані на рамі в один ряд, що є досить правильним і доцільним при швидкому переміщені секцій та виставлені сошників на відповідну ширину міжряддя та глибину їх ходу. Існує виконання, де секції з основними робочими органами розташовані в два і більше рядів. Секції передбачають паралелограмний тип підвісок, що надає копіювання рельєфу кожною з них окремо, незалежно одна від одної. Така конструкція забезпечує якісний показник, а саме рівномірний розподіл насіння просапних культур за глибиною в рядку та його правильним закладенням в борозну вологого ґрунту.

Сівалка СУПН-8 призначена для пунктирної сівби з одночасним внесенням різних мінеральних добрив, найчастіше гранульованих. Вона забезпечила стійкий та широкий спектр висіву насіння практично всіх просапних культур.

Головні переваги наявної сівалки полягають у наступному: висівний апарат пневмомеханічної дії, що забезпечує пунктирний висів; є поєднання операції сівби з одночасним внесенням групи мінеральних добрив; простота конструкції, що надає легке переобладнання секцій на необхідне міжряддя; і

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

A detailed technical line drawing of a multi-engine vehicle, possibly a specialized agricultural or industrial machine. The vehicle features a long chassis with multiple engines mounted along its length. Numbered callouts (1-9) point to various components: 1 points to a front-mounted engine; 2 points to a fuel tank; 3 points to a rear-mounted engine; 4 points to a large cylindrical component, likely a tank or filter; 5 points to a control panel or instrument cluster; 6 points to a fuel tank; 7 points to a rear-mounted engine; 8 points to a rear-mounted engine; and 9 points to a rear-mounted engine. The vehicle has multiple sets of wheels and a complex mechanical structure.

1 – рама; 2 – коробка змінних передач (КЗП); 3 – лівий і правий маркери;
4 – полімерні повітропроводи; 5 – вентилятор відцентрового типу; 6 – два
опорно-приводних колеса; 7 – бункери для завантаження туків; 8 – бункер
для завантаження насіння різних культур

Закордонна причіпна сівалка «Optima» є досить розповсюдженою. Вона отримала ряд удосконалень та модифікацій щодо елементів конструкції (рис. 2). Вона також поєднує високоточну технологію сівби просапних культур з одночасним внесенням добрив. Її робоча ширина захвату складає 5,6м з об'ємом бункером для групи добрив у 2000л. Такий посівний агрегат поєднує

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

в собі унікальну комбінацію, пов'язану з продуктивністю та технологічністю. Все це відбувається за наявного електроприводу висівних центрів типу e-drive II. Сама сівалка має такі переваги, по-перше, сівба просапних культур проходить з міжряддям 70/75/76 см; по-друге, повністю інтегрована система внесення будь яких добрив; і втретє, спроможність використання машини у системах точного землеробства. Ще характерною рисою є можливість агрегатуватися з вітчизняними тракторами типу МТЗ-80/82. Суттєвий недолік в роботі - значно погіршуються якісні показники на полях, що мають ґрунти з різними фізико-механічними властивостями. А це вимагає додаткової передпосівної культивуції.



Рис. 2. Універсальна пневматична сівалка типу «Optima»

Аналіз сучасного ринку щодо посівної техніки свідчить проте, що протягом останніх 5-10 років виріс інтерес та попит до універсальних сівалок, так як вони мають можливість працювати за ресурсозберігаючими технологіями. На сьогоднішній день це стає загальною, а можливо і світовою тенденцією до поступового переходу від традиційної або класичної до

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

мінімальної та нульової технологій. Тобто, провідні компанії світу з виробництва сільськогосподарської техніки, виготовляють новітні універсальні моделі сівалок. Так, фірма AGCO пропонує сівалки з певним міжряддям у 70 см для посіву різних технічних культур, що дозволяють працювати за класичною, мінімальною та нульовою технологіями обробітку ґрунту. Пропонується аграріям різні широкозахватні моделі, а саме 6-, 8-, 12-, 16- та 24-рядні посівні секції. Кількість рядів безумовно впливає на конструкцію рами, так як вона є несучим елементом та деякі інші вузли при компонуванні машини. А різноманітні ножі, гладкі і вирізні диски та очисники рядків дозволяють фермерам підібрати необхідну комплектацію, що є оптимальною для полів враховуючи процеси сівозміни.

Конструкція робочих органів John Deere заздалегідь передбачає використання їх у важких умовах сівби, тому практично на всіх моделях висівна секція має досить міцну основу і завдяки цьому менше схильна до різких коливань.



Рис. 3. Сівалка прямої сівби John Deere DB55 у робочому стані.

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

По-перше, сівалка John Deere DB55 виготовлена для точного і якісного висіву насіння кукурудзи, соняшника та багатьох інших просапних культур з одночасним внесенням різних сипких мінеральних та групи рідких добрив (рис. 3).

По-друге, конструкція передбачає 24-ри секції Max Emerge 5, що має паралелограмний тип підвіски і працює в основному з міжряддям 70см. Також конструкція секції має відсікач з числовим модульним індикатором, що дозволяє збиває зайве насіння, тобто не допускає висів двійників. А це позитивно впливає на якість висіву та бажаного рівномірного розподілу насіння основних культур при використанні плоских висівних дисків конструкції ProMAX 40. Вони забезпечують суцільний та впорядкований вихід насіння до полімерного насіннєпроводу, при цьому досягається задана траєкторія польоту та падіння насіння з точним кроком укладання на дно утвореної борозни. Сама система дозування насіння конструкції Vase Meter на виготовлених секціях Max Emerge 5 робить за принципом надійного вакуумного всмоктування, тобто подібна система є в стандартній комплектації просапної сівалки точного висіву фірми John Deere (рис. 4).

Участь подібної сівалки, тобто за ресурсозберігальними технологіями, також обладнуються очисниками рядка. Їх функція полягає у ефективному прибиранні рослинних решток в зоні майбутнього створеного рядка. Дисковий ніж, так званий «турбодиск», надійно перерізає залишки пожнивних решток та частково розкидає їх в обидва боки, що передбачає послідує надійне проходження сошника з укладкою насіння у сформовану борозну. Останній виготовлений цілісною конструкцією, враховуючи умови роботи на різних ґрунтах, він виготовлений з ковкого чавуну, що надає йому високу міцність.

Як вже раніше вказувалося, при роботі посівної техніки основним критерієм згідно агротехнічних вимог має бути якісне внесення насіння та добрив з послідує надійним і ефективним їх загортанням, що

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

передбачено конструкцією робочих органів сівалки. Тому при виборі тієї чи іншої сівалки, покупці приділяють особливу увагу механізму дозування, а також типу наявного сошника, загортальним елементам та прикочувальним коткам.



Рис. 4. Висівний апарат або система дозування типу Vacu Meter

Універсальна пневматична сівалка Gaspardo SP належить до нових поколінь точних універсальних сівалок, що призначені для висіву всіх типів насіння по обробленому ґрунту (класичною технологією), і є плодом всієї компанії Gaspardo (рис. 5.). Фундаментально важливим елементом є концепція розвитку модульності моделі SP та поєднання концепції простоти, що з конструктивної точки зору, так і з точки зору практичності використання цього модельного ряду. Сівалки Gaspardo SP дозволяють виконувати сівбу всіх просапних культур з максимальною точністю, ефективністю та високою надійністю. Вона обладнана системою внесення мінеральних добрив та контролером висіву.

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



Рис. 5. Універсальна пневматична сівалка Gaspardo SP-8



Рис. 6. Посівні секції сівалки Gaspardo SP-8

з додатковими робочими органами

Невелика висота падіння насіння у поєднанні з селектором легко і точно налаштовується, а колесом регулюється глибина ходу сошника, що дозволяє виконувати процес з максимальною точністю за заданою нормою та глибиною.

Всі майбутні розробки та вдосконалення посівної техніки відомих фірм спрямовані на підвищення та забезпечення рівномірного розподілу насіння та групи добрив між сошниками; також забезпечення заданої та надійної точності сівби за глибиною; потім збільшення місткості самих ємностей для, як для насіння так і для туків; забезпечення переведення робочих органів

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

широкозахватних комплексів у транспортне положення для подальшого транспортування сівалки до місця її зберігання.

2.2. Мета роботи та подальші задачі дослідження в роботі

Різні підходи до технології вирощування кукурудзи та будь яких інших просапних культур потребують прийняття стійких рішень в нагальних питаннях щодо процесу сівби. Перспективним напрямком є розробка та вдосконалення різних широкозахватних машин для класичної, прямої сівби та сівби «no-till» різних культур, що обладнані як правило пневматичними висівними апаратами та апаратами для внесення різних груп добрив: і гранульованих, і рідких. Вся техніка, що пропонується аграріям, має відповідати двом чинникам. Це – продуктивність посівного агрегату . та точності сівби.

Тому метою магістерської даної роботи є підвищення ефективності висіву насіння кукурудзи за рахунок надійної та якісної роботи елементів висівної системи.

Для досягнення визначеної мети передбачаються рішення наступних завдань:

- обґрунтувати схему сівалки для просапних культур з вдосконаленою конструкцією висівного апарату;
- визначити раціональні параметри висівного насінневого диску;
- визначити економічну доцільність модернізованої конструкції висівного апарату.

Враховуючи попередній аналіз різних конструкцій існуючих сівалок нами для подальших розрахунків визначено **об'єкт** досліджень – це процес сівби насіння просапних культур пневмомеханічним висівним апаратом сівалки УПС-8, а **предмет** - раціональні параметри насінневого диску висівного апарату сівалки.

2.3.Обґрунтування напряму вдосконалення.

2.3.1. Призначення сівалки УПС-8 та робочих органів.

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

На сьогоднішній день аграрний ринок представлений широким спектром різної посівної техніки. Одноосібники та фермери, що мають невеликі фінансові можливості та малі площі орних земель, намагаються придбати вітчизняні аналоги сівалок у поєднанні з трактором МТЗ-80/82. Використання різних закордонних широкозахватних посівних комплексів для такої категорії аграріїв не є доцільним. Тому застосування сівалки УПС-8 є актуальною задачею.

Ще на початку цього століття завод «Червона зірка» почав виготовляти і випускати нову сівалку УПС-8 Веста 8 (рис. 7). Попередні машини типу СУПН-8 та її модифікації морально вже застаріли, тому при розробці конструктори заводу врахували ряд недоліків, а саме суттєво звернули увагу щодо висіву двійників та пропуску насіння будь яких культур.



Рис. 7. Схема просапної пневматичної сівалки Веста 8 (УПС-8):

Головний чинник - значення рівномірного розподілу насіння кукурудзи за показником довжини рядка погіршується тоді, коли суттєво зменшуються конструктивні розміри середнього діаметра насінини і, тобто, збільшується значення радіусу самого присмоктувального отвору. Його конструкція передбачає деяку циліндричну поверхню і є дуже

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

впливовим чинником щодо ймовірного радіусу форми насінини. При проведенні експериментальних досліджень отримали наступні залежності.

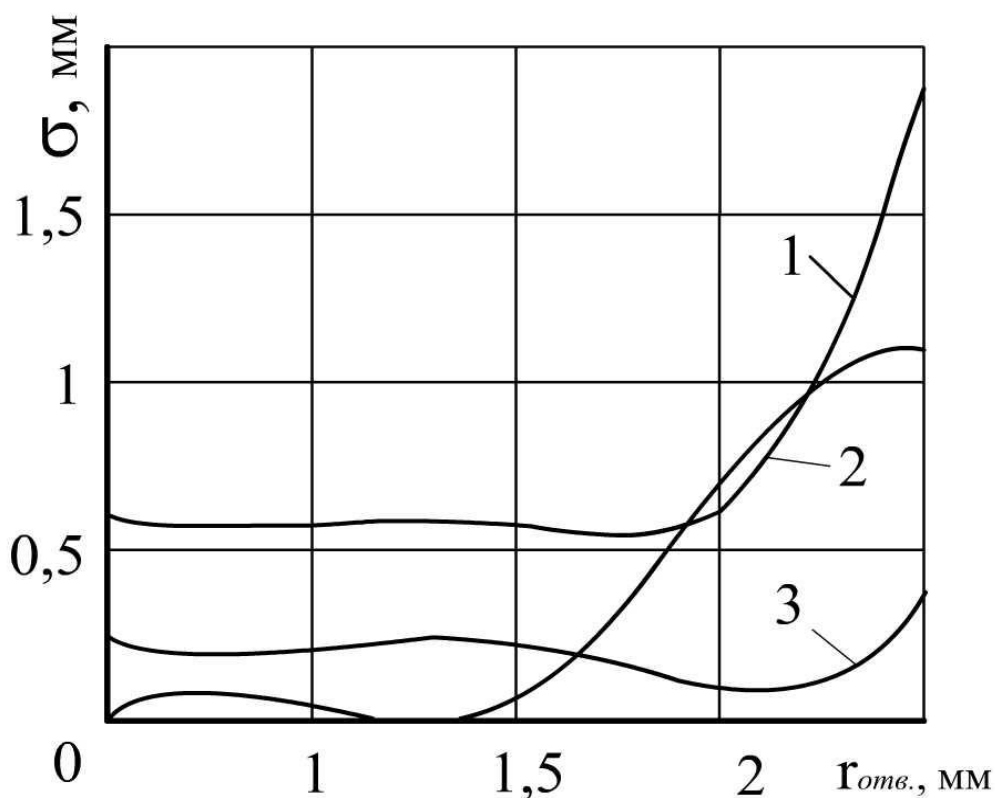


Рис. 8 – Залежність показника середнього радіуса насінини від рівномірності розподілу її у сформованому рядку
($\omega=10 \text{ с}^{-1}$; $r_{отв}=0,6 \text{ мм}$; $d_{max}=2,9 \text{ мм}$; $r_{\phi}=0,9 \text{ мм}$; $K_{тр}=0,41$):

1–гостра кромка; 2– конічна поверхня; 3– тороїдальна поверхня.

Дані вдосконалення у конструкції висівного апарату підтвердили зменшення втрат при отриманні розрідження в вакуумній камері. Тому є доцільно зменшити на 0,4мм товщину самого висівного диску, а саме: з 1,2 до 0,8мм. Це не вплине негативно на показник жорсткості конструкції, але надасть можливість більш суттєвому та щільному притисканню комірок до поліамідної прокладки вакуумної кришки.

Зменшення товщини висівного диску надає можливість знизити ймовірність забивання самих отворів (особливо малого діаметру) різним посівним матеріалом та його відходами.

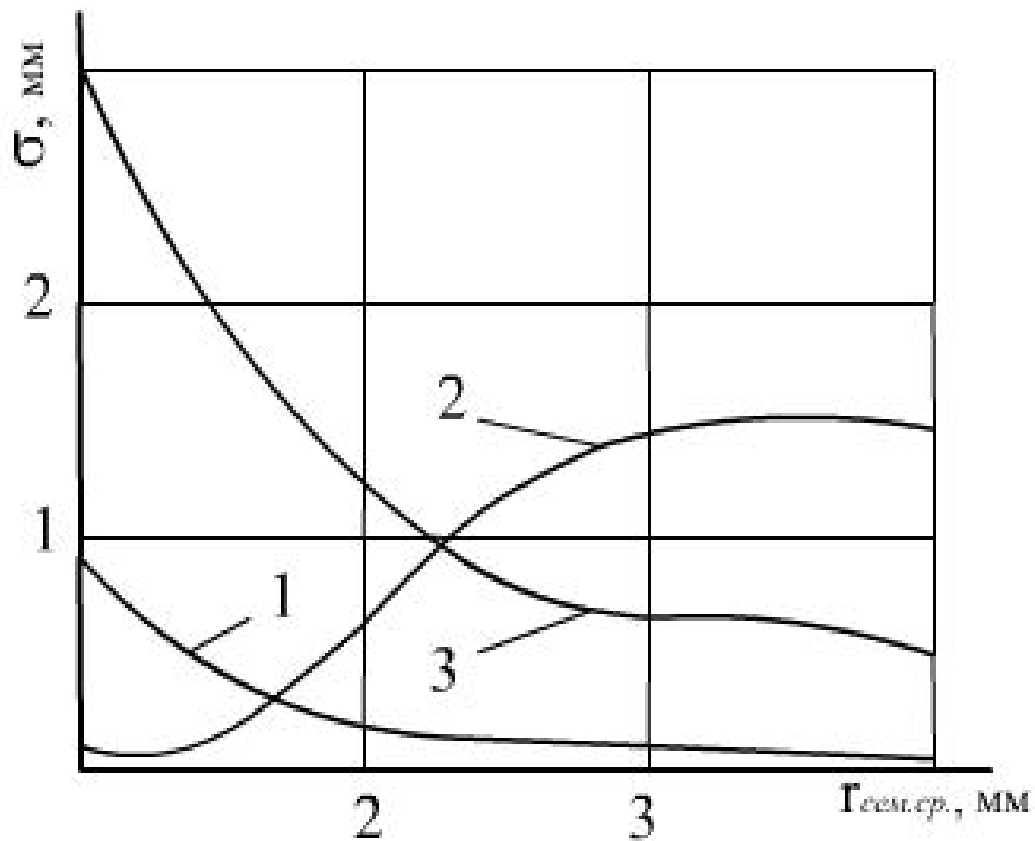


Рис. 9 – Вплив показника радіуса комірок на якість висіву (рівномірність розподілу насіння кукурудзи у рядку при отриманих значеннях відхилення від гострої кромки ($\omega=10,2\text{с}^{-1}$): 1– $r_{\text{сeм cp}} = 6,0\text{мм}$; $\sigma_r = 1,25\text{мм}$; 2– $r_{\text{сeм cp}} = 5,0\text{мм}$; $\sigma_r = 1\text{мм}$; 3– $r_{\text{сeм cp}} = 7,2\text{мм}$; $\sigma_r = 1,5\text{мм}$.

Поверхня такого кінчного присмоктувального отвору впливає на показник рівномірності розподілу кукурудзи по довжині рядка і, відповідно, якість досягається при таких параметрах: а саме, куті конуса $2\gamma=2\pi/3$ та діаметрі отвору $d_{\text{max}}=(1,7-2,0) r_{\text{сeм}}$.

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Опис об'єкта розробки

Універсальна сівалка Веста 8 (УПС-8) використовується для точної сівби каліброваного, дражованого та звичайного насіння різних просапних культур: цукрового, кормового буряків, сої, кукурудзи, соняшнику, ріцини, сорго, кормових бобів, квасолі та інших, які є подібними за геометричними розмірами.

Процес висіву відбувається за рахунок розрідження, яке створюється в вакуумній камері відцентровим вентилятором. Насіння із забірної камери потрапляє до вакуумної та присмоктується до комірок диска, а потім потрапляючи в зону атмосферного тиску відривається та за певною траєкторією спрямовується на дно сформованої борозни.

Завдяки наявній туковисівній системі, що встановлена на рамі сівалки, є можливість одночасного внесення різних груп мінеральних добрив окремо від насіння будь яких культур (рис. 10.).

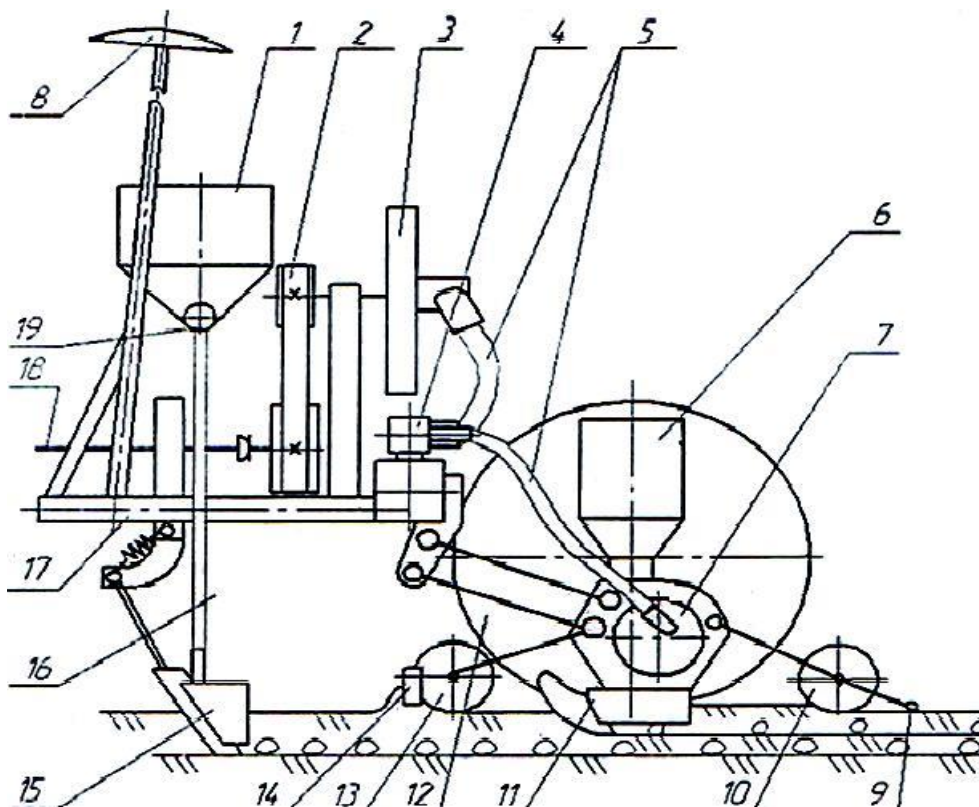


Рис. 10. Схема просапної пневматичної сівалки УПС-8:

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

1 – бункер для різних видів туків; 2 – пасова передача; 3 – вентилятор відцентрового типу; 4 – металевий ресивер; 5 – полімерні повітропроводи; 6 – бункер для насіння просапних культур; 7 – пневмомеханічний висівний апарат; 8 – дисковий маркер; 9 – прутковий шлейф; 10 – задні прикочувальні котки V - подібної форми; 11 – сошник полозоподібного типу; 12 – два опорно-приводних колеса; 13 – передній опорний коток; 14 – грудковідкидач; 15 – сошник для туків; 16 – полімерний тукопровід; 17 – брус рами; 18 – вал приводу від трактора; 19 – туковисівний апарат шнекового типу.

3.2. Призначення основних вузлів сівалки.

Рама – використовується як ресивер та несуча конструкція, на якій встановлені практично всі основні робочі органи та інші елементи, що беруть участь у процесі сівби. В центральній частині бруса рами, із частковим зсувом на 225 мм ліворуч, розташоване напівавтоматична зчіпка.

Напівавтоматичне зчеплення - служить для приєднання сівалки до трактора з метою утворення посівного агрегату.

Опорно-привідні колеса в процесі сівби (робочому стані) виконують передачу крутного моменту завдяки блокам зірочок КЗП та ланцюгам до валу висівних дисків та до валів туковисівних апаратів. Так як сівалка УПС-8 є начіпною, тому в транспортному положенні її вага сприймається повністю ходовою системою трактора.

Механізм передач або КЗП призначена для зміни частоти обертання висівних дисків завдяки передаточним відношенням, що відбувається шляхом переобладнання ланцюга на відповідні блоки зірочок.

Посівні секції мають паралелограмний тип підвіски та призначені для забезпечення стійкого процесу висіву насіння з формуванням дна борозни або посівного ложе та надійним його загортанням і розрівнюванням рельєфу поля.

Висівний апарат пневмомеханічного типу, виконує пунктирну сівбу

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

різних просапних культур із заданою нормою їх висіву.

Вентилятор має відцентровий тип, створює розрідження в пневмосистемі сівалки в межах 2500-5000Па. Його привід виконується від ВВП трактора з частотою обертання 540 об/хв. Крутний момент передається через карданний вал.

Туковисівний апарат висіває мінеральні добрива на дві сторони бункера завдяки шнекам, що мають ліву та праву навивки.

Туковисівний сошник безпосередньо формує борозну для укладання добрив в ґрунт.

Маркери створюють слід на незасіяній частині поля і також забезпечують стикові міжряддя. Опускання в робоче положення та їх підймання виконується гідрофікованим циліндром, що керується з кабіни трактора.

3.3. Технологічні розрахунки

3.3.1. Розрахунок параметрів висівного апарата

Вагомим чинником, що впливає на якість процесу висіву, є величина розрідження в вакуумній камері, яку створює відцентровий вентилятор. Для стійкої сівки потрібно враховувати аеродинамічні властивості матеріалу, потім відстань, з якої виконується захоплення самої насінини, також її початкова швидкість по відношенню до швидкості обертання присмоктувальних отворів висівного диска, внутрішній коефіцієнт тертя насінини по металевій поверхні диска та питома вага насінини. Розглянемо умову рівноваги насіння:

$$\begin{aligned}\sum x &= 0, & R - N \cos \beta &= 0 \\ \sum y &= 0, & F_g + mg \cdot \sin \alpha - N \sin \beta &= 0\end{aligned}$$

де F_n - сила, що діє на присмоктування матеріалу до диска, Н;

j – значення сили інерції матеріалу, Н;

α – значення показника кутової координати, град;

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

N – величина реакції форми комірки, H ;

β – кут між складовими величинами N та напрямком вісі OX .

Сила F_n залежить від величини самого розрідження. На формування потоку впливає вентилятор, а його величина у зоні вакуумної камери залежить від геометричних параметрів культури, що висівається, і знаходиться в межах від 2500-5000Па.

Тому більшість розрахунків зводяться до визначення необхідного значення величини розрідження для трьох різних випадків:

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

$$\Delta H_1 = \frac{\left[1 + 0,8 \cdot \left(\frac{d_{\tilde{n}}}{2 \cdot d_o} \right)^{-1,4} \right] \cdot \gamma_{\tilde{r}} \cdot g_{\tilde{e}\tilde{o}}^2 \cdot (K - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{1,15 \cdot \left(\frac{2 \cdot d_c}{d_o} \right)^{-2,8} \cdot \mu^2 \cdot q \cdot d_o}, \quad (3.1)$$

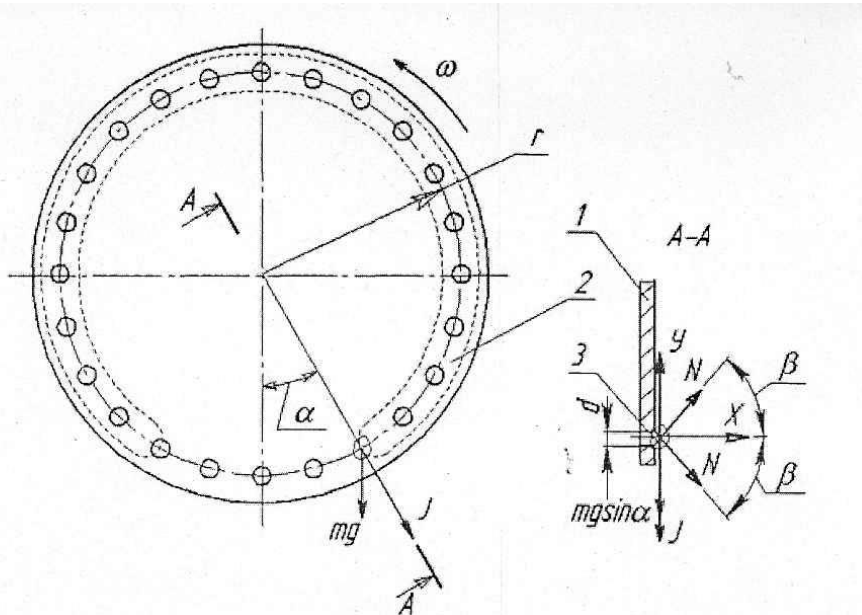


Рис. 11. Розрахункова схема діючих сил на насінину, що присмокталася до комірки висівного диска:

1 – металевий висівний диск; 2 – вакуумна камера; 3 – насінина, що присмокталась до комірки.

-по-друге, насінина знаходиться в початковій фазі присмоктування, тобто транспортується до самої комірки потоком утвореного повітря:

$$\Delta H_2 = \frac{\gamma_{\text{I}} \cdot g_{\text{ед.}}^2 \cdot (K - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{2 \cdot q \cdot \mu^2 \cdot d_o}, \quad (3.2)$$

-по-третє, насінина вже присмокталась до комірки і починає обертатися разом із висівним диском:

$$\Delta H_3 = \frac{m \cdot g \cdot (K - \sin \alpha)^3 \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{\pi \cdot d_o^3}, \quad (3.3)$$

де: $d_c = (0,6 \pm 0,7) \cdot b_n$ - розрахунковий діаметр культури, що висівається, м;

b_c – показник товщини насінини, м.

Для насіння кукурудзи цей показник $b_c = 0,0018 \pm 0,0040$ м, приймаємо середнє значення $b_c = 0,003$ м. Відповідно для кукурудзи $d_c = 0,7 \cdot 0,003 = 0,0021$ м.

d_o - діаметр комірки на висівному диску, м (для насіння кукурудзи $d_c = 0,0022$ м);

γ_{I} - показник питомої ваги утвореного повітря, Н/м³;

$K = \frac{\omega_{\text{max}}^2 \cdot r}{g}$ - показник кінематичного режиму руху висівного

диску;

r – радіус кола комірок розташованих на висівному диску, м ($r = 0,090$ м);

$\omega_{\text{max}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{dmax}}}{30}$ - максимальний показник кутової швидкості

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

обертального диску, рад/с;

$n_{\dot{a} \max}$ - максимальний показник частоти обертального диску,
об/хв.;

Відтоді:

$$\omega_{\max} = \frac{3,14 \cdot 83}{30} = 8,7 \text{ рад/с} \quad (3.4)$$

$$K_{\epsilon} = \frac{0,090 \cdot 8,7}{9,81} = 0,70 \quad (3.5)$$

μ – показник, що враховує втрати повітря ($\mu=0,5$);

m – значення маси однієї насінини кукурудзи, кг (маса однієї
насінини кукурудзи $m = 0,0017$ кг).

Тоді:

$$\Delta H_1 = \frac{\left[1 + 0,8 \cdot \left(\frac{d_{\tilde{n}}}{2 \cdot d_o} \right)^{-1,4} \right] \cdot \gamma_{\tilde{i}} \cdot g_{\epsilon \delta}^2 \cdot (K - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{1,15 \cdot \left(\frac{2 \cdot d_c}{d_o} \right)^{-2,8} \cdot \mu^2 \cdot q \cdot d_o} =$$
$$\frac{\left[1 + 0,8 \cdot \left(\frac{0,0021}{2 \cdot 0,0022} \right)^{-1,4} \right] \cdot 11,4 \cdot 14^2 \cdot (0,7 - \sin 30^\circ) \cdot \sqrt{0,0021^2 - 0,0022^2}}{1,15 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,0021}{0,0022} \right)^{-2,8} \cdot 0,5^2 \cdot 9,81 \cdot 0,0022} =$$
$$= 3934 \ddot{a}$$

$$\Delta H_2 = \frac{\gamma_{\tilde{i}} \cdot g_{\epsilon \delta}^2 \cdot (K - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{2 \cdot q \cdot \mu^2 \cdot d_o} =$$
$$= \frac{11,4 \cdot 14^2 \cdot (0,7 - \sin 30^\circ) \cdot \sqrt{0,0021^2 - 0,0022^2}}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5^2 \cdot 0,0022} = 1708 \ddot{a}$$

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

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

$$= \frac{0,0017 \cdot 9,81 \cdot (0,7 - \sin 30^\circ)^3 \cdot \sqrt{0,0021^2 - 0,0022^2}}{3,14 \cdot 0,0022^3} = 4790 \text{ Н}$$

3.4. Кінематичні розрахунки

3.4.1. Кінематичний розрахунок механізму привода висівного апарата сівалки УПС-8

При проведенні кінематичного аналізу розраховуємо дійсні параметри висівного апарата, а саме частоту обертання висівного диску:

$$n_{\bar{a}j} = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot \mathcal{G}_{\bar{a}j}}{\pi \cdot d_{\bar{a}}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot \mathcal{G}_{\bar{n}}}{a_{\bar{ij}} \cdot K_{\bar{a}}} \quad (3.6)$$

де $n_{\bar{a}j}$ - показник частоти обертання висівного диску за j -ої норми

висіву насіння кукурудзи, об/хв.;

$\mathcal{G}_{\bar{a}j}$ - чинник колової швидкості диску в центрах присмоктуючих комірок за j -ою нормою висіву, м/с;

$d_{\bar{a}}$ - показник діаметра кола диска, на якому виготовлені присмоктуючі комірки, мм ($d_{\bar{a}} = 180$ мм);

$\mathcal{G}_{\bar{n}}$ - показник швидкості просапної сівалки, м/с ($\mathcal{G}_{\bar{n}} = 6,72$ км/год.);

$K_{\bar{a}}$ - кількісний показник комірок на висівному диску, шт.;

$a_{\bar{ij}} = \frac{10^2}{q_{pj}}$ - значення відстані між насінням кукурудзи в рядку, см.

де q_{pj} - показник, що враховує норму висіву кукурудзи, шт./п.м.

Відтоді:

- мінімальний показник відстані в рядку:

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

$$a_{i \min} = \frac{10^2}{q_{pj}} = \frac{10^2}{15} = 6,7 \text{ см} \quad (3.7)$$

- максимальний показник відстані в рядку:

$$a_{i \max} = \frac{10^2}{q_{pj}} = \frac{10^2}{8} = 12,5 \text{ см} \quad (3.8)$$

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

$$n_{\ddot{a} \min} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot g_{\ddot{n}}}{a_{ij} \cdot K_{\ddot{a}}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 1,9}{12,5 \cdot 60} = 15 \text{ об/хв.} \quad (3.9)$$

$$n_{\ddot{a} \max} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot g_{\ddot{n}}}{a_{ij} \cdot K_{\ddot{a}}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 1,9}{6,7 \cdot 60} = 28 \text{ об/хв.} \quad (3.10)$$

Визначаємо чисельне значення частоти обертання самого ходового колеса сівалки за формулою:

$$n_{\ddot{o}. \ddot{e}.} = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot g_{\ddot{n}}}{\pi \cdot D_{\ddot{e}}} \quad (3.11)$$

де ε – показник, що враховує прослизання опорно-приводного колеса ($\varepsilon = 0,04 \dots 0,3$, приймаємо значення $\varepsilon = 0,07$);

$D_{\ddot{e}}$ - значення діаметра опорно-приводного колеса просапної сівалки, м ($D_{\ddot{e}} = 0,74 \text{ м}$).

Тепер знаючи складові чинники формули визначаємо частоту обертання:

$$n_{\ddot{o}. \ddot{e}.} = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot g_{\ddot{n}}}{\pi \cdot D_{\ddot{e}}} = \frac{6 \cdot (1 - 0,07) \cdot 1,9}{3,14 \cdot 0,74} = 46 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо за наступною формулою показник колової швидкості висівного диску:

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

$$g_{\ddot{a}} = \frac{\pi \cdot d_{\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a}}}{6 \cdot 10^4} \quad (3.12)$$

Згідно даної формули знаходимо мінімальний та максимальний показники колової швидкості диску:

$$g_{\ddot{a} \min} = \frac{\pi \cdot d_{\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a} \min}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 15}{6 \cdot 10^4} = 0,15 \text{ м/с} \quad (3.13)$$

$$g_{\ddot{a} \max} = \frac{\pi \cdot d_{\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a} \max}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 28}{6 \cdot 10^4} = 0,27 \text{ м/с} \quad (3.14)$$

Тепер визначимо показник загального передаточного відношення за такою формулою:

$$i_{\zeta \ddot{a} \ddot{a}.j} = \frac{n_{\ddot{a}j}}{n_{\ddot{o}.\ddot{e}.}} \quad (3.15)$$

де $i_{\zeta \ddot{a} \ddot{a}.j}$ - загальний передаточний показник відношення механізму привода при j-му чисельному значенні частоти обертання висівного диску $n_{\ddot{a}.j}$.

Згідно даної формули знаходимо мінімальний та максимальний показники передаточних співвідношень:

$$i_{\zeta \ddot{a} \ddot{a} \min} = \frac{n_{\ddot{a} \min}}{n_{\ddot{o}.\ddot{e}.}} = \frac{15}{46} = 0,33 \quad (3.16)$$

$$i_{\zeta \ddot{a} \ddot{a} \max} = \frac{n_{\ddot{a} \max}}{n_{\ddot{o}.\ddot{e}.}} = \frac{28}{46} = 0,62 \quad (3.17)$$

Підбираємо чисельні показники щодо кількості зубів зірочок $z_{\ddot{e}}$ у механізмі привода за формулою:

$$i'_{\zeta \ddot{a} \ddot{a}} = \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8} \quad (3.18)$$

де $i'_{\zeta \ddot{a} \ddot{a}}$ - узагальнений показник передаточного відношення при виборі кількості зубів на зірочках у механізмі привода;

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

Відповідно:

$Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \cdot Z_7$ - показник кількості зубців на ведучих зірочках, шт.;

$Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6 \cdot Z_8$ - показник кількості зубців на ведених зірочках, шт.

Згідно вищевказаної формули знаходимо мінімальний та максимальний показники передаточних відношень:

$$i'_{\zeta\ddot{a}\min.} = \frac{21 \cdot 21 \cdot 13 \cdot 13}{21 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 26} = 0,33 \quad (3.19)$$

$$i'_{\zeta\ddot{a}\max.} = \frac{21 \cdot 12 \cdot 23 \cdot 13}{21 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 13} = 0,64 \quad (3.20)$$

Знаходимо значення частоти обертання висівного диску $n'_{\ddot{a}.j}$, а також значення колової швидкості $g'_{\ddot{a}j}$ при нових показниках розрахованого загального передаточного відношення $i'_{\zeta\ddot{a}.j}$:

$$n'_{\ddot{a}.j} = n_{\ddot{o}.e.} \cdot i'_{\zeta\ddot{a}.j} \quad (3.21)$$

$$g'_{\ddot{a}j} = \frac{\pi \cdot d_{\ddot{a}} \cdot n'_{\ddot{a}j}}{6 \cdot 10^4} \quad (3.22)$$

Тоді:

$$n'_{\ddot{a}.min} = n_{\ddot{o}.e.} \cdot i'_{\zeta\ddot{a}\min} = 46 \cdot 0,33 = 15 \text{ об/хв.} \quad (3.23)$$

$$n'_{\ddot{a}.max} = n_{\ddot{o}.e.} \cdot i'_{\zeta\ddot{a}\max} = 46 \cdot 0,64 = 29 \text{ об/хв.} \quad (3.23)$$

Тепер відповідно знаходимо мінімальний та максимальний показники колової швидкості диску:

$$g'_{\ddot{a}\min} = \frac{\pi \cdot d_{\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a}\min}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 15}{6 \cdot 10^4} = 0,14 \text{ м/с,} \quad (3.24)$$

$$g'_{\ddot{a}\max} = \frac{\pi \cdot d_{\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a}\max}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 29}{6 \cdot 10^4} = 0,28 \text{ м/с,} \quad (3.25)$$

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

Визначаємо нові значення норм висіву для кукурудзи q'_{pj} при відповідно нових значеннях $n'_{\bar{a},j}$:

$$q'_{pj} = \frac{K_{\bar{a}} \cdot n'_{\bar{a}j}}{60 \cdot g_{\bar{n}}}$$

Тоді:

$$q'_{p \min} = \frac{K_{\bar{a}} \cdot n'_{\bar{a} \min}}{60 \cdot g_{\bar{n}}} = \frac{60 \cdot 15}{60 \cdot 1,9} = 8 \text{ шт./пог. м.} \quad (3.26)$$

$$q'_{p \max} = \frac{K_{\bar{a}} \cdot n'_{\bar{a} \max}}{60 \cdot g_{\bar{n}}} = \frac{60 \cdot 29}{60 \cdot 1,9} = 15,3 \text{ шт./пог. м.} \quad (3.27)$$

Відтоді нові чинники щодо відстані між сусідніми насінинами кукурудзи у рядку a'_{ij} при наступних значеннях q'_{pj} :

$$a'_{i \min} = \frac{10^2}{q'_{pj}} = \frac{10^2}{15,3} = 6,5 \quad (3.28)$$

$$a'_{i \max} = \frac{10^2}{q'_{\max}} = \frac{10^2}{8} = 12,5 \quad (3.29)$$

Ми можемо зробити висновок проте, що чинна конструкція механізму привода повністю задовольняє роботі сівалки та забезпечить якісну сівбу з заданим діапазоном відповідно до агротехнічних вимог.

Згідно кінематичної схеми роботи сівалки УПС-8 визначимо частоти обертання валів механізму приводу, що йдуть до вала висівного апарату:

$$n_{mj} = \frac{n_{(m-1)j} \cdot z_k}{z_{(k+1)}} \quad (3.30)$$

де $n_{(m-1)}$, n_m - чисельні значення частот обертання на ведучому та відповідно веденому валах механізму за заданою j -ою нормою висіву кукурудзи при q'_j , об/хв.;

$z_{(k+1)}$, z_k - кількість зубів зірочок відповідно як на ведучому так і на

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

веденому валах механізму приводу при вже розрахованому значенні $i'_{\text{çää.j}}$,
хв.

Тепер: якщо $q'_{\text{pmin}} = 8$ шт./пог. м., то тоді $i'_{\text{çäämin.}} = 0,33$.

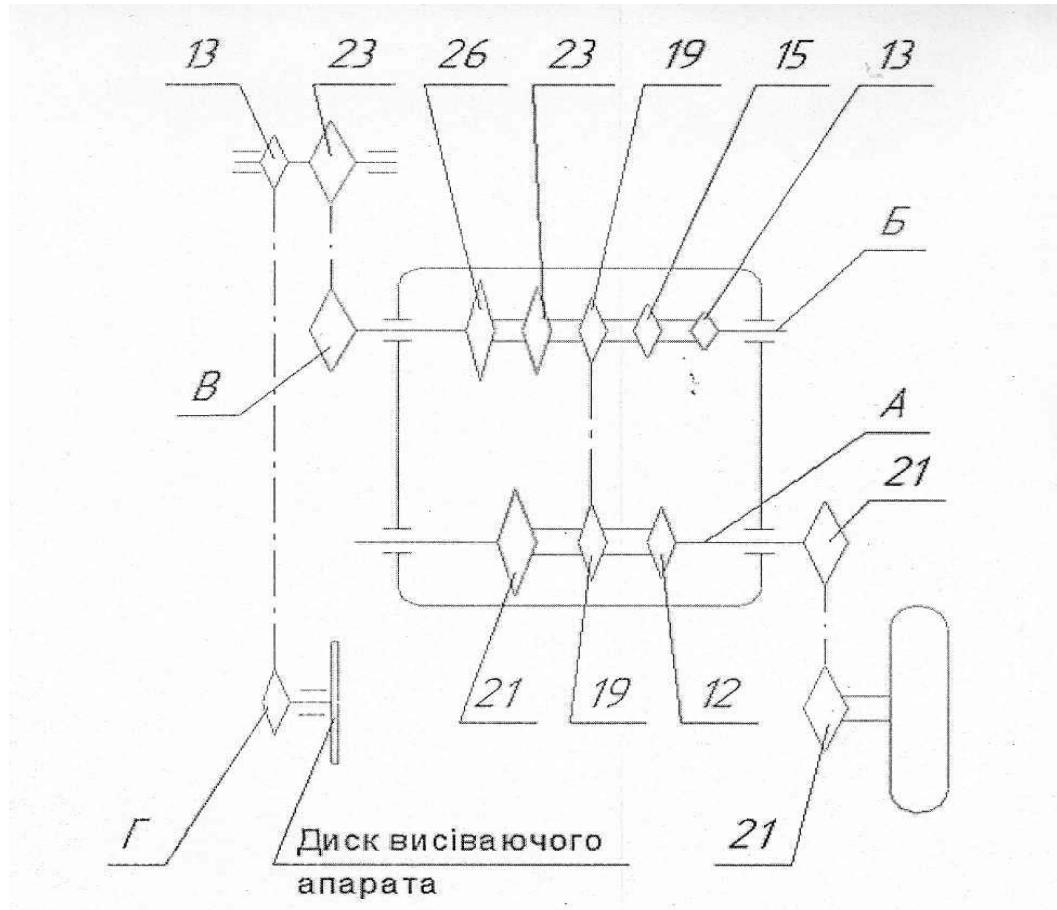


Рис.12. Кінематична схема механізму передач від ходового колеса сівалки до вала висівного апарата.

Згідно діючої схеми:

$$n_1 = n_{\text{д.д.}} = 46 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{46 \cdot 21}{21} = 46 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = \frac{n_2 \cdot z_3}{z_4} = \frac{46 \cdot 21}{19} = 51 \text{ об/хв.}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot z_5}{z_6} = \frac{51 \cdot 13}{23} = 29 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = \frac{n_4 \cdot z_7}{z_8} = \frac{29 \cdot 13}{26} = 15 \text{ об/хв.}$$

Тепер: якщо $q'_{p\max} = 15,3 \text{ шт./пог. м.}$, то тоді $i'_{\text{çãä.max}} = 0,64$.

Відповідно частоти обертання будуть дорівнювати:

$$n_1 = n_{\text{õ.ê.}} = 46 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{46 \cdot 21}{21} = 46 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = \frac{n_2 \cdot z_3}{z_4} = \frac{46 \cdot 12}{19} = 29 \text{ об/хв.}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot z_5}{z_6} = \frac{29 \cdot 23}{23} = 29 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = \frac{n_4 \cdot z_7}{z_8} = \frac{29 \cdot 13}{13} = 29 \text{ об/хв.}$$

3.5. Силовий розрахунок механізму привода до валу висівного апарата.

Проведемо визначення максимального значення крутного моменту, що може стабільно забезпечує ходове колесо сівалки:

$$M_{\text{õ.ê.}} = \frac{f \cdot G \cdot D_{\text{ê.}}}{2K}, \quad (3.31)$$

де f - показник зчеплення з ґрунтом ($f = 0,4$);

K - чинник, що враховує кількість опорно-приводних коліс на начіпній сівалці, шт.;

$G = G_c - n \cdot (G_n + R_c)$ - чинник, що враховує вагу сівалки, яка діє на ходові колеса, Н;

де G_c - чинник сили ваги даної сівалки з наповненими ємностями насінням кукурудзи та добривами, відповідно експлуатаційна вага, Н;

n - показник, що враховує кількість секцій на сівалці, шт.,

G_n - чинник сили ваги однієї секції сівалки, Н;

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

R_c - сила тиску натискної пружини сошників, Н.

Відтак:

$$G = G_c - n \cdot (G_n + R_c) = 18700 - 8 \cdot (550 + 576) = 9692 \text{ Н} \quad (3.32)$$

Відповідно:

$$M_{\delta.e.} = \frac{f \cdot G \cdot D_e}{2K} = \frac{0,4 \cdot 9692 \cdot 0,74}{2 \cdot 2} = 717 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо показники мінімальних та максимальних значень крутних моментів на приводних валах механізмів сівалки.

Ці розрахунки показників крутних моментів при $i'_{\text{çäâmin.}} = 0,33$ потрібні для визначення мінімального крутного моменту на приводному валу висівного апарату. Такі розрахунки допомагають забезпечити умову руйнування самої насінини кукурудзи в разі ефекту її заклинення. А при максимальному значенні $i'_{\text{çäâmax}} = 0,62$ вже проводимо розрахунки на міцність.

$$M_m = \frac{M_{(m-1)} \cdot \eta \cdot z_k}{z_{(k+1)}}, \quad (3.33)$$

де $M_m; M_{(m-1)}$ - чинник, що враховує крутні моменти як на веденому та і на ведучому валах сівалки, **Н · м**

η - ККД проміжної пари передачі (для ланцюгової передачі $\eta = 0,90 \dots 0,93$).

Згідно кінематичної схеми сівалки УПС-8 буде виконуватися наступні рівності:

$$M_{1\min} = M_{1\max} = M_{\text{ñê}} = 354 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{2\min} = M_{1\max} = \frac{M_{\text{ñê}} \cdot \eta \cdot z_1}{z_2} = \frac{717 \cdot 0,92 \cdot 21}{21} = 660 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{3\min} = \frac{M_{2\min} \cdot \eta \cdot z_3}{z_4} = \frac{660 \cdot 0,92 \cdot 12}{19} = 383 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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

$$M_{3\max} = \frac{M_{2\max} \cdot \eta \cdot z_3}{z_4} = \frac{660 \cdot 0,92 \cdot 21}{19} = 670 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{4\min} = \frac{M_{3\min} \cdot \eta \cdot z_5}{z_6} = \frac{383 \cdot 0,92 \cdot 13}{23} = 199 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{4\max} = \frac{M_{3\max} \cdot \eta \cdot z_5}{z_6} = \frac{670 \cdot 0,92 \cdot 23}{23} = 97 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{5\min} = \frac{M_{4\min} \cdot \eta \cdot z_7}{z_8} = \frac{199 \cdot 0,92 \cdot 13}{26} = 92 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{5\max} = \frac{M_{4\max} \cdot \eta \cdot z_7}{z_8} = \frac{617 \cdot 0,92 \cdot 13}{13} = 586 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тепер ми робимо перевірку умови здатності обертання самого висівного диску, коли відбувся принцип заклинення насінини, тобто:

$$M_{g\min} > M_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}}.$$

де $M_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}} = \frac{F_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}} \cdot d_{\ddot{a}}}{2}$ – момент, що визначає руйнацію насінини, **Н · м**,

$F_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}}$ - зусилля руйнації самої насінини, Н (для кукурудзи дорівнює $F_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}} = 200 \text{ Н}$).

Звідки момент руйнації:

$$M_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}} = \frac{F_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}} \cdot d_{\ddot{a}}}{2} = \frac{200 \cdot 0,180}{2} = 18 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{g\min} > M_{\delta\acute{o}\acute{e}\acute{i}}.$$

$$92 > 18$$

Тобто, умова виконується, що свідчить про процес руйнації насіння кукурудзи в момент її заклинення.

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

3.6. Енергетичний розрахунок

При застосуванні агрегату в процесі сівби, показник потужності трактора як енергетичного засобу, є вагомим чинником. Також він є відповідальним при визначенні структури машини та техніко-економічних показників. Крім того, для якісної роботи посівного агрегату на полях зі схилами, необхідно розрахувати показники його стійкості повздовжньої та поперечної.

Порушення або невиконання таких вимог щодо стійкого руху агрегату на схилах може призвести до аварійної ситуації, а саме, перекидання трактора з послідовними трагічними наслідками. Тому бажано не втрачати момент з порушенням керованості трактора. Надійність роботи на схилах забезпечують правильний вибір шин і термін їх експлуатації.

3.6.1. Розрахунок вибору трактора з умови повздовжньої стійкості агрегату

Розглянемо таблиці тягових характеристик колісних тракторів. Згідно чинної таблиці вибираємо колісний трактор-МТЗ-82.

Негативним моментом в роботі посівного агрегату є його нестійкість в повздовжній площині, тобто коли виконується рух трактора з начіпним знаряддям на полях зі схилами (рис. 13.).

Сама стійкість посівного агрегату забезпечується чинником запасу повздовжньої стійкості X_f . Якщо чисельне значення в такій нерівності $X_f \leq 0,4$, то це є безпосередньо умовою стійкого положення посівного агрегату, а якщо навпаки $X_f > 0,4$ - то є момент виникнення негативного процесу, тобто порушення стійкості в русі.

Показник, що характеризує стійкість агрегату, знаходимо за наступною формулою:

$$X_f = G_f \cdot \dot{a}_f / G \cdot a \quad (3.34)$$

де:

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

G_f – показник діючої сили ваги сівалки, кН; $G_f = 18,70$ кН;

$\dot{a}_f$ – чисельне значення повздовжньої координати центра ваги даної сівалки, м; $\dot{a}_f = 0,57$ м;

G – чинник сили ваги трактора, кН; $G = 48,4$ кН;

$\dot{a}$ – чисельний показник повздовжньої координати центра ваги самого трактора відносно вісі ведучих коліс, м; $\dot{a} = 0,45$ м.

Тепер чисельні значення підставляємо до формули 3.34:

$$X_f = G_f \cdot \dot{a}_f / G \cdot a = 18,70 \cdot 0,57 / 48,4 \cdot 0,45 = 0,49 \approx 0,5$$

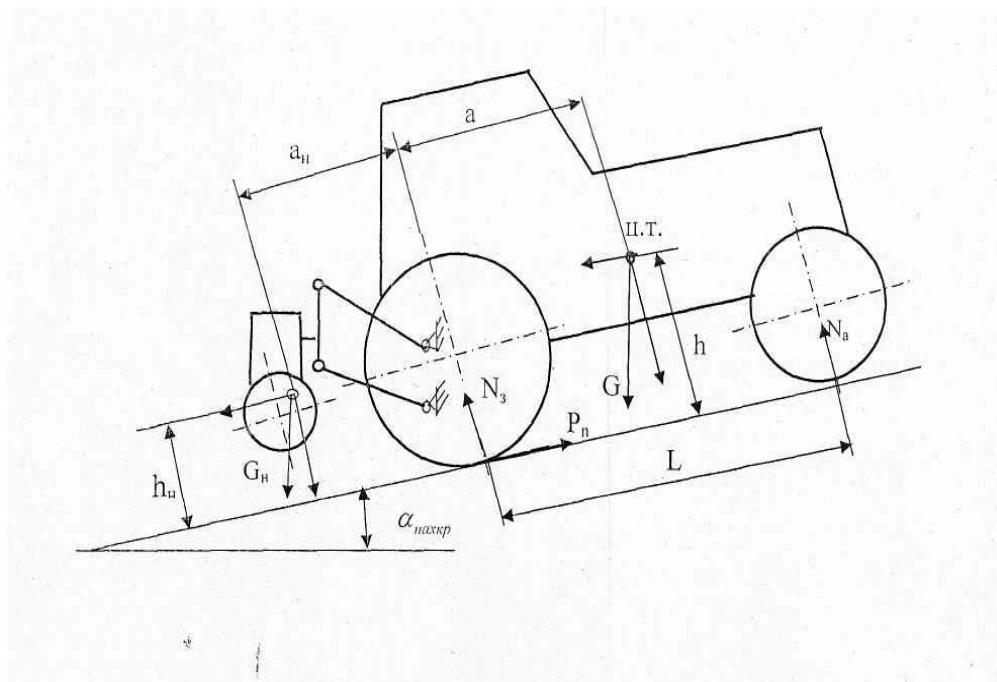


Рис. 13. Запропонована схема енергозасобу з начіпною сівалкою в процесі її руху на схилі.

Чинник запасу повздовжньої стійкості при рівності $X_f = 0,5$ перевищує допустиме чисельне значення нерівності $X_f \leq 0,4$, тому умова стійкості в роботі посівного агрегату не забезпечується. Для подальшої стійкої роботи є потреба в установленні додаткових вантажів на передню частину трактора. Чисельне значення додаткового вантажу ΔG має бути таким, щоб після його закріплення він не перевищував показнику в паспортних даних щодо

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

енергетичного засобу, а відповідно значення показника X_f зменшилося до діючих допустимих меж.

З конструктивних міркувань та діючих допустимих норм приймаємо $\Delta G = 2 \text{ кН}$.

Маємо виконувати повторні перерахунки з урахуванням додаткових вантажів, щоб все ж таки забезпечити умову запасу повздовжньої стійкості за такою формулою:

$$X_f = G_f \cdot a_f / (G \cdot a + \Delta G \cdot a_x) \quad (3.35)$$

a_x - чисельне значення показника повздовжньої координати центра ваги з врахуванням додаткових вантажів до вісі ведучих коліс самого трактора, м; $a_x = 2,9 \text{ м}$.

Тепер знаючи складові формули визначаємо:

$$\begin{aligned} X_f &= G_f \cdot a_f / (G \cdot a + \Delta G \cdot a_x) = \\ &= 18,70 \cdot 0,57 / (48,4 \cdot 0,45 + 2 \cdot 2,9) = 0,39 \end{aligned}$$

Тепер показник запасу повздовжньої стійкості $X_f = 0,39$ в даній умові не перевищує допустиме чисельне значення $X_f \leq 0,4$. Відповідно умова стійкості агрегату виконується. При виборі енергетичного засобу, в даному випадку трактор МТЗ-82, бажано перевірити навантаження на його передні та задні колеса, з метою уникнення перенавантаження.

Допустимі чинники навантаження з табличних джерел: для передніх коліс $[N_f] = 12 \text{ кН}$, та для задніх - $[N_{\zeta}] = 33,7 \text{ кН}$.

Розраховуємо навантаження на передні колеса за такою формулою:

$$N_f = \frac{(G \cdot a + \Delta G \cdot a_x - G_f \cdot a_f - (G + \Delta G + G_H) \cdot f \cdot r_K)}{L} \quad (3.36)$$

Показник навантаження на задні колеса визначаємо за такою формулою:

$$N_{\zeta} = G + \Delta G + G_H - N_f \quad (3.37)$$

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

f - чинник, що враховує перекочування (для культивованого поля $f = 0,2$);

r_K - радіус кочення ведучих коліс трактора, м; $r_K = 0,73$;

L - чинник повздожньої бази трактора МТЗ-82, м; $L = 2,45$ м.

Дані значення підставляємо до вищевказаних формул і проводимо розрахунки:

$$N_{\bar{f}} = \frac{(G \cdot a + \Delta G \cdot a_x - G_f \cdot a_f - (G + \Delta G + G_H) \cdot f \cdot r_K)}{L} =$$

$$= \frac{(48,4 \cdot 0,45 + 2 \cdot 2,9 - 18,70 \cdot 0,57 - (48,4 + 2 + 18,70) \cdot 0,2 \cdot 0,73)}{2,45} =$$

$$= 2,79 \text{ кН}$$

$$N_{\zeta} = G + \Delta G + G_H - N_{\bar{f}} = 48,4 + 2 + 18,70 - 2,79 = 66,31 \text{ кН}$$

При складенні агрегату, тобто сівалки УПС-8 трактором МТЗ-82, виявлені чинники навантажень на передні колеса відповідають умові, а саме $N_{\bar{f}} = 2,79 \text{ кН} < [N_{\bar{f}}] = 12 \text{ кН}$, проте навантаження на задні колеса трактора значно перевищують значення допустимих $N_{\zeta} = 66,31 \text{ кН} > [N_{\zeta}] = 33,7 \text{ кН}$ і відповідно, не задовольняють чинній умові.

Робимо перевірку умов перенавантаження бази задніх коліс у відсотках:

$$\delta = \frac{N_{\zeta} - [N_{\zeta}]}{[N_{\zeta}]} \leq [\delta] = 40\%$$

$$\delta = \frac{N_{\zeta} - [N_{\zeta}]}{[N_{\zeta}]} = \frac{66,31 - 33,7}{33,7} = 96\% > [\delta] = 40\%$$

Отримана умова не виконується, що свідчить про недосконалість конструкції та використання утвореного агрегату на полях зі значними схилами.

3.6.2. Перевірка посівного агрегату на поперечну стійкість.

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

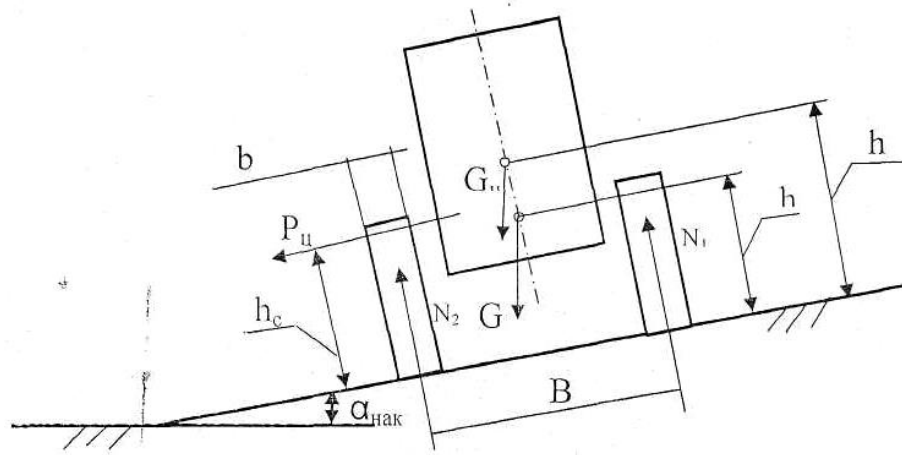


Рис. 14. Розрахункова схема посівного агрегату при його русі на поперечному схилі.

Показник критичного кута нахилу схилу за такою формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\varepsilon \delta} = [\operatorname{tg} \alpha_{\tilde{a} \delta \hat{a} i} (1 - X'_i) / (1 + \delta_i)] - f$$

$$\alpha_{\varepsilon \delta} = \arctg \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_{\tilde{a} \delta \hat{a} i} \cdot (1 - X'_H)}{1 + \delta_H} - f \right) < \varphi \text{ або } \operatorname{tg} \alpha_{\varepsilon \delta} < \operatorname{tg} \varphi,$$

де $\alpha_{\tilde{a} \delta \hat{a} i}$ - чисельний показник граничного кута самого нахилу схилу,

град; $\operatorname{tg} \alpha_{\tilde{a} \delta \hat{a} i} = \frac{a}{h}$;

h - вертикальна складова координати центра ваги трактора, м;

$\delta_H = \frac{\xi_H}{\xi - \Delta \xi}$ - безрозмірний коефіцієнт;

$\operatorname{tg} \varphi = f_C = 0,4$ - відповідний показник зчеплення ведучих коліс трактора МТЗ-82 з ґрунтом, що маю достатню вологість для сівби кукурудзи.

Відтоді знаходимо граничний кут нахилу схилу:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\tilde{a} \delta \hat{a} i} = \frac{a}{h} = \frac{0,45}{0,821} = 0,548$$

$$\alpha_{\tilde{a} \delta \hat{a} i} = 28,73^\circ$$

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

Визначаємо значення безрозмірного коефіцієнту:

$$\delta_H = \frac{\xi_H}{\xi - \Delta\xi} = \frac{18,70}{48,4 + 2} = 0,371$$

$$\operatorname{tg} \varphi = f_C = 0,4$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} 0,4 = 20,36^\circ$$

Тоді значення критичного кута нахилу дорівнює:

$$\begin{aligned} \alpha_{\varepsilon\delta} &= \operatorname{arctg} \cdot \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_{\text{адд.}} \cdot (1 - X'_H)}{1 + \delta_H} - f \right) = \\ &= \operatorname{arctg} \cdot \left(\frac{0,548 \cdot (1 - 0,39)}{1 + 0,378} - 0,1 \right) = 8,18^\circ < 20,36^\circ \\ \operatorname{tg} \alpha_{\varepsilon\delta} &= 0,144 \end{aligned}$$

Дійсно видно, що чинна умова, де $\operatorname{tg} \alpha_{\varepsilon\delta} = 0,144 < \operatorname{tg} \varphi = 0,4$ виконується, а раз так, то тоді даний посівний агрегат без зайвих перешкод виїде на схил зі значенням кута $\alpha_{\varepsilon\delta} \leq 8,12^\circ$.

3.7. Розрахунок деталей на міцність

3.7.1. Розрахунок підшипників радіального типу.

Виконаємо перевірочний розрахунок встановлених підшипників ходового колеса сівалки на його довговічність.

Перед цим підбираємо і пропонуємо підшипник радіальний однорядної серії, що має з двох боків з ущільнювачі 180204 ГОСТ 882-75 з відповідними параметрами:

Чисельний чинник зовнішнього діаметра – 47мм;

значення показника внутрішнього діаметра підшипника – 20мм;

його ширина складає – 14мм.

Чинник динамічної вантажопідємності підшипника – 12,8 кН.

Відтоді, номінальна довговічність визначається за наступною формулою:

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

$$L_{\gamma} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{z}{P} \right)^3,$$

де n – чинник, що враховує кількість обертів внутрішнього кільця підшипників і визначається за такою формулою:

$$n = \frac{60 \cdot \mathcal{G}_c}{7,2 \cdot 2 \cdot R_{\text{сò}}}$$

де $\mathcal{G}_c$ – чинник швидкості просапної сівалки, $\mathcal{G}_c = 1,87$ м/с;

$R_{\text{сò}}$ – чинник статичного радіуса колеса сівалки, $R_{\text{сò}} = 0,241$ м;

D – еквівалентний показник заданого навантаження на вибраний підшипник і визначається за такою формулою:

$$P = F_2 \cdot \varepsilon \cdot k_{\sigma} \cdot k_t,$$

F_2 – максимальні чисельні показники навантаження на підшипник:

$$F_2 = \sqrt{R_B^x{}^2 + R_B^y{}^2} = \sqrt{1053^2 + 838^2} = 1374 \text{ Н};$$

ε – чинник, що враховує обертання внутрішнього кільця, $\varepsilon = 1,0$;

k_{σ} – чинник безпеки в роботі більш навантажених вузлів щодо довговічності;

k_t – температурний чинник в роботі підшипника, $k_t = 1,1$

$$P = 1374 \cdot 1,0 \cdot 1,8 \cdot 1,1 = 2676 \text{ Н}$$

$$n = \frac{60 \cdot 1,87}{7,2 \cdot 2 \cdot 0,241} = 32,71_{\text{хв.}^{-1}}$$

$$L_{\gamma} = \frac{10^6}{60 \cdot 32,71} \left(\frac{12700}{2676} \right)^3 = 57228,56 \text{ год.}$$

Отриманий чинник номінальної довговічності роботи підшипника в повній мірі відповідає терміну його служби та гарантує надійну роботу вузла вцілому.

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

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальна частина.

4.1.1. Загальна надана характеристика і аналіз небезпечних та шкідливих факторів в роботі вдосконаленої машини УПС-8.

В технологічному процесі проведення сівби просапних культур заданим посівним агрегатом на обслуговуючий персонал впливають багато різних як фізичних так і інших факторів, а саме:

- наявність елементів конструкції та будь яких частин і механізмів, які виконують різні рухи, в тому числі і обертальні (наприклад, вали висівних апаратів; зубчасті колеса системи приводів, ланцюги, опорно-приводні колеса);
- підвищені норми викидів пилу та інших брудних газів повітря в обслуговуючій робочій зоні;
- різке підвищення температурних показників повітря в обслуговуючій зоні та будь яких поверхонь посівного агрегату;
- значно підвищений рівень чинників шуму, вібрацій, який видають різні обертальні робочі органи сівалки та двигун енергетичного засобу або трактора;
- незахищені рухомі частини посівного агрегату можуть принести різні ступені травм та пошкоджень обслуговуючому персоналу.

Підвищений рівень шуму може викликати травму барабанних перетинок, а також їх розрив, дещо погіршується стан нервової системи та психіка працюючої людини.

Постійні вібрації, високі межі коливань амплітуди викликають суттєві порушення нервової та серцевої системи людини. Всі ці негативні фактори знижують захисні реакції та процеси, що відбуваються в організмі людини, а саме: головний біль, безсоння, різка втома та інше.

4.1.2. Запропоновані заходи по створенню відповідних нормальних і нешкідливих умов праці обслуговуючого персоналу.

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

Несприятливі шкідливі речовини можуть забруднювати повітря самої робочої зони, де знаходиться працівник, при виконанні певних сільськогосподарських робіт. Наприклад, в діючій робочій зоні механізатор стикається з пилом, випускними газами від мотора трактора, кількості пари і аерозолі від отрутохімікатів. І все це знаходиться у повітрі та поступово сідає на робочі органи техніки, одяг працівника та інше. Відповідно до чинних стандартів, основними заходами, що розроблені та направлені на боротьбу з вищевказаними шкідливими речовинами, можуть полягати в наступному, а саме:

- по-перше, використання новітніх пристроїв та інших технічних засобів, що знижують показники запиленості окремо взятої робочої зони;
- по-друге, організація та сам процес проходження періодичних медичних оглядів має бути обов'язковим та якісним;
- втретє, обов'язкове використання заздалегідь підготовлених індивідуальних засобів захисту обслуговуючого персоналу.

Відповідно санітарно-гігієнічні норми щодо рівня вібрації повинні відповідати діючим сучасним вимогам. Значний вплив величини шуму та різних вібрацій, що діють на працівника, мають бути контрольованими і обов'язково всі шумові процеси замінені на безшумні; також використання демпферів для гасіння різних частин посівного агрегату; процес балансування механізмів сівалки, що мають обертальних рух, (тобто приводний вал вентилятора, вали висівних та туковисівних апаратів та багато інших вузлів); проведення запланованих різних технічних оглядів та профілактичних ремонтних робіт згідно плану або діючого графіку.

Сучасна кабіна трактора має бути обладнана заводом-виробником різними пристроями для регулювання і забезпечення різних параметрів, наприклад, чинників мікроклімату з постійним очищенням повітря за допомогою наявних фільтрів.

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

При виконанні польових робіт у південних областях, де влітку зовнішнє повітря є сухим і значно нагрітим, для забезпечення мікроклімату в кабіні агрегату використовують відповідний повітроохолоджувач з випаровуючим елементом.

Постійний захист обслуговуючого працівника від пилу, що може частково проходити до кабіни, здійснюється за допомогою встановленого вентилятора з пилевідокремлювачем.

4.1.3. Різні заходи по забезпеченню умов праці на посівному агрегаті.

Різні нещасні випадки, заздалегідь трапляються при постійних порушеннях технічного стану машини або трактора, а саме при відсутності різних загороджувальних пристроїв при певних ремонтах, при постійних змащуваннях підшипникових вузлів трактора та сівалки, при неправильному зберіганні сівалки УПС-8 на майданчику підприємства, а також при використанні несправного інструменту; ігноруванню щодо спеціального захисного одягу, незадовільний рівень знань деяких працівників щодо чіткого виконання правил техніки безпеки.

Щодо попередження виникнення різних нещасних випадків мають виконуватися наступні моменти:

- окремі вузли та механізми сівалки УПС-8 при монтажах або демонтажах не повинні нести загрозу здоров'я працівника;
- різні рухомі частини сівалки мають бути захищені металевими кожухами;
- колісний трактор обладнаний начіпкою з автоматичним замком-упором. Його функція полягає у безпечному приєднанні для подальшої сівби та від'єднанні сівалки УПС-8 від енергетичного засобу з послідуєчим її зберіганням;
- механізм передач та інші конструктивні органи оснащені шплінтами, які тримають певне навантаження. Особливо це стосується різних валів, коли відбувається перенавантаження

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

допустимих меж. В таких випадках, штифти або шпонки зрізуються і передача самого крутного моменту не відбувається;

- різне електрообладнання трактора та уніфікованої системи контролю (УСК) сівалки УПС-8 повинні бути справними, діюча проводка надійно ізольованою, всі кабелі та проводи розміщені в безпечних місцях, подалі від обертальних елементів, і також мають бути захищені від небажаного потрапляння до роботи вузлів;
- стандартні вузли і деталі, що забезпечують роботу гідросистеми, повинні чітко фіксувати сівалку у транспортному положенні, коли виникає потреба у її обслуговуванні.
- сам процес очищення сошників від ґрунту виконується завдяки встановленим металевим чистикам. Вони досить легко регулюються або замінюються без зайвого інструменту, якщо виникає в цьому потреба.
- кут нахилу поперечної стійкості, визначений і обґрунтований в науковій частині, начіпної сівалки УПС-8 з трактором МТЗ-80/82 має не перевищувати 30°;
- при агрегуванні трактора з начіпною сівалкою УПС-8, навантаження на його керуючі колеса мають не перевищувати 20% від загальної ваги всього агрегату;
- при виконанні технологічного процесу сівби працівник повинен мати доступ щодо чіткого огляду роботи основних вузлів, а відповідно максимально створений комфорт у кабіні повинен сприяти цьому.

Різні об'ємні вузли також обладнуються спеціальними місцями для проведення стропування з подальшим підйманням сівалки, а також є безпечні місця для встановлення домкратів, якщо є в цьому потреба. Такі місця виділені іншою фарбою, для того щоб відрізнитися від кольору, яким

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

пофарбована сівалка. А самі місця, де встановлюються домкратів, позначаються наступними літерами “ДК”.

Рама сівалки УПС-8 має закріплену з заводу табличку з написом, що свідчить про запобігання транспортування самої сівалки у піднятому стані по дорогах загального призначення з повними бункерами.

Діючі робочі органи сівалки УПС-8, а саме висівні апарати, при сівбі можуть забиватися і тим самим створювати небезпеку працівнику. Тому сівалка передбачає уніфіковану систему контролю, яка подає сигнал у кабіну трактора про певні порушення в процесі сівби. Такий прилад виключає безпечні моменти в роботі посівного агрегату.

4.1.4. Заходи з пожежної профілактики.

По-перше, трактор, що утворює посівний агрегат разом з сівалкою, обладнується з заводу протипожежними засобами – вогнегасником, а також відрами та лопатою.

По-друге, завод-виробник випускну систему трактора, для боротьби з вихлопними газами, обладнав аерогасником. Його якісна робота полягає у зменшенні вихідних газів в атмосферу до діючих стандартів. Сама територія підприємства та місце де зберігається техніка, обладнується необхідними засобами пожежогасіння, а це можуть бути вогнегасники марки ОУ-8, лопати, металеві ящики з піском, брезенти.

4.2. Спеціальна частина.

4.2.1. Розрахунок необхідних заходів, що надають безпеку при переводі сівалки УПС-8 з робочого положення в транспортне.

При проведенні технічного обслуговування сівалки з подальшим забезпеченням надійної роботи всіх механізмів сівалки, вона обладнується пристроями, які забезпечують її чітке стійке положення. Для цього передбачено заводом-виробником конструкція спеціально закріплених упорів для якісного проведення технічного огляду.

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

Тому виконаємо перевірочні розрахунки на стійкість сівалки за допомогою металевої підставки (рис. 15).

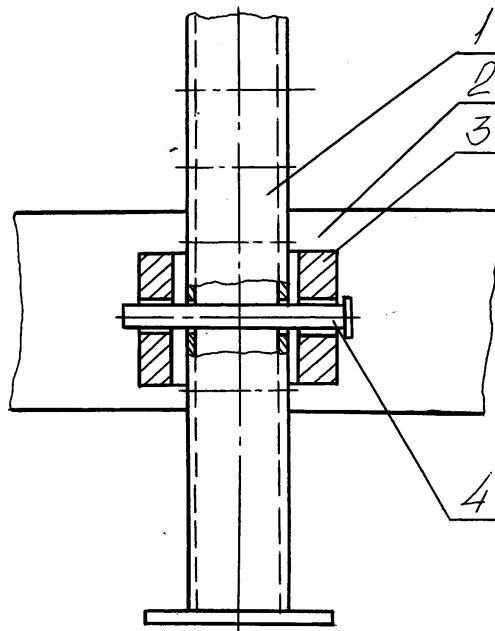


Рис. 15. Схема встановлення підставки для сівалки УПС-8.

1 – металева опора, 2 - рама начіпної сівалки, 3 - кронштейн, 4 - штир.

Сама підставка виготовлена зі сталі 45. Штир, що фіксує положення висоти сівалки, має квадратний перетин зі стороною $a = 5 \text{ см}$ і довжиною $l = 1 \text{ м}$. Треба відзначити, що довжина вибрана з конструктивних міркувань, тобто доступного обслуговування та зберігання сівалки. Основний чинник - це допустиме напруження $[\sigma] = 60 \text{ МПа}$, а відповідно стискувальна сила від завантаження сівалки $P = 6,3 \text{ кН}$.

Тепер визначаємо наступні параметри:

Тобто площа дорівнює:

$$F = a^2 = 5^2 = 25 \text{ см}^2$$

Момент інерції визначаємо за наступною формулою:

$$I = \frac{a^4}{12}$$

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

Тепер підставляємо значення:

$$I = \frac{5^4}{12} = 52,1 \text{ см}^4$$

Відповідно значення радіусу інерції знаходимо зі слідуючого співвідношення:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \frac{a}{\sqrt{12}}$$

Тоді:

$$i = \frac{5}{\sqrt{12}} = 1,45 \text{ см}$$

Необхідна довжина підставки:

$$l_{i\delta.} = \lambda \cdot i$$

Тоді:

$$\lambda = l_{i\delta.} / i = 70 / 1,45 = 48,3$$

Згідно довідника $[\sigma_{i\delta.}] = \varphi \cdot [\sigma_{-1}]$.

$[\sigma_{i\delta.}]$ - допустиме напруження підставки сівалки.

$[\sigma_{-1}]$ - значення допустимого показника напруження.

φ - коефіцієнт, що враховує зменшення допустимого напруження.

$$[\sigma_{i\delta.}] = 0,6 \text{ МПа}$$

Розрахуємо максимальний показник навантаження на підставку:

$$[\sigma_{\max.}] = \frac{P}{F}$$

$$[\sigma_{\max.}] = \frac{6,3 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^4} = 2,52 \text{ МПа}$$

$[\sigma_{\max.}] = 2,25 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{пр}}] = 36 \text{ МПа}$, умова виконується, тобто стійкість підставки забезпечена з високим запасом навантаження на неї.

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

5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МАШИНИ

В процесі проведених розробок та вдосконалень в даній магістерській роботі в конструкцію базової машини, а саме просапної сівалки УПС-8 були внесені наступні зміни до висівного апарату.

Детальний огляд та опис виконаних змін наведений в науковій частині самої магістерської роботи. У висівному апараті, з метою зниження втрат показника розрідження, зменшено саму товщину висівного диску, що забезпечило більш щільне його притискання до поліамідної прокладки. Такі зміни суттєво знизили ймовірність забивання комірок посівним матеріалом та відходами, зменшили час на технічне обслуговування вузла на 20хв за проведену зміну.

Очікуваний річний економічний ефект споживача модернізованої машини:

$$E_{pcn} = [(E_{\text{вб}} + E_n \cdot \Pi_{\text{квб}}) + (E_{\text{вм}} + E_n \cdot \Pi_{\text{квм}})] \cdot \Pi_{\text{екм}} \cdot P_{\text{зм}} \quad (5.1)$$

$$E_{pcn} = [(547,48 + 0,16 \cdot 1749,6) - (505,3 + 0,16 \cdot 1610,4)] \cdot 2,66 \cdot 50 = 8573 \text{ грн.}$$

Отриманий показник для споживача модернізованої сівалки УПС-8 є позитивним. Цей факт свідчить про ефективність та доцільність запропонованих вдосконалень в науковій та інженерних частинах даної роботи. Наведені вище розрахунки надають можливість рекомендувати таку сівалку у виробництво.

Повний проведений розрахунок техніко-економічної ефективності сівалки УПС-8 наведено у додатках магістерської роботи.

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

6. ВИСНОВКИ

В науковій частині даної магістерської роботи був проведений літературний аналіз конструкцій різних пневматичних сівалок для сівби просапних культур. Були розглянуті вітчизняні і закордонні аналоги, також визначені недоліки та переваги в роботі висівних систем. Економічна складова відносно цін на нашу техніку дозволила зробити висновок проте, що найбільш пристосованою до сівби насіння кукурудзи та інших просапних культур є сівалка УПС-8. Тому в роботі були чітко визначені предмет, об'єкт та задачі наступних досліджень.

Також в науковій та інженерних частинах магістерської роботи були розглянуті три випадки щодо впливу та визначення величини розрідження в вакуумній камері, а саме: коли насінина знаходиться на певній відстані від присмоктувальної комірки висівного диска, потім насінина знаходиться в початковій фазі присмоктування, тобто транспортується до самої комірки потоком утвореного повітря і насінина вже присмоктувалась до комірки і починає обертатися разом із висівним диском. Як відомо, стабільне значення розрідження суттєво впливає на якість висіву насіння просапних культур, тому втрати розрідження в вакуумній зоні ми досягли за рахунок зменшення товщини самого висівного диску - на 0,4мм. Більш щільне і надійне притискання його по площі поліамідної прокладки також унеможливило процес ймовірного забивання комірок посівним матеріалом.

В розділі "Охорона праці" був розроблений заходи для виконання професійної роботи обслуговуючого персоналу. В спеціальній частині розділу виконано перевірочні розрахунки на стійкість сівалки за допомогою металевої підставки, що дозволила небезпечно проводити різні роботи по обслуговуванню машини.

Розрахунок економічних показників підтвердив доцільність та правильність проведених вдосконалень.

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

Список літератури

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.

2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.

3. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з курсу «Конструкція, робочі процеси і розрахунки сільськогосподарських машин» (машини для вирощування сільськогосподарських культур). / Сисолін П.В., Осипов І.М., Онопа В.А., Мороз С.М. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – 63 с. (№784)

4. Методичні вказівки для виконання курсових проектів для студентів спеціальностей 8.090215 «Машини та обладнання с.-г. виробництва», 8.091902 «Механізація сільського господарства», 8.092902, «Механізація переробки та зберігання с.-г. продукції» – Кіровоград, КДТУ, 2001.

5. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5475>

6. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с. URL: <http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/10/Сільськогосподарські-машини.-Основи-теорії-та-розрахунку-.pdf>

7. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.

8. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г.

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

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. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 235 с.

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

ДОДАТКИ

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			УПС 00.020 СБ	Висівний апарат		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	УПС 00.020.001	Бункер зерновий	1	
		2	УПС 00.020.002	Щиток пластиковий		
		3	УПС 00.020.003	Щиток металевий	1	
		4	УПС 00.020.004	Важіль	1	
		5	УПС 00.020.005	Заслінка		
		6	УПС 00.020.006	Кришка	1	
		7	УПС 00.020.007	Корпус	1	
		8	УПС 00.020.008	Ворушилка	1	
		9	УПС 00.020.009	Вал	1	
		10	УПС 00.020.010	Штир	1	
		11	УПС 00.020.011	Втулка пластик	1	
		12	УПС 00.020.012	Центральний вал	1	
		13	УПС 00.020.013	Підшипник	1	
		14	УПС 00.020.014	Диск	1	
		15	УПС 00.020.015	Фланець	1	
		16	УПС 00.020.016	Прокладка	1	
		17	УПС 00.020.017	Кришка контролю висіву	1	
		18	УПС 00.020.018	Циферблат	1	
		19	УПС 00.020.019	Гвинт М6х25	1	
		20	УПС 00.020.020	Заслінка регулююча	1	
		21	УПС 00.020.021	Пружина	1	
		22	УПС 00.020.022	Болт М6х30	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	УПС 00.020	
Розроб.	Лазаренко				Висівний апарат	Літера
Перевірює	Кісільов					Лист
						Листів
Н. контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. ГМ-21М(1,9)	
Затв.	Лещенко					

[illegible]

[illegible]

5.1 Оцінка техніко-економічного рівня модернізованої машини.

Для визначення впливу виконаних у конструкторській частині проекту розробок на техніко-економічний рівень базової машини визначимо величини основних абсолютних та відносних показників, які його характеризують:

Коефіцієнт уніфікації конструкції:

$$K_y = (D_z - D_{op}) / D_z \quad (5.1)$$

$$K_{y\bar{o}} = (322 - 62) / 322 = 0,807$$

$$K_{y_m} = (326 - 68) / 326 = 0,791$$

Коефіцієнт стандартизації конструкції:

$$K_{CT} = D_{CT} / D_z \quad (5.2)$$

$$K_{CT\bar{o}} = 96 / 322 = 0,298$$

$$K_{CT_m} = 94 / 326 = 0,288$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності:

$$K_{кп\bar{o}} = H_z / D_z \quad (5.3)$$

$$K_{кп\bar{o}} = 4885 / 322 = 15,17$$

$$K_{кп_m} = 4912 / 326 = 15,07$$

Собівартість модернізованої машини:

$$C_m = \frac{C_{\bar{o}} - C_{п\bar{o}}}{M_{\bar{o}} - M_{п\bar{o}}} (M_m - M_{п_m}) + C_{п_m} \quad (5.4)$$

$$C_m = \frac{112500 - 22320}{1550 - 248} (1547 - 232) + 13923 = 104658 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання експлуатаційного часу:

$$K_{ек_m} = \frac{T_{ек\bar{o}} + \frac{T_{го} + T_{лп}}{60}}{T_{з_m}} \quad (5.5)$$

$$K_{вр_m} = \frac{T_{вр\bar{o}} + \frac{T_{то}}{60}}{T_{з_m}} \quad (5.6)$$

$$K_{вpm} = \frac{6,7 + \frac{30}{60}}{10} = 0,72$$

$$K_{екм} = \frac{6,1 + \frac{35}{60}}{10} = 0,66$$

Продуктивність машини за 1 годину робочого та експлуатаційного часу

$$П_{зм} = П_o \cdot K_{вр} \quad (5.7)$$

$$П_{ек} = П_o \cdot K_{ек} \quad (5.8)$$

$$П_o = 0,1 \cdot B \cdot V \quad (5.9)$$

$$П_{змб} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,2 \cdot 0,67 = 2,7 \text{ га/год.}$$

$$П_{змм} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,2 \cdot 0,72 = 2,9 \text{ га/год.}$$

$$П_{екб} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,2 \cdot 0,61 = 2,46 \text{ га/год.}$$

$$П_{екм} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,2 \cdot 0,66 = 2,66 \text{ га/год.}$$

Питома собівартість порівнювальних машин

$$C_n = C / П_{ек} \quad (5.10)$$

$$C_{нб} = 112000 / 2,46 = 45528,5 \text{ грн/га/год.}$$

$$C_{нм} = 104658 / 2,66 = 39345 \text{ грн/га/год.}$$

Питома матеріалоемність сівалок:

$$П_{м} = M / П_{ек} \quad (5.11)$$

$$П_{мб} = 1550 / 2,46 = 630 \text{ кг/га/год.}$$

$$П_{мм} = 1547 / 2,66 = 581,6 \text{ кг/га/год.}$$

Відносний показник рівня уніфікації конструкції:

$$B_y = K_{ym} / K_{yb} \quad (5.12)$$

$$B_{ку} = 0,791 / 0,807 = 0,98$$

Відносний показник рівня стандартизації конструкції:

$$B_{cm} = K_{cm} / K_{cmб} \quad (5.13)$$

$$B_{cm} = 0,288 / 0,298 = 0,967$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності

$$B_{kn} = K_{nm} / K_{nб} \quad (5.14)$$

$$B_{kn} = 15,07 / 15,17 = 0,993$$

Відносний показник рівня питомої собівартості:

$$B_{nc} = \Pi_{сб} / \Pi_{cm} \quad (5.15)$$

$$B_{nc} = 45528,5 / 39345 = 1,157$$

Відносний показник рівня питомої матеріаломісткості

$$B_{nm} = \Pi_{мб} / \Pi_{mm} \quad (5.16)$$

$$B_{nm} = 630 / 581,6 = 1,083$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня модернізованої машини:

$$Y_{тер} = \sum_i^m a_i \cdot B_{\partial i} \quad (5.17)$$

де a_i – коефіцієнт вагомості i -го відносного показника $B_{\partial i}$;

m - кількість відносних показників, які взяті до розрахунку

$$Y_{тер} = 0,15 \cdot 0,98 + 0,1 \cdot 0,967 + 0,1 \cdot 0,993 + 0,35 \cdot 1,157 + 0,3 \cdot 1,083 = 1,073$$

Те, що величина узагальненого показника більше одиниці свідчить про те, що внесені в базову машину конструктивні зміни підвищили її техніко-економічний рівень в 1,073 рази.

5.2. Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини

Витрати на проектування конструкції

$$B_n = H_{op} \cdot T_{кон} \cdot Z_{нк} \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \left(1 + \frac{\Pi_c}{100}\right) \quad (5.18)$$

де $T_{кон}$ – сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, год.;

B_c – відрахування на соціальне страхування, %;

P_c – процент посередніх витрат.

$$B_n = 16 \cdot 100 \cdot 34,5 \cdot \left(1 + \frac{22}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) = 235704 \text{ грн}$$

Витрати на розробку технології виготовлення:

$$B_m = H_{op} \cdot T_m \cdot 3_{nm} \cdot \left(1 + \frac{B_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{P_c}{100}\right), \quad (5.19)$$

де T_m – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі, г

$$B_m = 16 \cdot 70 \cdot 34,5 \cdot \left(1 + \frac{22}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{250}{100}\right) = 164992,8 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення технологічного оснащення:

$$B_{осн} = H_{op} \cdot \sum_i^m K_{тос(i)} \cdot K_{ком(i)} \cdot Ц_{ос(i)}, \quad (5.20)$$

де m – кількість груп оснащення (штампи, пристосування, вимірювальний та допоміжний інструменти);

$K_{тос(i)}$ – коефіцієнт технологічного оснащення по i -й групі;

$K_{ком(i)}$ – кількість комплектів оснащення i -ї групи, шт;

$Ц_{ос(i)}$ – ціна одиниці оснащення i -ї групи, грн.

$$\hat{A}_{інт.} = 16(0,3 \cdot 2 \cdot 5000 + 0,2 \cdot 2 \cdot 2200 + 0,2 \cdot 3 \cdot 1200 + 0,2 \cdot 2 \cdot 800 + 0,2 \cdot 2 \cdot 500) = 81920 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідницького зразка модернізованої сівалки:

$$B_{\partial z} = (1,2 \div 1,35) \cdot C_m$$

$$B_{\partial z} = 1,25 \cdot 104658 = 130822,5$$
(5.21)

Витрати на виготовлення дослідної партії модернізованих сівалок:

$$B_{\partial n} = (1,1 \div 1,2) C_m \cdot H_m$$
(5.22)

де H_m – кількість машин у дослідній партії, шт.

$$B_{\partial n} = 1,2 \cdot 104658 \cdot 3 = 376768,8 \text{ грн}$$

Інші витрати на освоєння виробництва модернізованої машини

$$I_{нв} = \frac{K_{ін}}{100} \cdot \sum_i^5 B_i$$
(5.23)

де $K_{ін}$ – процент інших витрат на освоєння виробництва модернізованої сівалки

$$I_{нв} = \frac{20}{100} (235704 + 164992,8 + 81920 + 130822,5 + 376768,8) = 198041,6 \text{ грн.}$$

Сума витрат на проектування і освоєння виробництва модернізованої машини

$$B_{осв} = 235704 + 164992,8 + 81920 + 130822,5 + 376768,8 + 198041,6 = 1188249,7 \text{ грн.}$$

5.3. Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини

$$B_{нос} = \frac{B_{осв}}{H_{CP}} = 1188249,7 / 500 = 2376,5 \text{ грн.}$$
(5.24)

5.4. Визначення оптової ціни модернізованої машини

Оптова ціна модернізованої машини:

$$Ц_{опм} = Ц_{опб} \cdot \frac{\Pi_{екм}}{\Pi_{екб}} \cdot K_p$$
(5.25)

$$Ц_{опм} = 150000 \cdot \frac{2,66}{2,46} \cdot 0,96 = 149219$$

5.5. Визначаємо очікуваний річний економічний ефект виробника від впровадження у виробництво модернізованої машини

$$E_{pe} = (Ц_{онм} - C_m) - (Ц_{онб} - C_b) - E_n \cdot B_{noc} \quad (5.26)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат

$$E_{pe} = (149219 - 104658) - (150000 - 112500) - 0,15 \cdot 2376,5 = 6704,5 \text{ грн.}$$

5.6. Визначаємо очікуваний річний економічний ефект споживача модернізованої машини

5.6.1. Експлуатаційні витрати на 1 га посіву в грн./га:

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$З_n = P_{об} \cdot З_{тр} / П_{зм} \quad (5.27)$$

$$З_{но} = 30,5 / 2,7 = 11,3 \text{ грн./га}$$

$$З_{nm} = 30,5 / 2,9 = 10,5 \text{ грн./га}$$

Витрати на реновацію, ремонт та техдогляд за сівалкою

$$B_{амр} = \frac{K_n \cdot Ц_{он} \cdot (H_{ам} + H_{рм})}{100 \cdot П_{ек} \cdot P_{зм}} \quad (5.28)$$

де K_n – коефіцієнт переведу оптової ціни в балансову вартість;

$$B_{амрб} = \frac{1,3 \cdot 150000(15 + 9)}{100 \cdot 2,46 \cdot 50} = 380,5 \text{ грн/га}$$

$$B_{амрм} = \frac{1,3 \cdot 149219(15 + 9)}{100 \cdot 2,66 \cdot 50} = 350 \text{ грн/га}$$

$$E_{pe} = (149219 - 104658) - (150000 - 112500) - 0,15 \cdot 2376,5 = 6704,5 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію, ремонти та техдогляд за трактором обчислюємо аналогічно

$$B_{амртб} = \frac{1,3 \cdot 420000 \cdot (15 + 14,9)}{100 \cdot 2,46 \cdot 1350} = 49,2 \text{ грн/га}$$

$$B_{амртм} = \frac{1,3 \cdot 420000 \cdot (15 + 14,9)}{100 \cdot 2,66 \cdot 1350} = 45,5 \text{ грн / га}$$

Витрати на паливо:

$$B_n = \frac{P_{\partial} \cdot P_{\epsilon} \cdot C_n \cdot K_{\epsilon\partial}}{P_{зм}} \quad (5.29)$$

де P_{∂} – номінальна потужність двигуна, кВт;

P_{ϵ} – питомі витрати пального на 1 кВт. год.;

C_n – ціна 1 кг пального, грн.;

$K_{\epsilon\partial}$ – коефіцієнт використання потужності двигуна на польових операціях

$$B_{nm} = \frac{55 \cdot 0,2 \cdot 32 \cdot 0,8}{2,9} = 97 \text{ грн / га} \quad B_{нб} = \frac{55 \cdot 0,2 \cdot 32 \cdot 0,8}{2,7} = 104 \text{ грн / га}$$

Витрати на зберігання машини та трактора:

$$B_z = \frac{H_{зм} + H_{зм}}{P_{ек}} \quad (5.30)$$

де $H_{зм}$ та $H_{зм}$ нормативи витрат на зберігання машини та трактора, які припадають на 1 годину, грн.

$$B_{зб} = \frac{2,35 + 3,75}{2,46} = 2,48 \quad B_{зм} = \frac{2,35 + 3,75}{2,66} = 2,3$$

Сума експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю роботи або вироблюваної продукції, грн./га

$$E_{\epsilon\partial} = 11,3 + 380,5 + 49,2 + 104 + 2,48 = 547,48$$

$$E_{\epsilon м} = 10,5 + 350 + 45,5 + 97 + 2,3 = 505,3$$

5.6.2 Питомі капітальні витрати споживача, які припадають на 1 га посіву, грн.

$$\Pi_{\kappa\bar{\epsilon}} = \frac{1}{\Pi_{\epsilon\kappa}} \left(\frac{K_n \cdot \Pi_{on}}{P_{3M}} + \frac{K_n \cdot \Pi_{onm}}{P_{3m}} \right) \quad (5.31)$$

$$\Pi_{\kappa\bar{\epsilon}} = \frac{1}{2,46} \left(\frac{1,3 \cdot 150000}{50} + \frac{1,3 \cdot 420000}{1350} \right) = 1749,6$$

$$\Pi_{\kappa\bar{\epsilon}M} = \frac{1}{2,66} \left(\frac{1,3 \cdot 149219}{50} + \frac{1,3 \cdot 420000}{1350} \right) = 1610,4$$

Очікуваний річний економічний ефект споживача модернізованої машини

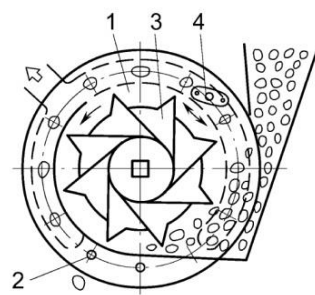
$$E_{pcn} = [(E_{\bar{\epsilon}\bar{\epsilon}} + E_n \cdot \Pi_{\kappa\bar{\epsilon}}) - (E_{\bar{\epsilon}M} + E_n \cdot \Pi_{\kappa\bar{\epsilon}M})] \cdot \Pi_{\epsilon\kappa M} \cdot P_{3M} \quad (5.32)$$

$$E_{pcn} = [(547,48 + 0,16 \cdot 1749,6) - (505,3 + 0,16 \cdot 1610,4)] \cdot 2,66 \cdot 50 = 8573 \text{ грн.}$$

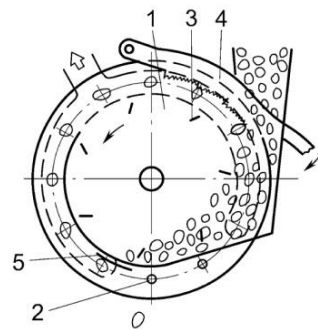
УПС 00.001 Н

[illegible]

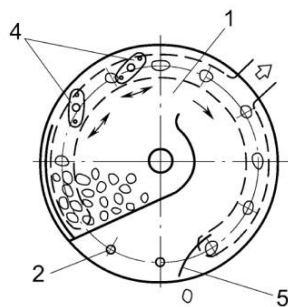
*Конструкції пневматичних
висівних апаратів*



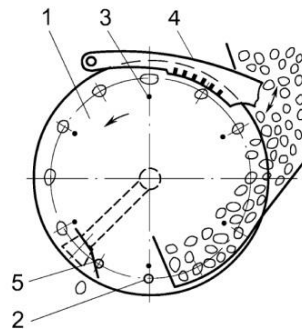
a



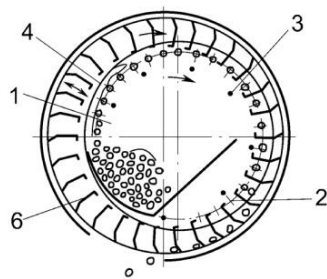
6



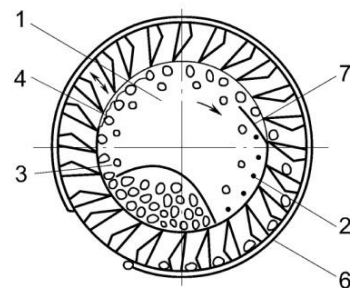
B



Г

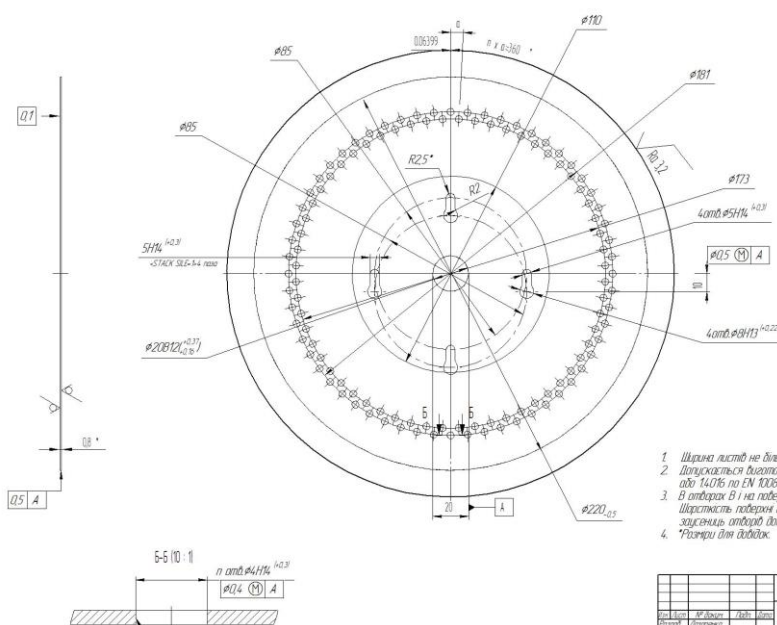


Д

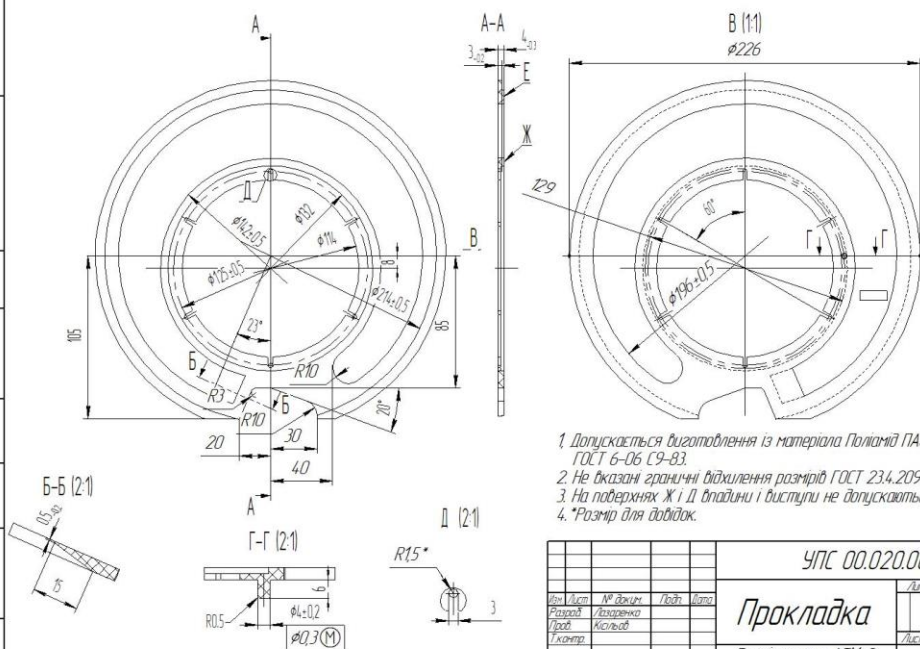


e

						УПС 00. 002 НЧ					
						Аналіз існуючих конструкцій					
Ім'я фамілії	Підпис	Дата	Стор.			Дат.	Місяц	Рік			
Присвоєний номер	Власник						-	11			
Назва об'єкта	Виконавець					Дат.	Місяц	Рік			
						ЛНТЗ пр. СШ-7743					



1. Ширина листів не більше 1500мм
2. Допускається виготовлення із матеріалів AISI 430, AISI A240 або 14106 по EN 10088-2 згідно позначення 2B1Ra Q,1Ra 101.
3. В отворі В і на поверхні деталі зазначені не допускається шорсткість поверхні диска не більше Ra 0,32В зоні зачистки зазначені отворі допускається шорсткість не більше Ra10.
4. *Розміри на доданок.

[illegible]

1. Допускається виготовлення із матеріала Поліамід ПА6-210/310 ГОСТ 6-06 С9-83.
2. Не вказані граничні відхилення розмірів ГОСТ 23.4.209-82.
3. На поверхнях Ж і Д опадини і виступи не допускаються.
4. *Розмір для відсіду.

[illegible]

