

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ,

к.т.н.,

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

**«Модернізація конструкції овочевої сівалки СУПО-6
з удосконаленням висівального апарата»**

Виконав здобувач вищої освіти __ П __ курсу,

групи ГМ(СМ)-21М(1.9)

ОІПІ «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____ Чернипенко Сергій Олександрович

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Віктор ДЕЙКУН

« ____ » _____ 2023 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			СУПЧ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по</u>		
				інженерній частині		
				Заново розроблена		
A1			СУПЧ 00.000 С2	Сівалка овочева СУПО-6	1	
A*			СУПЧ 00.000 СБ	Сівалка овочева СУПО-6	1	A2×4
A1			СУПЧ 00.010 СБ	Апарат висівний	1	
A1			СУПЧ 00.020 СБ	Сошник	1	
A1			СУПЧ 00.030 СБ	Секція	1	
A3			СУПЧ 00.614	Вал	1	
A3			СУПЧ 00.609	Диск	1	
A3			СУПЧ 00.603	Зірочка	1	
A3			СУПЧ 00.307	Котушка	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>науковій частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			СУПЧ 00.001 НЧ	Мета і задачі досліджень	1	
A1			СУПЧ 00.002 НЧ	Огляд овочевих сівалок		
				та висівних апаратів	1	
A1			СУПЧ 00.003 НЧ	Теоретичні дослідження	1	
A1			СУПЧ 00.004 НЧ	Результати експеримен-		
				тальних досліджень	1	
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата	СУПЧ 00.000 ВП Відомість магістерської роботи	
1	Ро	Чернишенко				
Перевірів	Дейкун					
Н. контр.	Мачок					
Затвердив	Леценко				ЦНТУ гр. ГМ(СМ)-21М(1,9)	
					Літера	Аркуш
						3
						1

ЗМІСТ

№ розділу	Структурна одиниця і розділ	Аркуш
1	Вступ.	5
2	Інженерна частина.	6
	2.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується. . .	6
	2.2. Опис об'єкта розробки.	7
	2.3. Технологічні розрахунки.	11
	2.4 Силовий аналіз механізмів.	17
	2.5. Розрахунки на міцність	19
	2.6. Висновки по розділу . . .	22
3	Наукова частина.	24
	3.1. Стан питання із сучасних технологій висіву овочевих культур.	24
	3.2. Огляд овочевих сівалок.	26
	3.3. Аналіз висівних апаратів для посіву овочевих культур.	31
	3.4. Теоретичні дослідження.	35
	3.5. Наукові висновки.	39
4	Охорона праці	40
5	Економічна частина.	45
6	Загальні висновки.	47
	Список використаної літератури	48
	Додатки	50

1. ВСТУП

Вирощування овочів – одна із самих трудоміких галузей сільського господарства. Набір овочевих культур, ареал їх розповсюдження визначають різноманітність технологічних процесів вирощування, агротехнічних вимог до машин та обладнання. При вирощуванні овочів механізовано такі операції: посів, посадка, догляд за рослинами, збір та післязбиральна обробка більшості овочевих культур – помідорів, капусти, цибулі, моркви та решти. Для отримання максимального економічного ефекту господарства впроваджують у виробництво комплексні розробки, які включають ряд взаємопов'язаних науково-технічних досягнень [1].

Запровадження нових інтенсивних та індустриальних технологій вирощування овочів є основним шляхом підвищення виробництва продукції овочівництва та покращення її якості [2].

Нові технології повинні базуватися на широкому застосуванні новітніх досягнень науки і використанні передових практик, ефективному використанні добрив, технічних засобів і решти матеріально-технічних ресурсів, чіткому дотриманні технологічної дисципліни.

При вирощуванні овочів за індустриальними технологіями для посіву насіння овочевих культур застосовують пунктирні й гніздові сівалки такі як сівалки точного висіву: СЛС-5,4; СУПО-6; СПЧ-6М.

Розробки кваліфікаційної магістерської роботи присвячені підвищенню точності висіву насіння овочевих культур, а саме, удосконаленню висіваючого апарата овочевої сівалки СУПО-6.

2. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

2.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується.

У теперішній час посів овочевих культур виконують за допомогою сівалок механічного та пневматичного типів. Коли використовують пневматичні сівалки, насіння овочевих культур потрібно попередньо дражувати, тобто покривати оболонкою, яка містить поживні речовини. Недоліком такого способу є потреба в достатній кількості ґрунтової вологи, яка є необхідною для проростання насіння; при цьому збільшується вартість посівного матеріалу.

У господарствах України посів овочевих культур здебільшого здійснюють сівалками типу СУПО-6. Сівалки цього типу користуються широким попитом, тому що мають невисоку вартість, прості та надійні в експлуатації і обслуговуванні. Але ці сівалки мають суттєвий недолік – низька точність висіву, через що перевитрачається посівний матеріал та виникають додаткові витрати, які вимагають ручної праці для формування потрібної густоти рослин в рядках.

Дана кваліфікаційна робота присвячена підвищенню точності висіву овочевої сівалки за рахунок заміни висівного апарату.

Овочева сівалка повинна забезпечити: рівномірний висів посівного матеріалу в заданих нормах і визначених схемах посіву; постійну і рівномірну глибину загортання посівного матеріалу у вологому шарі ґрунту; рівномірну подачу висіваючими апаратами посівного матеріалу незалежно від рівня заповнення зернових ящиків, нахилу посівного агрегату при русі в різних напрямках та від швидкості руху агрегату; висів без пошкодження посівного матеріалу рівними і паралельними рядками при однаковій ширині міжрядь.

2.2. Опис об'єкта розробки

Призначення машини

Сівалка овочева СУПО-6 – призначена для точного пунктирного і гніздового посіву насіння овочевих культур, а саме: томатів, перцю, огірків,

капусти, кабачків, баклажанів на рівних поверхнях та грядках, для рядкового посіву насіння столових коренеплодів, цибулі та зелені [3].

Будова сівалки та її складових частин

До складу сівалки овочевої СУПО-6 (рис. 2.1) входять: рама, два опорно-приводних колеса, шість посівних секцій, вентилятор, два маркери, два механізми передач, слідоутворювач, підніжка. Овочеву сівалку обладнано системою контролю висіву та датчиком рівня насіння в зернових бункерах.

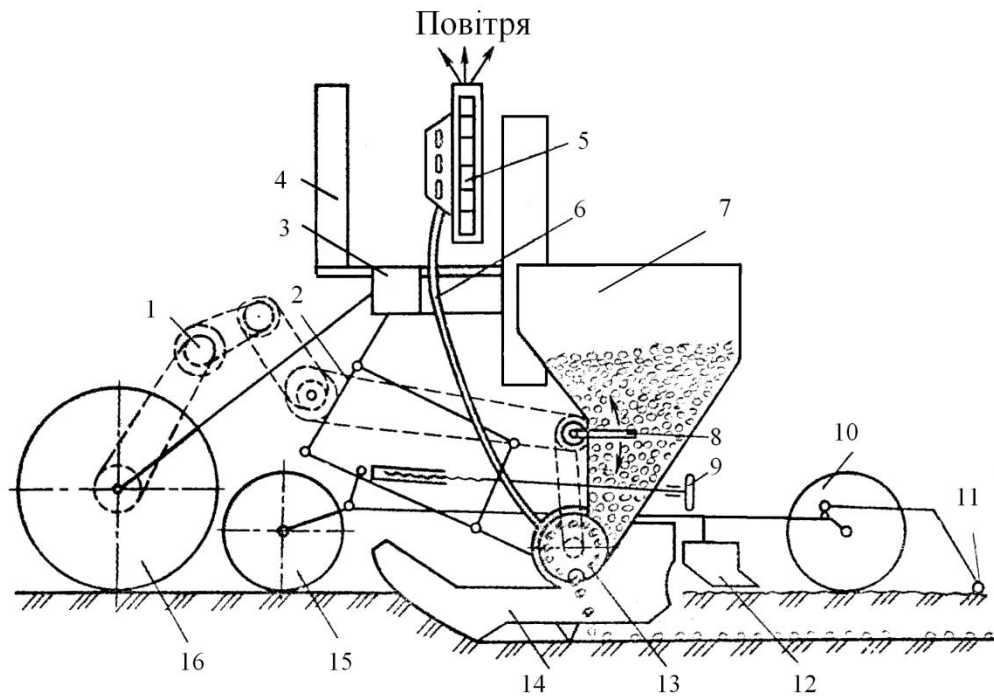


Рис. 2.1 Схема технологічного процесу сівалки СУПО-6: 1 – механізм передач; 2 – підвіска; 3 – брус-рама; 4 – навісний пристрій; 5 – вентилятор; 6 – повітряпровід; 7 – бункер; 8 – ворушилка; 9 – регулятор глибини; 10 і 15 – котки; 11 – шлейф; 12 – загортачі; 13 – висівний апарат; 14 – сошник; 16 – колесо.

Висівний апарат пневмомеханічного типу (рис. 2.2) складається із литого корпусу з живильною камерою для посівного матеріалу і кришки з підковоподібною камерою розрідження, між якими розміщено висіваючий диск з отворами, ворушила і накладка. Над корпусом розміщується бункер для посівного матеріалу.

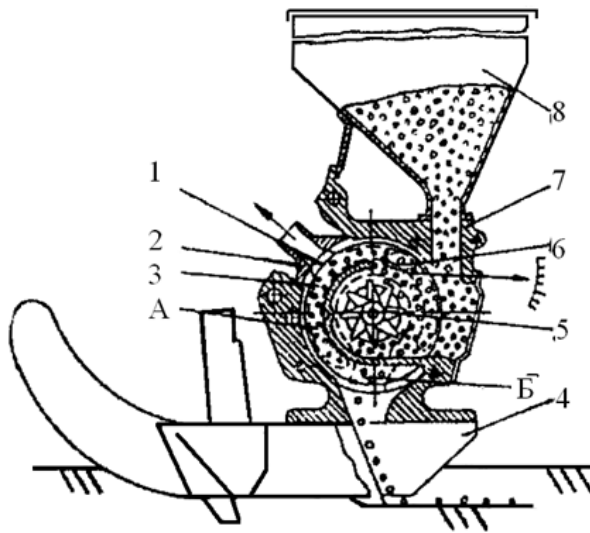


Рис. 2.2. Схема пневмомеханічного висівного апарата: 1 – капронова вставка; 2 – кришка з камерою розрідження; 3 – висівний диск; 4 – комбінований сошник; 5 – ворушилка; 6 – скидач; 7 – корпус; 8 – бункер; А – зона розрідження; Б – зона атмосферного тиску.

Принцип дії сівалки

Коли овочева сівалка переміщується полем з опущеними секціями, диски висіваючих апаратів обертаються. Посівний матеріал надходить у забірну камеру з бункера кожного висівного апарата, де присмоктується до отворів диска і обертальним рухом передається із забірної камери до нижньої частини корпусу висіваючого апарата. Лише насіння, що прилипає до диска, знімається штирями вилки і направляється до забірної камери. Коли отвори з насінням переходять із зони розрідження до зони атмосферного тиску, то насіння примусово зчищається з диска скидачем і потрапляє на дно борозенки, утвореної сошником. Заднє колесо секції прикочує рядок, сприяючи контакту насіння з ґрунтом і сприяє утриманню вологи біля них. Поверхня поля вирівнюється шлейфами, які рухаються позаду колеса посівної секції, після проходження сошників, при цьому зона рядка покривається мульчуючим шаром ґрунту.

Таблиця 2.1

Технічні дані сівалки СУПО-6

Найменування	Одиниця вимірювання	Значення
1	2	3
Тип машини	–	начіпна
Продуктивність: – за годину основного часу – за годину експлуатаційного часу	га	2,1 – 3,36 1,42 – 2,28
Робоча швидкість	км/год.	5– 8
Транспортна швидкість, не більше	км/год.	16
Ширина захвату	м	4,2; 4,8
Кількість обслуговуючого персоналу – основного (тракторист)	чол.	1
Маса сівалки: а) суха (конструктивна) – з комплектом робочих органів для виконання основної технологічної операції – з повним комплектом робочих органів, інструменту і запчастин б) експлуатаційна	кг	835±3% 850±3% 860±3%
Габаритні розміри: – в робочому положенні ширина довжина висота – в транспортному положенні ширина довжина висота	мм	4800 2000 3600 4000 2000 3600

Продовження табл. 2.1

1	2	3
Агротехнічні показники:		
– ширина міжрядь	см	50+90; 70; 50+110
– глибина загортання насіння	мм	20...50
– норма висіву насіння	кг/га	0,25...15,5
Агрегатується з тракторами класу		4; 1,4; 2,0;
Тяговий опір, не більше	кН	8,5
Ширина колії трактора	мм	1400; 1600
Дорожній просвіт, не менше	мм	350
Показники надійності:		
– строк служби до списання	років	8
– гарантійний строк служби	років	2
– коефіцієнт готовності		0,95
– середньозмінний час технічного обслуговування	год.	0,29

Опис розроблюваних вузлів

Основна вимога, пред'явлена до висіваючого апарату – рівномірно розподілити посівний матеріал по поверхні поля. Інші вимоги до висіваючого апарату як до дозатора: забезпечення кількісної рівномірності і постійності висіву; відсутність реакції на поштовхи при роботі на схилах і підйомах місцевості; універсальність; неможливість засмічення; непошкодження насіння при посіві; забезпечення легкої установки і норму висіву.

На сівалці СУПО-6 встановлено дискові пневматичні висіваючі апарати.

Процес пневматичного посіву насіння можна спрощено показати наступним чином: виділення через механіко-пневматичну дію розрідженого потоку насіння із суцільної маси, що знаходиться в бункері, корегування числа насіння, присмоктування до отвору, поштучна їх подача і транспортування через насіннепроводи до сошника, укладання в борозну і загортання їх ґрунтом із застосуванням для дозування або транспортування насіння, розрідження надлишкового тиску повітря.

У даній кваліфікаційній роботі пропонується замінити пневматичний висіваючий апарат на механічний. При цьому із конструкції сівалки буде видалено вентилятор, що знизить металоємкість машини на 52 кг і збільшить надійність роботи. За рахунок видалення двох мастильних вентиляторів буде зменшено час на щозмінне обслуговування.

Висіваючий апарат катушкового типу (рис. 2.3) забезпечує рівномірний висів насіння овочевих культур з широким діапазоном норм висіву; простий за конструкцією і надійний при експлуатації.

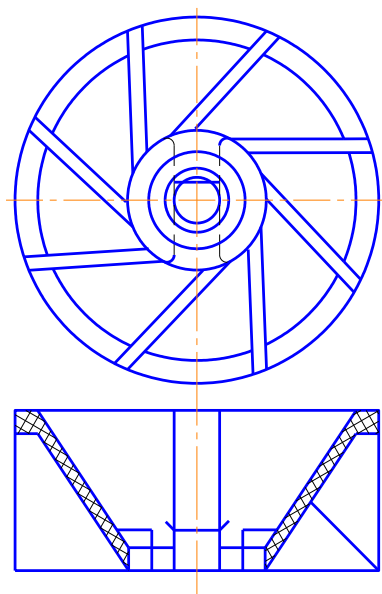


Рис. 2.3. Схема катушки.

Змінюємо висівний диск та катушку на деталі оригінальної конструкції, що дає змогу висівати насіння овочевих культур з різноманітними геометричними параметрами, що підвищує універсальність машини.

2.3. Технологічні розрахунки

Розрахунок катушкового висіваючого апарата

Процес роботи висіваючого апарата, який встановлено на овочевій сівалці, зводиться до наступного.

Катушка обертається, при цьому виникає потік насіння, до складу якого входить: посівний матеріал, який потрапив у жолобки, і посівний матеріал, який розташовується між катушкою і стінкою насінневої камери (так званий активний шар). Іноді за активним шаром можливе розташування і нерухомого шару посівного матеріалу (рис. 2.4).

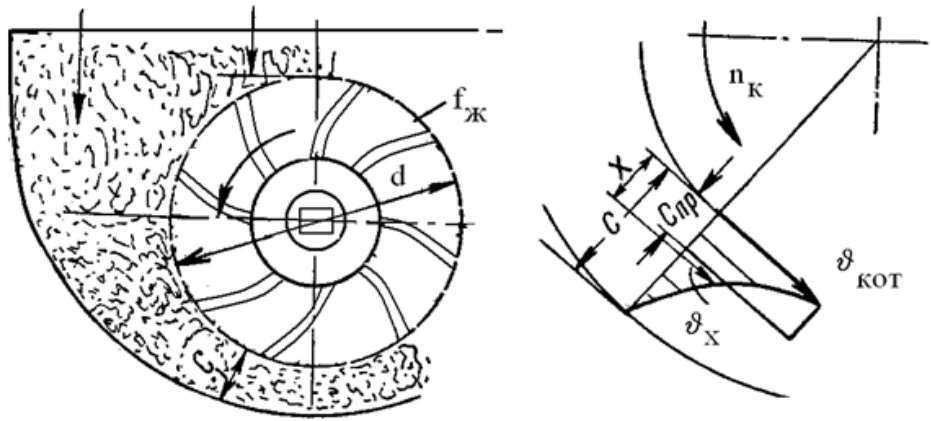


Рис. 2.4. Схема роботи котушкового висівального апарата

Об'єм насіння цибулі-чорнушки, викинутого котушкою за одне її обертання, складається із об'єму насіння, що потрапляє в жолобки $V_{\text{ж}}$ і об'єму насіння, що викинуте із активного шару $V_{\text{ак}}$:

$$V_0 = V_{\text{ж}} + V_{\text{ак}}$$

Значення $V_{\text{ж}}$ при заданих розмірах котушки визначається шляхом розрахунку (приймаємо з певним наближенням $V_{\text{ж}}$ дорівнює об'єму жолобків). Визначення $V_{\text{ак}}$ ускладнюється, в першу чергу тим, що швидкість руху посівного матеріалу може бути непостійною по товщині шару C (рис. 2.4), і вигляд функції визначається тільки дослідним шляхом і для конкретних умов.

Дослідження процесу роботи котушкового апарату показує, що зміна швидкості V_x руху посівного матеріалу в активному шарі виражається в першому приближенні наступною залежністю:

$$V_x = V_{\text{кот}} \left(1 - \frac{x}{c} \right)^m \quad (2.1)$$

$$\text{де: } V_{\text{кот}} = \frac{\pi d n_{\text{в}}}{60};$$

m – показник ступеня, який визначається дослідним шляхом.

Розраховуємо робочий процес апарата, орієнтуючись на приведену товщину $C_{\text{пр}}$ активного шару посівного матеріалу.

Використавши вираз (2.1), визначаємо зв'язок між C і $C_{\text{пр}}$:

$$V_{\text{кот}} \int_0^c \left(1 - \frac{x}{c}\right)^m dx = C_{\text{пр}} V_{\text{кот}},$$

звідки $C = C_{\text{пр}}(m+1)$.

За дослідним даним для цибулі-чорнушки:

$m=1,7$, $C_{\text{пр}}=2,5$ мм.

$C=2,5 \cdot (1,7+1)=6,75$.

Визначення робочого об'єму котушки висівного апарату.

Робочий об'єм V_0 котушки висівного апарату – це об'єм насіння, яке висівається нею за один її оберт.

Визначаємо розрахунковий робочий об'єм шляхом використання агротехнічних показників: норми висіву Q , ширини міжряддя a та передаточного відношення

$$i = \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{к}}} \quad (2.2)$$

від вісі опорно-приводних колес знаряддя до валу висіваючих апаратів, де $n_{\text{в}}$ і $n_{\text{к}}$ – значення обертів за хвилину вала апаратів і приводних колес.

Для овочевих сівалок $i=0,16$ [5].

За одне обертання опорно-приводного колеса овочева сівалка при нормі висіву $Q=5$ кг/га повинна висіяти таку кількість насіння:

$$M = \frac{\pi D_{\text{к}} Q B}{10^6}; \quad (2.3)$$

де: B – ширина захвату знаряддя, см;

$D_{\text{к}}$ – діаметр колеса.

$$M = \frac{3,14 \cdot 0,482 \cdot 5 \cdot 420}{10^6} = 0,003 \text{ кг/1 об. колеса.}$$

Кожен висівний апарат при цьому має висіяти

$$M_0 = \frac{\pi D_{\text{к}} Q a}{1000} \quad (2.4)$$

$$M_0 = \frac{3,14 \cdot 0,482 \cdot 5 \cdot 70}{1000} = 0,529 \text{ г/1 об. колеса}$$

За одне обертання колеса котушка має висіяти iV_0 , см³ насіння (де i –

передаточне відношення від колеса до валу висівних апаратів), тобто

$$iV_0 = V_{0к}$$

звідки

$$V_0 = \frac{V_{0к}}{i} = \frac{\pi D_k Q_a}{1000 \gamma i} \quad (2.5)$$

де: γ – об’ємна маса посівного матеріалу, для цибулі-чорнушки $\gamma = 510$ г/дм³.

$$V_0 = \frac{3,14 \cdot 0,482 \cdot 5 \cdot 70}{1000 \cdot 510 \cdot 0,16} = 0,006 \text{ см}^3.$$

Визначення розмірів катушки

Коли відомо значення приведеної товщини $C_{пр}$ активного шару посівного матеріалу, то розрахунковий робочий об’єм катушки виражаємо через розміри конструктивні катушки. Для певного об’єму $V_{ж}$ насіння, що потрапляє до жолобків, отримаємо:

$$V_{ж} = \beta f_{ж} z l_p; \quad (2.6)$$

де: $f_{ж}$ – площа перерізу жолобка;

z – число жолобків;

l_p – робоча довжина катушки;

β – коефіцієнт заповнення жолобків, $\beta = 0,9$.

При обраному діаметрі катушки $d = 78$ мм площу перерізу жолобка $f_{ж}$ і число жолобків z визначаємо за формою профілю жолобка (рис. 2.5).

Визначаємо площу жолобків висіваючої катушки:

$$f_{ж} = \frac{f_{зовн} - f_{внутр.}}{2} \quad (2.7)$$

$$f_{зовн} = \pi d_{зовн} h \quad (2.8)$$

$$f_{зовн} = 3,14 \cdot 78 \cdot 32 = 7837 \text{ мм}^2$$

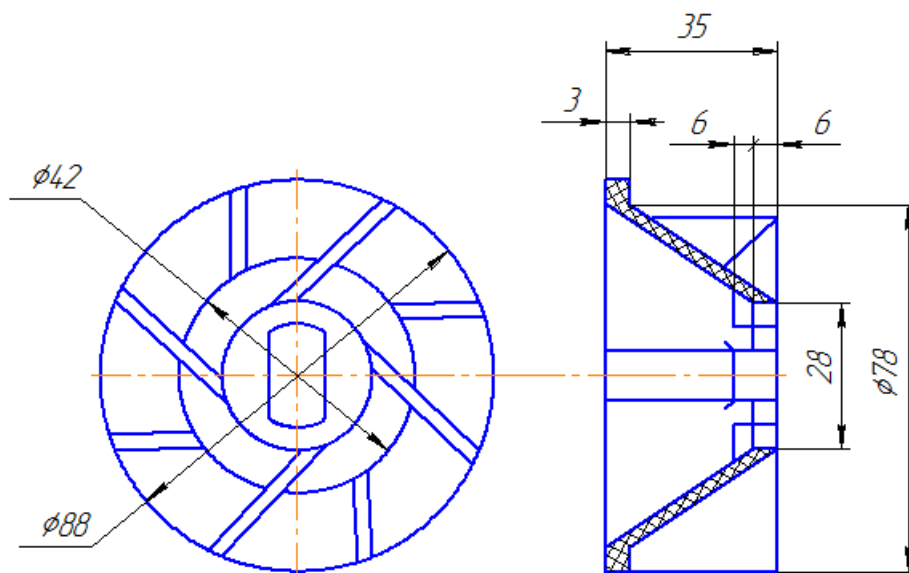


Рис. 2.5. Схема до розрахунку площі перерізу жолобків котушки.

$$f_{BH} = \pi d_{BH} h \quad (2.9)$$

$$f_{BH} = 3,14 \cdot 28 \cdot 32 = 2813 \text{ мм}^2.$$

$$f_{ж} = \frac{7837 - 2813}{2} = 2500 \text{ мм}^3$$

Приймаємо число жолобків $z=8$ з конструктивних міркувань. Визначаємо об'єм одного жолобка:

$$f_o = \frac{f_{ж}}{z} \quad (2.10)$$

$$f_o = \frac{2500}{8} = 312,5 \text{ мм}^3$$

Кількість насінин, висіяних на 1 погонний метр, залежить від якості посівного матеріалу та ширини міжрядь.

$$m_1 = \frac{Qa}{1000}, \quad (2.11)$$

де: Q – норма висіву посівного матеріалу;

a – ширина міжряддя.

Кількість насіння, що висівається одним апаратом сівалки при одному обертанні колеса:

$$m_o = m_1 \pi D = \frac{Qa\pi D}{1000i_o}, \quad (2.12)$$

де: D – діаметр ходового колеса знаряддя, $D=1,22$ м.

Кількість насіння, що висівається одним апаратом при одному обертанні катушки, при ігноруванні проковзування коліс:

$$q = \frac{m_1 \pi D}{i_o}, \quad (2.13)$$

де: i_o – передаточне число від висіваючого вала до колеса.

Позначивши об'ємну вагу насіння через ρ (г/см³), отримаємо відношення

$$\frac{q}{\rho} = V_o, \quad (2.14)$$

яке являє собою робочий об'єм висіваючого апарата, тобто об'єм, який заповнений насінням і може бути висіяний за одне обертання катушки:

$$V_o = \frac{Qa\pi D}{1000i_o\rho}. \quad (2.15)$$

Робочий об'єм висіваючого апарата складається із об'єму $V_{ж}$ посівного матеріалу, який потрапляє до жолобків, та об'єму $V_{ак}$ посівного матеріалу, викинутого з активного шару за одне обертання катушки.

$$V_o = V_{ж} + V_{ак}.$$

Формули 2.15 вказує, що об'єм V_o прямо пропорційний нормі висіву Q , ширині міжрядь a та діаметру колеса D і обернено пропорційний передаточному відношенню i та об'ємній вазі посівного матеріалу ρ .

Проектуючи висіваючий апарат, його розміри визначаємо із розрахунку висіву цибулі-чорнушки $\rho=510$ г/дм³.

Визначення довжини катушки

$$\ell = \frac{V_o}{f_o} = \frac{V_o}{\rho + f_{ак}}; \quad (2.16)$$

де: f_o – площа поперечного перерізу жолобка;

$f_{ак}$ – площа поперечного перерізу активного шару, для овочевих культур

$$f_{ак} = 0,75f_o. \quad (2.17)$$

Для визначення розрахункової довжини котушки:

$$L_k = \frac{Q\pi D}{1000i_0\rho \cdot 1,75f} \quad (2.18)$$

$$L_k = \frac{5,0 \cdot 70 \cdot 3,14 \cdot 1,22}{1000 \cdot 0,468 \cdot 510 \cdot 1,75 \cdot 312,5} = 0,032 \text{ м},$$

це відповідає запропонованій робочій довжині котушки.

Об'єм насіння, яке потрапляє до жолобків:

$$V_{\text{ж}} = 0,9 \cdot 2500 \cdot 8 \cdot 32 = 576000 \text{ мм}^3.$$

Маса насіння, висіяного за одне обертання котушки:

$$q_0 = 10^{-6} \left(fz\beta + \frac{\pi d_k (1 - e^{-b_0 c_1})}{B_0} \right) L_k \rho \quad (2.19)$$

де: e – основа натурального логарифма;

c_1 – зазор на виході між котушкою та денцем;

b_0 – коефіцієнт пропорційності; $b_0 = 0,35 \dots 0,4$;

d_k – діаметр котушки.

$$q_0 = 10^{-6} \cdot \left(312,5 \cdot 8 \cdot 0,9 + \frac{3,14 \cdot 78 \cdot (1 - e^{-0,352})}{0,35} \right) \cdot 32 \cdot 510 = 2,5 \text{ г}.$$

2.4. Силовий аналіз механізмів

Розрахунок паралелограмної підвіски посівної секції. Підвіски сошників та посівних секцій є важливими елементами вузлів загального призначення сівалки, бо за їх допомогою сошники та посівні секції приєднуються до рами ходової системи сівалки. Розрахунки параметрів підвісок зводяться до сил, що діють на сошник або секцію, тобто досягнення рівноважного стану діючих на сошник сил, що забезпечує стійкий рух сошника на заданій глибині.

Рівновагу сошника (посівної секції знаряддя) з паралелограмною підвіскою (рис. 2.6) забезпечує умова:

$$Qh_1 + R_H h_4 = R_x h_2 + R_z h_1 + R_0 h_3 \quad (2.20)$$

де: Q – сила ваги секції (сошника) знаряддя, Н;

R_H – сила тиску пружини натискної штанги, Н;

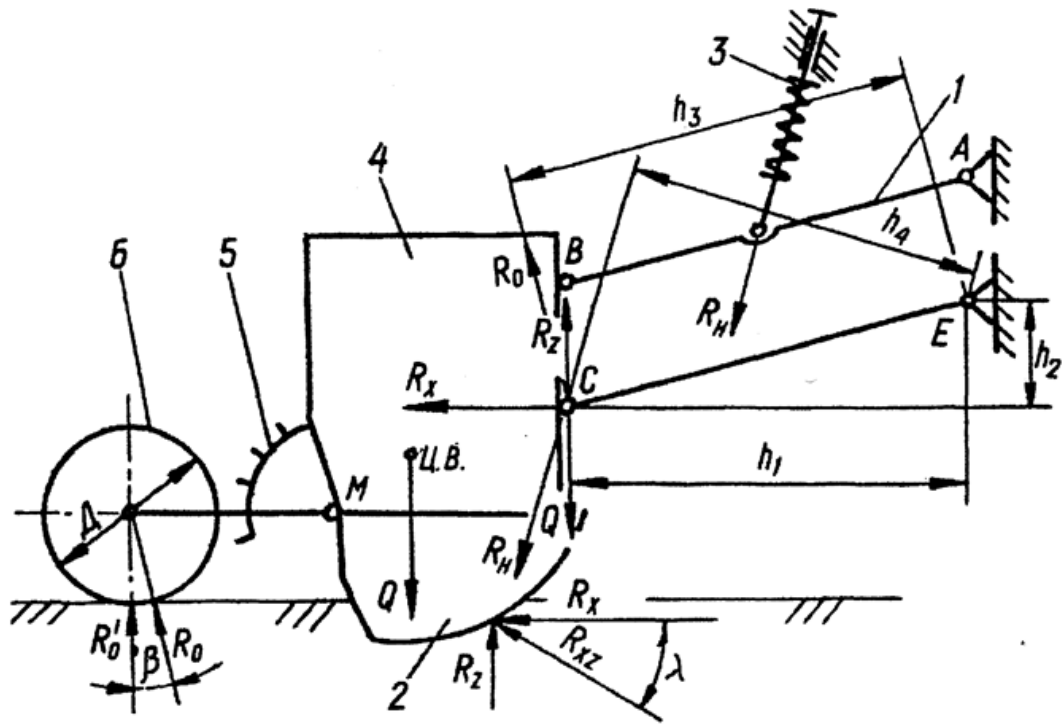


Рис. 2.6. Розрахункова схема паралелограмної підвіски посівної секції:

1 – паралелограмна; 2 – сошник; 3 – натискна штанга з пружиною;

4 – висівна система; 5 – регулятор глибини ходу сошника;

6 – прикочу вальний коток.

R_x – сила опору сошника знаряддя (при глибині ходу 6...10 см відповідно $R_x=300...500$ Н);

$R_z=R_x \tan \lambda$; – вертикальна реакція ґрунту, яка діє на сошник знаряддя, Н;

R_0 – реакція ґрунту, яка діє на прикочувальний коток знаряддя, Н;

$$R_0 = \frac{R'_0}{\cos \beta}; \quad (2.21)$$

$$\lambda=30^\circ; \quad \beta=8-11^\circ.$$

Вертикальна реакція ґрунту на коток визначається з умови утворення колії:

$$R'_0 = mb\sqrt{D}, \text{ Н} \quad (2.22)$$

де: m – ступінь утворення колії, $m=0,15-0,35$ [5];

b – ширина ободу прикочуючого котка знаряддя, мм;

D – діаметр прикочуючого котка знаряддя, мм.

2.5. Розрахунки на міцність

Розрахунок валу висівного апарату та вибір підшипників.

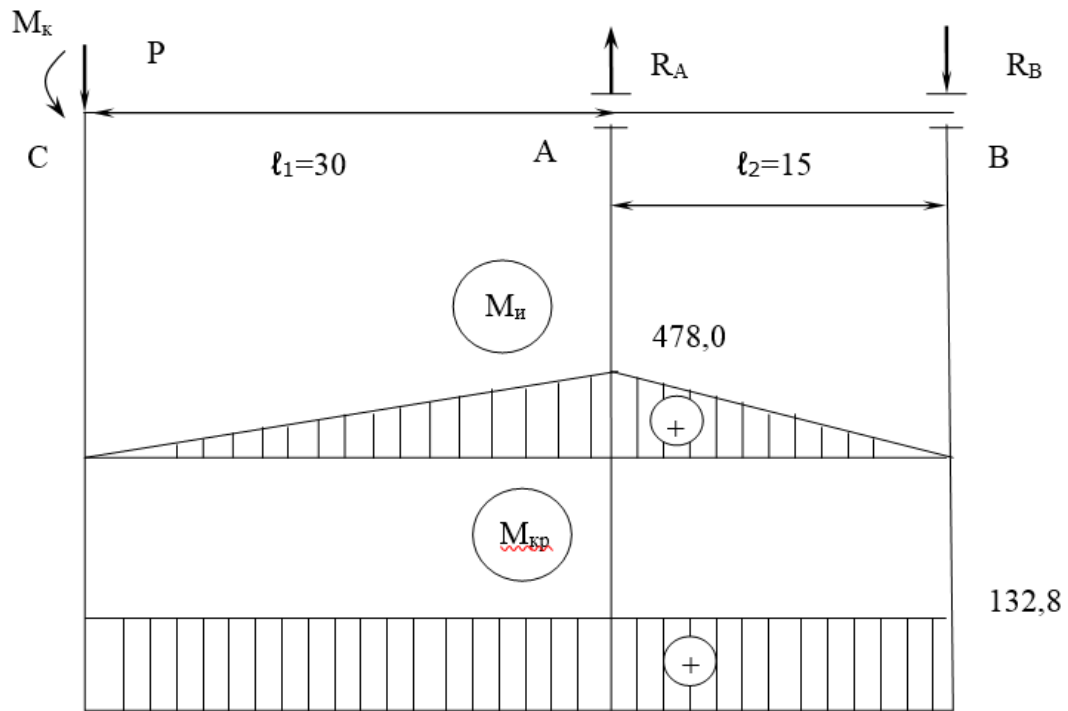


Рис. 2.7. Схема навантаження на вал висівного апарату

Щоб визначити зусилля, що діють на вал висівного апарату, визначаємо обертаючий момент на опорно-приводному колесі сівалки.

$$M_k = \frac{f G_c D_k}{2k} \quad (2.26)$$

де $G_c=860$ кг – маса сівалки, яка навантажена насінням та добривами;

$D_k=482$ мм – діаметр колеса;

$f=0,4$ – коефіцієнт зчеплення;

$k=2$ – кількість коліс на знарядді.

$$M_k = \frac{0,4 \cdot 86000 \cdot 482}{2 \cdot 2} = 415,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Обертаючий момент на валу висівного апарату

$$M_a = \frac{M_k \eta}{i} \quad (2.27)$$

де $\eta=0,9$ – ККД ланцюгової передачі;

$i=0,468$ – передаточне відношення.

$$M_a = \frac{414,5}{0,468} = 797,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Висівних апаратів на овочевій сівалці 6, привід усіх висівних апаратів здійснюється від одного колеса, то обертальний момент на валу одного висіваючого апарату

$$M_{a1} = \frac{797,1}{6} = 132,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Зусилля на зірочці ланцюгової передачі висіваючого апарату

$$P = \frac{2M_{a1}}{d_3}, \quad (2.28)$$

де d_3 – ділительний діаметр зірочки;

$$P = \frac{2 \cdot 132,8}{0,05} = 5312,1 \text{ Н}.$$

Реакції в опорах

$$\Sigma M_A = 0 \quad P\ell_1 - R_B\ell_2 = 0.$$

$$R_B = \frac{P\ell_1}{\ell_2} = \frac{5312 \cdot 30}{15} = 10624 \text{ Н}.$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad P(\ell_1 - \delta_2) - R_A\ell_2 = 0.$$

$$R_A = \frac{P(\ell_1 + \ell_2)}{\ell_2} = \frac{5312 \cdot (15 + 30)}{15} = 15936 \text{ Н}.$$

Виконуємо перевірку розрахунків

$$P + R_A + R_B = 0$$

$$5312 + 10624 - 15936 = 0$$

Розрахунки правильні.

Визначаємо діаметр вала по крутному моменту

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2[\tau]}},$$

де $[\tau] = 40 \text{ МПа}$, беручи до уваги невеликі оберти вала.

$$d = \sqrt[3]{\frac{132,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 10}} = 11,5 \text{ мм}$$

Обираємо стандартне значення діаметра вала під підшипник – $d = 12 \text{ мм}$.

Приймаємо стандартний підшипник 201 по ДСТУ 3012-95 [9] з

відповідними параметрами: $d=12$ мм; $D=32$; $B=10$ мм; $C=4780$ Н, $C_0=2700$ Н.

Визначаємо згинаючий момент у найбільш навантаженій опорі А.

$$M_3 = K_A \cdot \ell_1 = 15936 \cdot 10^{-3} = 15,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Напруження в небезпечній точці

$$\sigma_{\max} = \frac{M_3}{W},$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 12^3}{32} = 168,56 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_{\max} = \frac{15,9 \cdot 10^3}{168,56} = 94,33 \text{ МПа}.$$

Характеристики матеріалу для валу – сталь 40Х: $\sigma_B=900$ МПа, $\sigma_{-1}=500$ МПа, $\tau_{-1}=230$ МПа, $\psi_\sigma=0,1$, $\psi_\tau=0,05$.

Визначення коефіцієнту запасу міцності

$$\eta_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{\max}} = \frac{500}{292,9} = 1,71.$$

Розрахований коефіцієнт знаходиться в межах допустимих допустимого запасу міцності $[\eta]=1,2 \dots 2,5$. Тобто, вал витримає навантаження від крутного моменту, який виникає на валу.

Відношення навантаження до статичної вантажопідйомності вибраного раніше підшипника:

$$\frac{P}{C_0} = \frac{5312,1}{2700} = 1,96.$$

Довговічність

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p = \left(\frac{4780}{5312,1} \right)^3 = 0,73 \text{ млн.об.}$$

чи

$$L_h = \frac{10^6 L}{60n}.$$

де n – оберти валу висіваючого апарата.

За швидкості посівного агрегату $7,2$ м/с

$$n_k = \frac{7,2}{3,14 \cdot 0,482} = 4,6 \text{ c}^{-1}.$$

$$n = n_k i = 4,6 \cdot 0,468 = 2,16 \text{ c}^{-1}$$

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 0,73}{60 \cdot 2,16} = 5,6 \cdot 10^3 \text{ год.}$$

Що вище, чим потребує ресурс знаряддя.

2.6. Висновки по розділу

Провівши огляд та аналіз літературних джерел, робимо висновок, що в даний час для точного висіву овочевих культур застосовується, в основному, пунктирний рядковий посів.

Для реалізації рядкового точного висіву застосовуються всі типи висівних апаратів. Вакуумні апарати забезпечують кращі показники роботи при посіві насіння овочевих культур в порівнянні з механічними. Але їх висока матеріалоємність, складність налаштування та висока вартість має вагомий недолік у порівнянні з механічними висівними апаратами.

Досвід вітчизняних та закордонних дослідників показує, що висіваючого апарату для висіву овочевих культур, який би повністю відповідав агротехнічним вимогам, поки що не створено. Це пояснюється тим, що овочеві культури являються, в основному, дрібнонасінними, висіваються малими нормами і інтервалами, мають велику різноманітність фізико-механічних властивостей насіння в межах культури і сорту, схем висіву і способів вирощування. Застосування саме катушкових апаратів при посіві овочевих культур викликано необхідністю використання збільшених норм висіву із-за порціонної подачі та пошкодження апаратом насіння та низької його схожості при цьому. Тому пошук висіваючого апарату для високоякісного посіву насіння овочевих культур являється актуальною задачею.

Мета дослідження: Підвищення якості висіву дрібного насіння овочевих культур з обґрунтуванням раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи висіваючого апарату на основі теоретичних та експериментальних досліджень технологічного процесу висіву насіння.

Задачі.

1. Обґрунтувати конструктивні та технологічні параметри роторно-лопатевого висівачого апарату для висіву насіння овочевих культур і механізмів його регулювання.

2. Встановити основні фактори та вплив конструктивних параметрів, які визначають технологічний процес і впливають на якісні показники висіву насіння апаратом.

3. На основі теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтувати раціональні конструктивні параметри і кінематичні режими роботи апарату.

Об'єкт дослідження: процес посіву насіння овочевих культур механічними катушковими апаратами з однаковими та різновеликими жолобками.

Предмет: конструктивні та технологічні параметри висівачого апарата.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Стан питання із сучасних технологій висіву овочевих культур

Висів овочевих культур механічним способом включає наступні операції: відбирання насіннєвого матеріалу з насіннєвого бункера, дозування насіннєвого матеріалу, транспортування насіннєвого матеріалу до сошників, створення насіннєвого ложа, вкладання до нього насіннєвого матеріалу та загортання його ґрунтом.

Різним етапам розвитку технологій висіву овочевих культур присвячені роботи академіків Погорілого Л.В., Бузенкова Г.М., Майсуряна Н.А., Синягіна І.І., Якушкіна І.В., Ма С.А., видатних вчених: Беляєва Е.А., Гармашова В.М., Гринєва В.М., Гудзя В.М., Кардашевського С.В., Карпенка А.П., Комаристова В.Е., Лєтошнєва М.Н., Сєливанова А.М., Шведика М.С. та ряду інших.

Підвищення якості висіву призводить до розроблення і впровадження різноманітних способів висіву, яких в даний час налічується близько двадцяти.

Тільки після проведення порівняльних аналізів систематизування і класифікації посіву та визначення якості висіву за рівномірністю розподілу насінин по площі поля та глибині загортання [4, 8] можна визначити пріоритетний спосіб висіву насіння потрібної культури.

В овочівництві застосовуються наступні способи посіву (рис. 3.1).

На даний момент господарствами найчастіше застосовується рядковий спосіб посіву: вузькорядний – ширина міжрядь становить 7,5 см, звичайний рядковий – 30-70 см, широкорядний – 70-150 см [8].

Самим прогресивним для всіх овочевих культур в даний час являється однонасінний висів на основі рядкового способу. Він передбачає розташування посівного матеріалу однонасінним пунктиром при заданому інтервалі вздовж рядка, що дає можливість рівномірного розподілу насіння по площі поля і створює оптимальні умови для проростання та розвитку росту рослин.

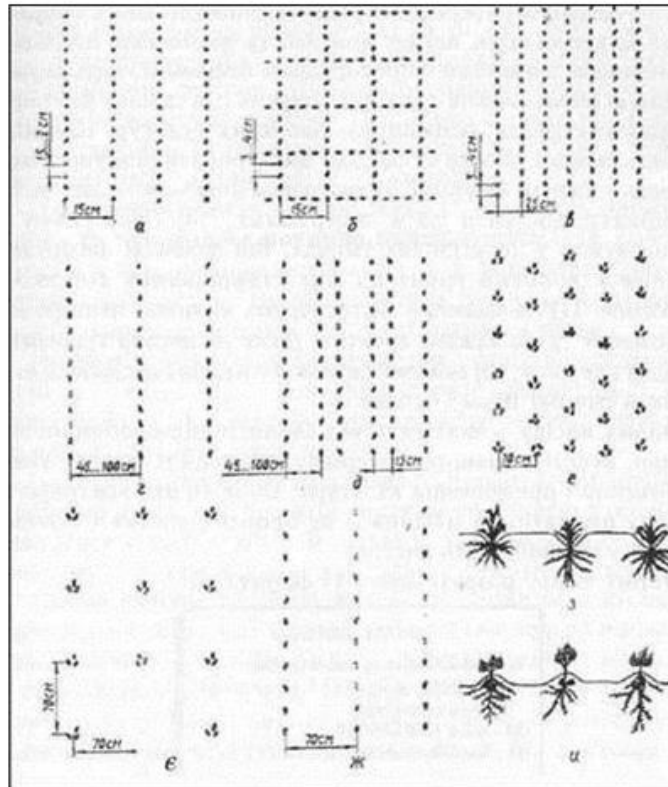


Рис. 3.1 – Схеми способів сівби: а - звичайний рядковий; б - перехресний; в - вузькорядний; г -широкорядний; д - стрічковий; е - гніздовий; є - квадратно-гніздовий; ж -широкорядний пунктирний; з - борозенний; и - гребеневий.

Однонасі́нневий висів овочевих культур здійснюється висівними апаратами сівалок вітчизняних та закордонних виробників.

Виконавши аналіз сучасних технологій висіву овочевих культур, робимо висновок:

1. Найбільш перспективний – однонасі́нневий висів, при якому рівномірне розміщення рослин по площі поля сприяє створенню найсприятливіших умов для їх життєдіяльності та формуванню найвищих врожаїв з одиниці засіяної площі.

2. При цьому за рахунок економії посівного матеріалу підвищується врожайність з одночасним зниженням норми висіву.

3.2. Огляд овочевих сівалок

Проаналізувавши конструктивно-технологічні схеми пневмомеханічних висіваючих апаратів, робимо висновок, що апарати з надлишковим тиском значно простіші в порівнянні з апаратами вакуумної дії.

Особливі прості дискові висіваючі апарати, і за конструкцією вони не дуже відрізняються один від одного.

На сівалці точного висіву «Olimpia» (Італійська компанія Gaspardo) встановлено один з таких апаратів (рис. 3.2).



Рис. 3.2 . Сівалка овочева точного висіву Gaspardo «Olimpia».

Сівалка Gaspardo «Olimpia» призначена для посіву насіння овочевих культур. Ширина захвату – 5,4 м, кількість посівних секцій 4-9. Висів насіння – у 2 ряди. Сошники мають можливість зміщуватися в боковому напрямку, забезпечуючи величину міжряддя в межах 4-9 см. При застосуванні ущільнюючого колеса мінімальна відстань між рядами – 7 см.

Як показує практика, дискові апарати якісно висівають насіння тільки при невисоких швидкостях, тому що при збільшенні швидкості різко збільшується і частота обертання висіваючого диска, і тоді насіння не встигає своєчасно присмоктуватися до комірки або відірватися від неї. Сівалка Gaspardo «Olimpia» має висівний диск з діаметром 22 мм. Такий діаметр дозволяє диску повільніше обертатися при збільшенні швидкості руху знаряддя, і це забезпечить більш високу точність і якість висіву. На сівалці встановлено двосторонній регульований селектор, який виконано у формі ексцентрика, що дозволяє скидати зайві насіння, які прикріплюються до отворів, при цьому не допускаються двійники і пропуски. Нова конструкція реверсивних сошників

дозволяє працювати на різній глибині посіву з високою ступенем адаптацією до ґрунту.

Компанією Monosem (Франція) розроблено ряд овочевих сівалок для точного посіву культур (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Сівалка овочева точного висіву Monosem-MA.

Підвищення швидкісного режиму роботи сівалки забезпечується сучасною підвіскою з амортизатором, яку розробили співробітники компанії.

Удосконалення дозуючої системи забезпечило точніше розподілення посівного матеріалу незалежно від геометричних та фізичних параметрів насіння.

Пневматична сівалка точного висіву Sfoggia Calibra (рис. 3.4) – ідеально виконує посів дрібного насіння овочевих оголених (без оболонки) або ж структурованих (в оболонці) для однострочного, двострочного або трьохстрочного висіву насіння. Сівалка проста у використанні, її можна швидко налагодити, вона має найвищу точність посіву.



Рис. 3.4. Пневматична сівалка точного висіву Sfoggia Calibra (Італія)

Сівалка «Клен-4,2» (рис. 3.5) призначена для висіву овочевих, бобових культур, трав і травосумішей та лікарських рослин.



Рис. 3.5. Сівалка «Клен-4,2».

Сівалки «Клен» оснащені сучасними засобами мікропроцесорного управління процесом висіву, які забезпечують: принципово новий спосіб дозування; універсальність щодо культур, що висіваються; максимально широкий діапазон норм висіву; рівномірність розподілу насіння в рядку; економію висівного матеріалу; різні схеми висівання; точність, простоту налагоджування та зручність обслуговування; надійність в експлуатації. Їх застосування виключає також травмування висівного матеріалу.

Сівалка овочеві точного висіву СУПО-6 (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Сівалка овочеві точного висіву СУПО-6.

Використавується для пунктирної і гніздової сівби насіння помідорів, перцю, баклажанів і пунктирної – капусти на рівній поверхні, грядках і гребенях. У комплекті з пристосуванням може здійснювати однорядковий або двострічковий висів овочевих культур, при цьому робоча швидкість може бути збільшена до 10 км/год. Агрегатується з тракторами класів 1,4 і 2 навісним способом.

Сівалка овочева начіпна СО-4,2 (рис. 3.7) використовується для рядкового посіву насіння овочевих культур з синхронним внесенням мінеральних добрив з міжряддями 45, 60, 70, 80, 90, 60+20, 140, 40+100, 32+32+76, і 50+110 см на рівній, гребеневій і грядковій поверхнях. Агрегують сівалку з тракторами класу 1,4 і 2.

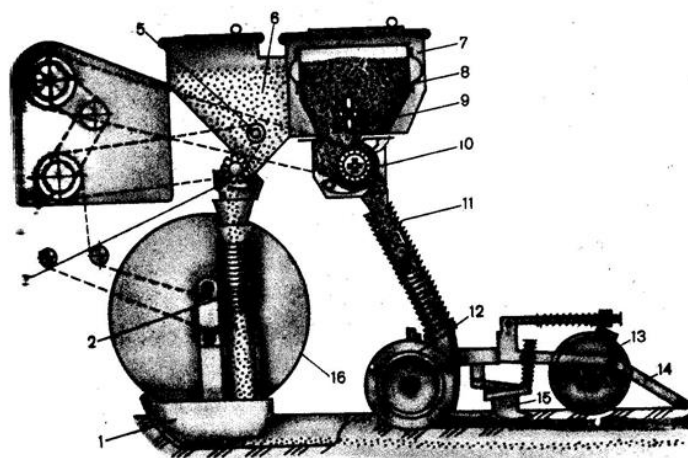


Рис. 3.7. Овочева сівалка СО-4,2: 1 – полозовидний сошник; 2 – тукопровід; 3 і 10 – висіваючі апарати; 4 – механізм передач; 5 – шнек; 6 і 7 – секції бункера; 8 – вставний бункер; 9 – ворушилка; 11 – насіннепровід; 12 – дисковий сошник; 13 – прикочуючі котки; 14 – сошник.

Сівалка для цибулі-сіянки начіпна СЛН-8А (рис. 3.8) – призначена для рядкової та стрічкової сівби на рівній поверхні і гребенях цибулі-сіянки, розсортованої за діаметром цибулини на 4 фракції: дрібна – 7-14 мм, 1-й клас – 15-22, 2-й клас – 23-30, вибіркова – 30-35 мм. Сівалку також можна використовувати для сівби інших культур, близьких за формою, розміром, нормами висіву і схем сівби – цибулини тюльпанів, гладіолусів тощо. Агрегатується сівалка з тракторами класу 1,4.

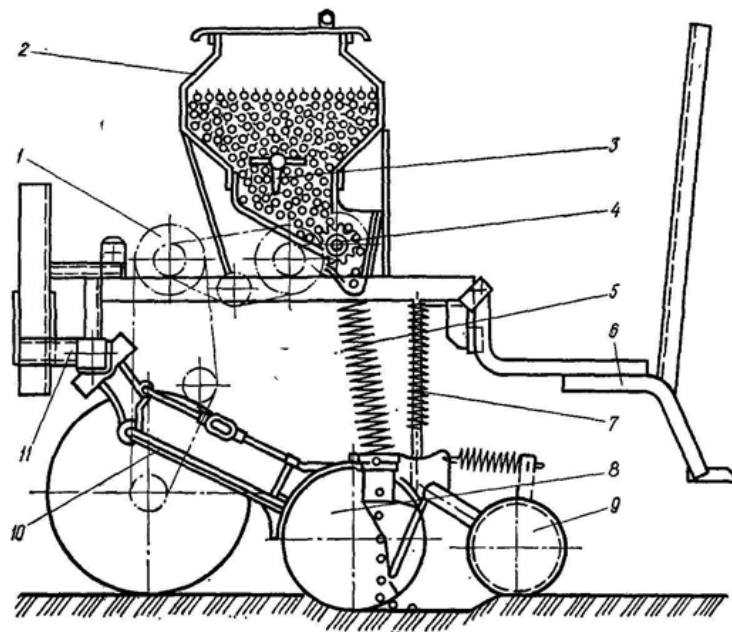


Рис. 3.8. Схема сівалки цибулі-сіянки СЛН-8А: 1 – механізм передач; 2 – насіннєвий ящик; 3 – ворушилка; 4 – висівний апарат; 5 – насіннепровід; 6 – підніжна дошка; 7 – штанга з пружиною; 8 – сошник дводисковий; 9 – коток прикочувальний; 10 – паралелограмна підвіска; 11 – рама.

Після проведеного аналізу конструкцій овочевих сівалок різних виробників, робимо висновок, що точний однонасінний висів насіння овочевих культур на даний час не може бути забезпеченим через те, що не всі конструкції знарядь відповідають вимогам якісного посіву дрібнонасінних культур, є недостатньо продуктивними та складними в обслуговуванні.

Якісні показники роботи сівалок залежать від типу висівних апаратів, якими вони оснащені. З огляду на точність висіву, більш перспективним є пневмомеханічні вакуумні висівні апарати, але їхня вартість впливає на їх застосування на знаряддях для висіву в малих фермерських господарствах. На даний момент відомі ряд різноманітних конструкцій висівних апаратів, які використовуються в агропромисловому виробництві.

3.3. Аналіз висівних апаратів для посіву овочевих культур

Висівний апарат – головний вузол сівалки, від якості його роботи залежить рівномірність розміщення посівного матеріалу вздовж рядка. Основною вимогою до висівного апарата є забезпечення безперервного, рівномірного потоку насіння (відхилення заданої норми висіву становить не більше 2%). Висівний апарат точного висіву повинен бути універсальним, пошкодження насіння не допускається (подрібнення не більше 0,3%), мати просту конструкцію, зручне встановлення норми висіву в широких межах в легких умовах.

Для задоволення вказаних вимог запропоновано різні типи висівних апаратів, класифікація яких наведена на рис. 3.9.

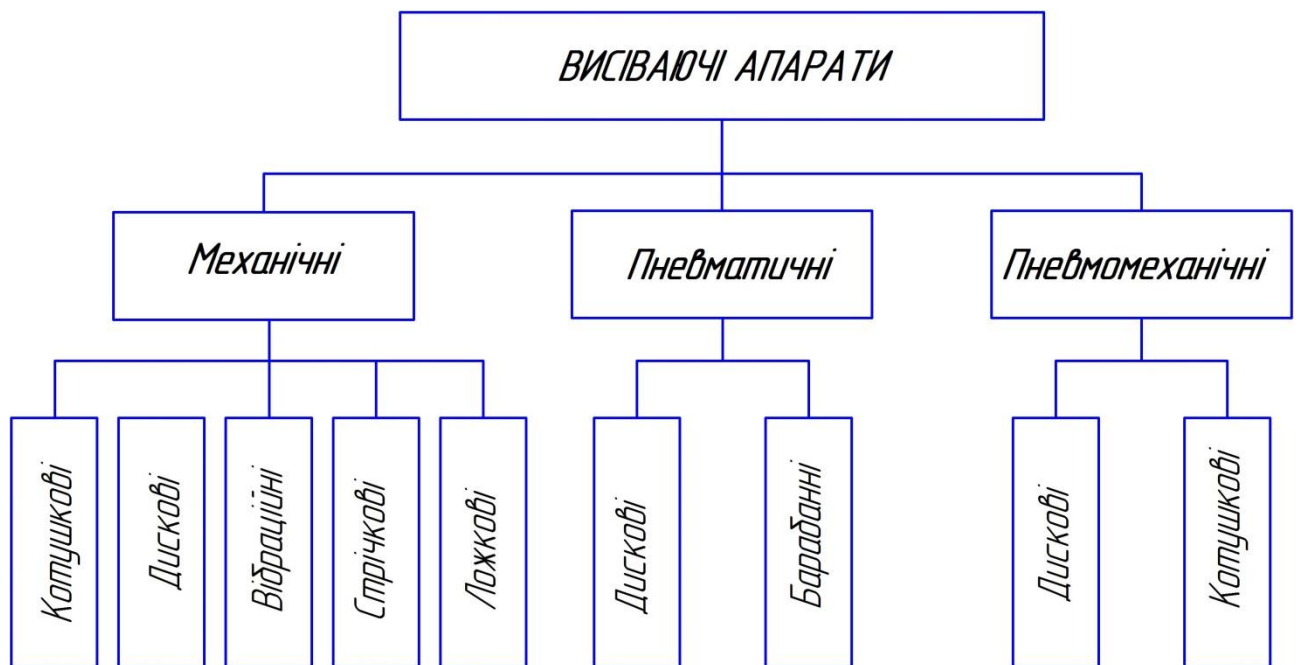


Рис. 3.9 Класифікація апаратів висівних.

Механічний висівний апарат має доволі просту конструкцію і являє собою висівний елемент, який виконано у вигляді диска з периферійно розміщеними комірчинами, які в насіннєвому бункері відбирають насіння поштучно і виносять його в зону вивантаження, і який встановлюється на вертикальній, горизонтальній або нахилений в просторі осі. Такі апарати використовують для посіву насіннєвого матеріалу технічних культур.

Але такий висівний апарат має в роботі невисоку надійність, через те, що еластична оболонка швидко виходить з ладу.

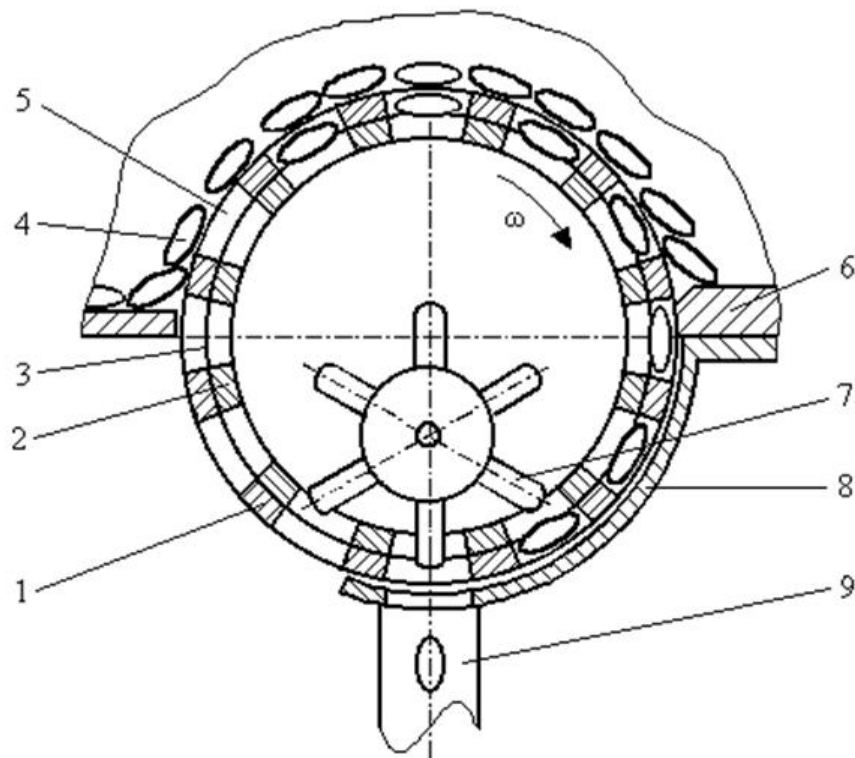


Рис.3.10. Принципова схема механічного висівного апарата барабанного типу:
 1 – зовнішній циліндр; 2 – внутрішній циліндр; 3 – еластична оболонка;
 4 – насінина; 5 – комірчина; 6 – відбивач зайвого насіння; 7 – штифт;
 8 – скоба; 9 – насіннепровід.

Механічний висівний апарат стрічкового типу (рис. 3.11) фірми «Stanhay» (Великобританія).

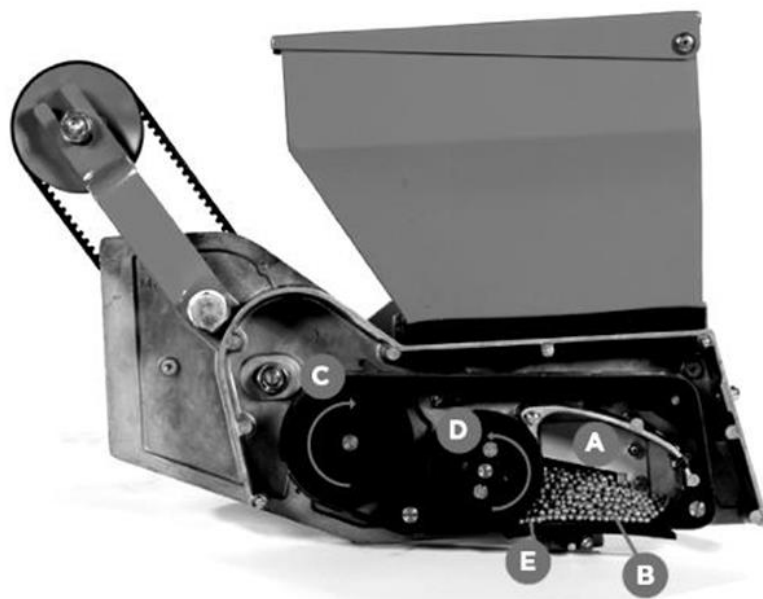


Рис. 3.11. Висівний апарат стрічковий «Stanhay»: А – дросель; В – пасок насіння;
 С – приводне колесо; D – колесо відбивача; Е – пружина.

Пневмомеханічний апарат дискового типу (рис. 3.12), який використано фірмою «Becker» на сівалці Aeromat (Німеччина).

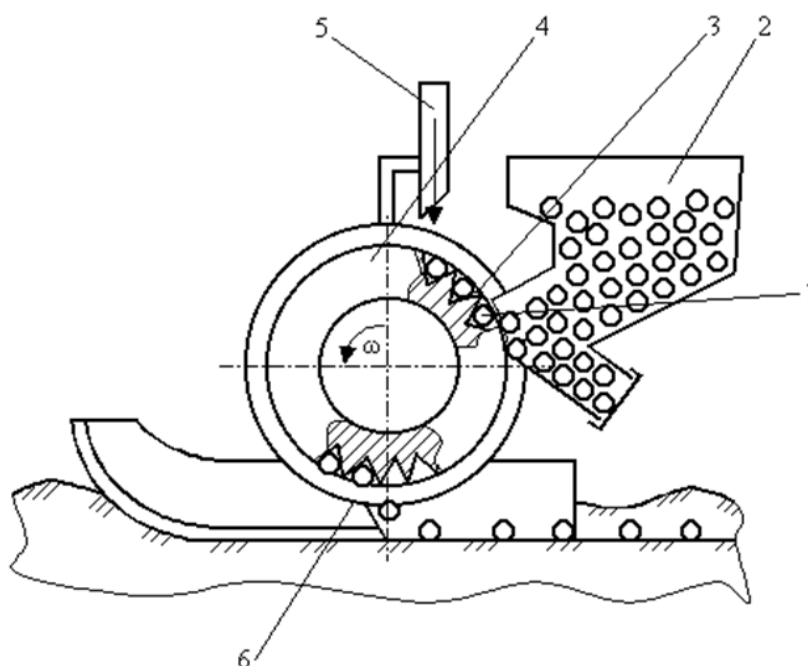


Рис.3.12. Принципова схема пневмо-механічного апарата з дисковим висівним елементом фірми «Becker»: 1 – насіння; 2 – бункер; 3 – комірчина; 4 – диск; 5 – сопло; 6 – кожух.

Вчені Туркменського НДІ землеробства щоб підвищити рівномірність розподілу посівного матеріалу в рядку запропонували конструкцію апарата, який здійснює відбір насінин за рахунок використання надлишкового тиску, а щоб розвантажити комірчини – розрідження (рис. 3.13).

Але ймовірність відриву насінини в цьому апараті низька, тому що тиск повітря у входному каналі ежектора і тиск повітря лійкоподібному вловлювачі рівні, і відповідно до закону Бернуллі про збереження енергії, в цьому випадку розрідження не виникатиме.

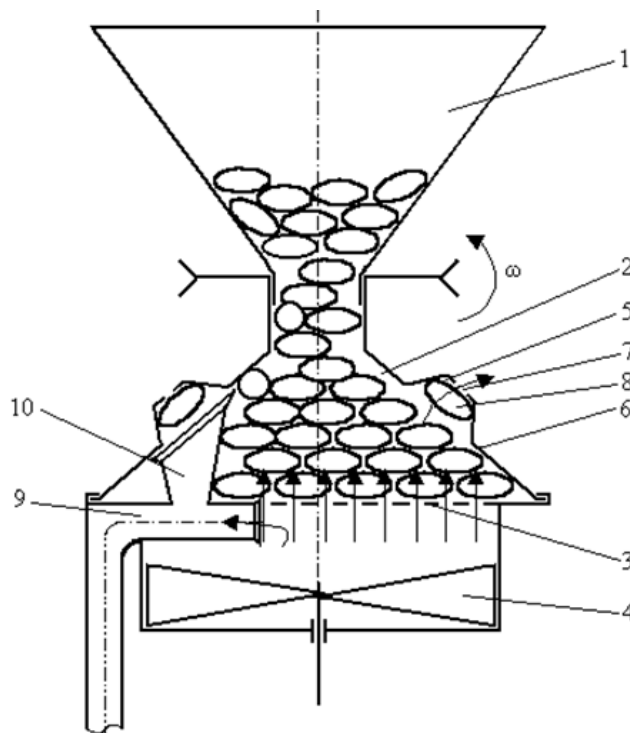


Рис. 3.13. Принципова схема висівного апарата надлишкового тиску з внутрішнім заповненням: 1 – бункер; 2 – забірна камера; 3 – сітчасте днище; 4 – нагнітач; 5 – конусоподібні комірки; 6 – висівний елемент; 7 – канал; 8 – насінина; 9 – ежектор; 10 – лійкоподібний вловлювач.

Найбільшого розповсюдження на практиці для однонасінного висіву посівного матеріалу набули пневмомеханічні висіваючі апарати вакуумної дії, їх принцип роботи ґрунтується на присмоктуванні насінини до комірки висіваючого елемента. Але апарати вакуумної дії порівняно з апаратами надлишкового тиску набагато простіші.

Як показує аналіз конструктивно-технологічних схем та конструкцій різноманітних висівних апаратів механічні висіваючі апарати мають суттєву перевагу над апаратами інших конструкцій. Тому нами пропонується вдосконалити конструкцію саме механічного роторно-лопатевого висіваючого апарату, провівши дослідження параметрів його функціонування.

3.4. Теоретичні дослідження.

Для обґрунтування основних параметрів роторно-лопатевого висіваючого апарату, механізмів його регулювання і елементів технологічного процесу висіву враховуємо фізико-механічні властивості насіння, конструктивні і експлуатаційні особливості апарату і механізмів регулювання.

Величина зазору між зовнішніми кромками хрестовини і лопатей і внутрішньою боковою поверхнею корпусу (рис. 3.14) обраховуємо за умовою

$$\delta_1 \geq 2b_{\max}, \quad (3.1)$$

де $b_{\max}$ – максимальна ширина висіяних насінин., мм. $\delta_1=10$ мм.

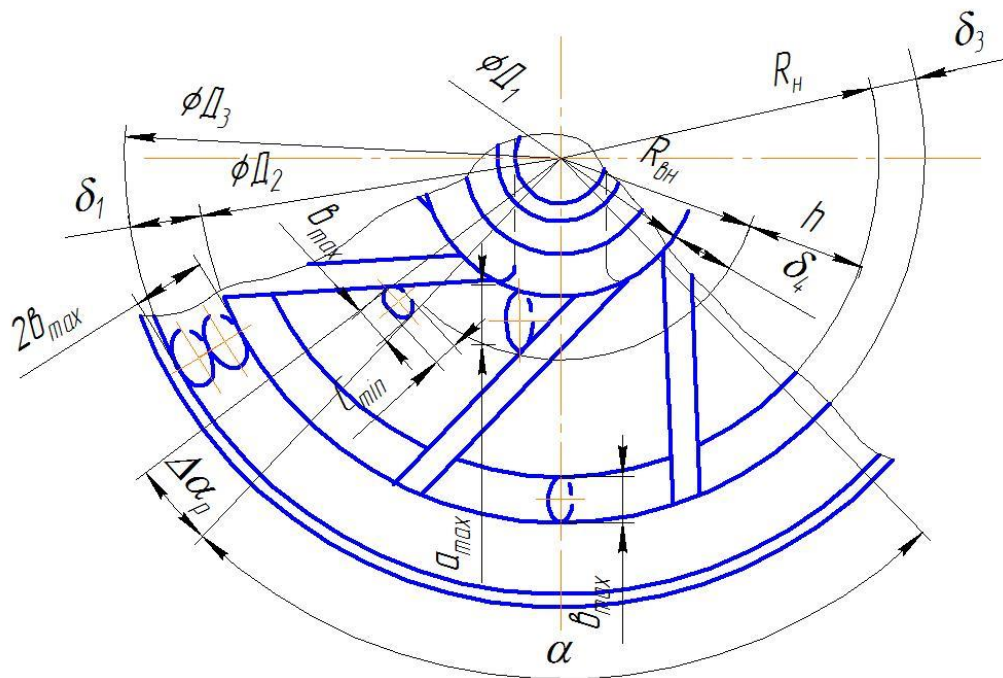


Рис. 3.14. Розрахункова схема для визначення параметрів котушки:

$$R_H, R_{BH}, h, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \Delta\alpha_p, \alpha, \eta$$

Розрахунковим шляхом встановлено робочий об'єм ротора:

$$V_p = \frac{\pi \phi'_t B_p (R_2^2 - R_1^2)}{8}, \quad (3.2)$$

де ϕ'_t – центральний кут секторного вирізу хрестовини; рад.;

B – ширина захвату насіння лопатею по довжині втулки, мм.

p – число лопатей ротора, шт.;

R_2 – радіус ротора, мм;

R_1 – радіус втулки ротора, мм.

Число лопатей знаходили з виразу:

$$P = \frac{2\pi}{\phi_t}, \quad (3.3)$$

де ϕ_t – кроковий кут лопатей, рад; $\phi_t = \frac{\pi}{2}$.

Параметр B визначали через величину зазору між хрестовиною ротора і лівою боковиною корпусу апарата δ_2 . Останню знаходили аналогічно виразу (3.1): $\delta_2=10$ мм. При відомих довжині втулки ротора L , товщині лопаті δ_l і хрестовини ротора δ_k отримаємо $B=16,5$ мм. З виразу (3.2) знаходимо радіус ротора R_2 :

$$R_2 = \sqrt{\frac{8V_p}{\pi\varphi'_l B p}} + R_1^2. \quad (3.4)$$

Величина перекриття радіусом ротора і його втулкою зовнішнього і внутрішнього радіусів вікна (рис. 3.14) повинен дорівнювати відповідно: $R_H=33$ мм; $R_{BH}=22$ мм; $h=11$ мм; $\delta_3=2$ мм; $\delta_3=7$ мм. Центральний кут висіваю чого вікна знайдено з урахуванням насінневого потоку при посіві: $\alpha=95^\circ$.

Поточне значення робочого об'єму ротора:

$$V_{pi} = \frac{\pi\alpha B p h_i (R_{zi} + R_{BH})}{8}, \quad (3.5)$$

де h_i , R_{zi} – поточні значення відповідно висоти і зовнішнього радіуса висіваючого вікна, мм.

Кут перекриття передньої кромки лопаті бокової кромки хрестовини в плані з метою стійкої подачі насіння лопатями до висівного вікна:

$$\Delta\varphi_1 = \frac{180a_{\max}}{\pi(B\tg\delta_{\min} + R_1 - 0,5B_{\max})}, \quad (3.6)$$

де $\delta_{\min}$ – мінімальний кут природного відкосу, град;

$a_{\max}$, $B_{\max}$ – відповідно максимальна довжина і ширина насіння що висівається, мм.

Для підвищення рівномірності висіву насіння, виключаючи їх травмування, зниження величини і пульсації динамічних навантажень на деталі апарату і систему приводу встановлено необхідні і достатні умови: передня кромка кожної лопаті в площині обертання повинна бути відігнута назад в напрямку обертання ротора, мати криволінійну форму і виконана за спеціальною кривою – відрізок логарифмічної спіралі відносно центру обертання хрестовини:

$$R = R_1 e^{\varphi \text{ctg}\beta}, \quad (3.7)$$

де R – поточне значення радіуса-вектора, мм;

φ – центральний кут, охоплений кромкою лопаті в площині її обертання, рад.;

β – кут відхилення кромки, рад.

Проектування кромки повинно здійснюватися за виразом:

$$R = 15e^{1,104\varphi}, \quad (3.8)$$

де φ змінюється в межах $0 \dots 0,768$ рад.

3.5. Результати експериментальних досліджень.

Діапазон зміни частоти обертання ротора для регулювання норми висіву не співпадає з рекомендованим для підвищення рівномірності висіву, тому в роторно-лопатевому апараті норму висіву змінюємо за допомогою регулювальної заслінки. При зменшенні висоти насінневого стовпа до 25% величина і рівномірність висіву насіння змінюється в межах агровимог, причому зі зменшенням норми висіву воно менш значиме. Поздовжні нахили вперед роторно-лопатевих апаратів збільшують продуктивність, назад – зменшують. У котушкових апаратів відмічено протилежна закономірність (рис. 3.15, 3.16).

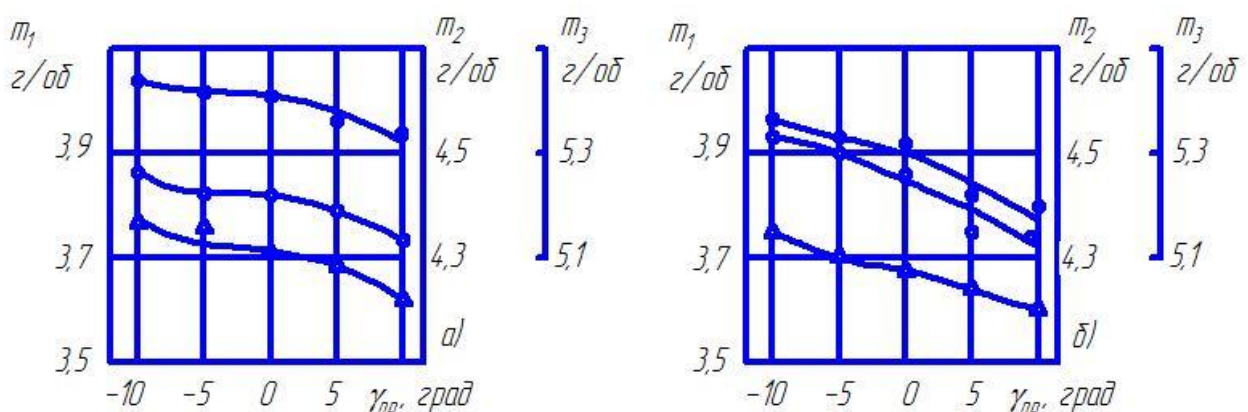


Рис. 3.15. Залежність маси висіяного насіння цибулі-чорнушки від поздовжнього нахилу роторно-лопатєвого висівача: а) – апарат з прямими кромками; б) – апарат зі спіральними кромками; m_1, m_2, m_3 – норми висіву ($Q_1=4$ кг/га, $Q_2=5$ кг/га, $Q_3=6$ кг/га).

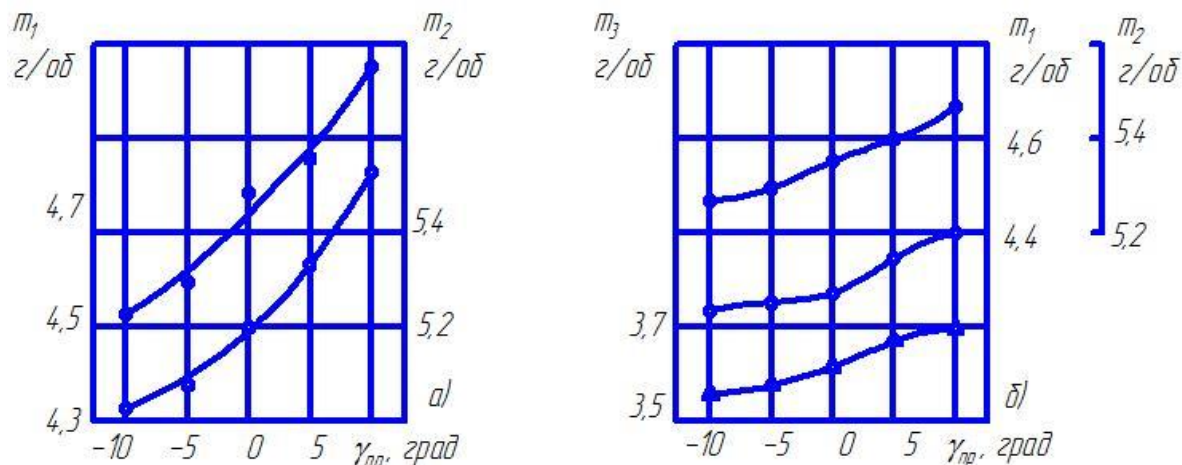


Рис. 3.15. Залежність маси висіяного насіння цибулі-чорнушки від поздовжніх нахилів котушкових висіваючих апаратів: а) – апарат з однаковими жолобками, %; б) – апарат з рівновеликими жолобками; m_1 , m_2 , m_3 – норми висіву ($Q_1=5$ кг/га, $Q_2=6$ кг/га, $Q_3=4$ кг/га).

Висів насіння цибулі-чорнушки експериментальним апаратом при поздовжніх нахилах є найбільш стійким. Суттєво впливають на висів насіння роторно-лопатевими апаратами нахили до 10° . На величину висіву насіння запропонованим апаратом дуже впливає поперечний нахил вліво, а для стандартних – нахил вправо. Цей вплив несуттєвий для роторно-лопатевих апаратів і перевищує агрономію в котушкових висівних апаратів.

Певної закономірності в зміні рівномірності висіву насіння при різних нахилах апарату не встановлено.

3.6. Наукові висновки

1. Запропонований роторно-лопатевий апарат для рядового посіву забезпечує рівномірний висів чистого насіння цибулі-чорнушки в необхідних діапазонах норм.
2. Технологічний процес висіву таким апаратом ґрунтується на принципах активного захоплення насіння лопатями ротора, що обертається, і примусовою безперервною подачею до висіваючого вікна.
3. Відсутність пошкодження насіння, що дає можливість економії досить дорогого насіння овочевих культур до 4...5%.

4. Рівномірність розподілу рослин вздовж рядка при висіві роторно-лопатеви́ми апаратами на 8,0...55,6% вище, чим при висіві катушковими.
5. На показники роботи висі́ваючих апаратів не впливає висота насінневого стовпа.
6. Зниження металоємкості в 2,5...2,9 рази і маси сівалок на 30...40 кг.
7. Скорочення кількості регулювань до двох і затрат часу на випорожнення насіння більш чим в 3 рази.
8. Відсутність необхідності використання багато швидкісних механізмів передач.
9. Підвищення продуктивності на 45,5% за рахунок збільшення коефіцієнта використання робочого часу зміни і можливості роботи на підвищених швидкостях посіву (більше 7%).
10. Використання роторно-лопатеви́х висі́ваючи апаратів підвищує врожайність цибулі-чорнушки до 8%.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.

4.1. Характеристика і аналіз можливих небезпечних і шкідливих факторів які виникають при роботі посівного агрегату.

Під час експлуатації посівного агрегату при висіві овочевих культур можуть виникати такі небезпечні і шкідливі фактори [12]:

- фізичні (рух агрегату у складі трактора та сівалки; робота рухомих частин сівалки, механізму приводу висіваючих апаратів; наявні гострі кромки, задирки, шорсткі поверхні деяких елементів конструкції знаряддя);
- зависокий рівень тиску в гідравлічній системі агрегату;
- можливе загромодження робочих органів насінням;
- забивання вологим ґрунтом опорно-приводних коліс сівалки;
- перевертання посівного агрегату при роботі на схилах, які перевищують встановлені нормативи [13];
- запиленість та загазованість робочої зони механізатора;
- шум та вібрація на робочому місці механізатора;
- низьке природне освітлення при роботі агрегату у вечірній час;
 - хімічно-небезпечні і шкідливі фактори при роботі з паливно-мастильними матеріалами та при заправлянні насінневих бункерів протруєним посівним матеріалом;
- психофізіологічні фактори – при регулюванні вузлів і механізмів, та складанні агрегату.

4.2. Заходи по створенню нормальних і нешкідливих санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому агрегаті.

Вентилятор з пилевідокремлювачем забезпечує захист механізатора від пилу, який потрапляє в кабінку під час роботи агрегату.

Захист від шуму та вібрації забезпечується шумо- і вібропоглинаючими пристроями.

Захисні щитки запобігають попаданню прямих сонячних променів в кабінку трактора.

Заправляють сівалку посівним матеріалом чи добривами механізованим способом, для захисту працівників передбачено використання захисних окулярів, респіраторів марки ШБ-1 або марлевих масок типу ПТМ-1.

Вимоги до кольорового оформлення знаряддя:

- загальний фон забарвлення знаряддя повинен відрізнятися від основного фону (фону поля), на якому його експлуатують;
- зовнішні поверхні, які під час використання знаряддя постійно знаходяться у полі зору оператора, повинні бути покриті матовою фарбою.

Можливість виникнення аварійних ситуацій у випадку неправильних дій оператора попереджається відповідними написами на знарядді.

Робочі місця обслуговуючого персоналу відповідають вимогам санітарних правил і норм.

4.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов роботи при посіві овочевих культур

Під час експлуатації посівного агрегату зі знаряддям для висіву овочевих культур СУПО-6 можливі наступні нещасні випадки та неполадки:

- наїзд агрегату на працюючих, які його обслуговують;
- попадання спецодягу, частин тіла механізатора або допоміжних робочих у механізми сівалки, які рухаються і обертаються;
- попадання мастил із гідравлічної системи в лице механізатора під час приєднання (роз'єднання) сівалки з трактором;
- пошкодження частин тіла гострими кромками елементів конструкції машини;
- опіки, внаслідок загорання паливно-мастильних матеріалів, високої температури двигуна трактора;
- травмування обслуговуючих працюючих може виникнути в період приєднання сівалки до трактора, або руху агрегату;
- при недотриманні вимог до повздовжньої стійкості можливе перевертання посівного агрегату;
- зіткнення з іншим транспортом при переїздах по дорогах загального призначення;

- вихід із ладу начіпного пристрою сівалки.

Для попередження нещасних випадків і аварій, які наведені раніше в конструкції сівалки проведені наступні заходи:

- розташування і конструкція вузлів і механізмів сівалки розроблено таким чином, що при обслуговуванні, монтажі і ремонті забезпечується зручний доступ до них;
- частини і механізми, які рухаються і обертаються закриті захисними кожухами у відповідності з вимогами ДСТУ EN ISO 5674:2019 і позначені кольором, який відрізняється від загального кольору машини у відповідності з вимогами ДСТУ EN ISO 7010:2019;
- механізми передач обладнані запобіжними штифтами, які при збільшенні навантаження на вали більше допустимої норми – зрізаються;
- гідросистема виключає можливість самовільного опускання сівалки і відповідає вимогам ДСТУ 2192-93 і ДСТУ EN ISO 7010:2019;
- для очищення сошників при їх забиванні сівалка комплектується чистиком. Його знімання із кріплення забезпечується без використання інструментів;
- кут поперечної стійкості з начепленої сівалкою на трактор не менше 30° , що підтверджується розрахунками, приведеними в конструкторській частині;
- при агрегуванні начепленої сівалки на трактор навантаження на колеса управління трактора не менше 20% загальної маси агрегату;
- начеплена на трактор сівалка не затрудняє доступ тракториста на робоче місце, забезпечує необхідний огляд для виконання технологічних операцій, а також доступ до вузлів і механізмів для обслуговування;
- важкі вузли, маса яких перевищує 20кг, мають петлі для стропування при підніманні. Місця стропування позначені у відповідності з вимогами ГОСТ 12.4.026-86, місця для піддомкращення позначені буквами «ДК»;
- на видному місці сівалки встановлена табличка з написом, який попереджує про неможливість транспортування сівалки в піднятому стані при завантажених бункерах;

- УСАК, якою обладнана сівалка, дозволяє контролювати її роботу з кабіни трактора без участі обслуговуючого персоналу.

4.4. Заходи по протипожежній профілактиці.

У разі виникнення пожежі на посівному агрегаті передбачено комплект первинних засобів пожежогасіння: вогнегасник 1 шт, совкова лопата 1 шт.

Майданчик для зберігання посівних агрегатів забезпечують відповідними засобами пожежогасіння.

4.5. Інструкція з техніки безпеки при посіві овочевих культур.

Транспортування овочевої сівалки на великі відстані і по незручній дорозі здійснюється тільки за допомогою автомобільного транспорту. При цьому її надійно закріплюють в кузові автомашини.

Перед транспортуванням посівного агрегату:

- видаляють із бункерів посівний матеріал;
- заводять автоматичну зчіпку СА-1 в замок, фіксують шплінтом, надійно блокують розтяжки начіпки трактора;
- переконуються в тому, що на знарядді відсутні сторонні предмети.

Коли знаряддя транспортують дорогами загального призначення з доволі інтенсивним рухом, повертають і фіксують кронштейни маркерів.

При транспортуванні овочевої сівалки заборонено кому-небудь знаходитися на ній. Не рекомендовано транспортувати знаряддя в темний час доби і при недостатньому освітленні.

Усувають неполадки і очищують начеplене на трактор знаряддя тільки при вимкненому двигуні і, коли встановлені опори.

При начіпленні знаряддя на трактор, при знаходженні його в транспортному положенні, забороняється знаходитися поблизу кому-небудь.

Забороняється агрегування знаряддя, яке має неполадки, з трактором; не можна перебувати на підніжці знаряддя при рухові агрегату; не можна виконувати розворот посівного агрегату з опущеним знаряддям або опущеними маркерами.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розробки магістерської роботи передбачають такі зміни до конструкції висівачного апарату.

Із конструкції сівалки видалено вентилятор, це знижує металоємкість машини на 52 кг і збільшує надійність її роботи. За рахунок видалення двох мастильних зменшується час для щозмінного обслуговування. Заміна у висівному дискові та катушці деталей на деталі оригінальної конструкції сприяє висіву посівного матеріалу овочевих культур різного за геометричними параметрами, що підвищує універсальність знаряддя.

Вихідні дані для розрахунку техніко-економічного рівня удосконаленого знаряддя наведені в табл. 5.1

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

№ п/п	Показники	Один. вимір.	Умовні позн.	Машина	
				базова	модерні зована
1	2	3	4	5	6
1	Агрегатування (марка трактора)			МТЗ-80	
2	Кількість машин в агрегаті	шт.		1	1
3	Оптова ціна: машини трактора	грн.	$C_{оп}$ $C_{опт}$	28800 80000	80000
4	Собівартість виготовлення машини	грн.	C	21600	
5	Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	$C_{п}$	5511	5247
6	Маса машини	кг	M	835	795
7	Маса покупних виробів	кг	$M_{п}$	167	159
8	Робоча ширина захвата	м	B	4,2	4,2
9	Середня робоча швидкість	км/год	V	7,2	7,2

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
10	Коефіцієнти використання часу зміни: робочого експлуатаційного		$K_{вр}$ $K_{ек}$	0,67 0,63	
11	Нормативне річне завантаження: - машини - трактора	годин	$P_{зм}$ $P_{зт}$	120 1350	120 1350
12	Норма відрахувань на реновацію: сівалки трактора	%	$H_{ам}$ $H_{ат}$	15,0 15,0	15,0 15,0
13	Норми відрахувань на ремонти та техогляд: сівалки трактора	%	$H_{рм}$ $H_{рт}$	9,0 14,9	9,0 14,9
14	Середньочасова зарплата: тракториста конструктора, технолога	грн.	$З_{птр}$ $З_{пк}, З_{пт}$	6,5 11,5	6,5 11,5
15	Кількість деталей в машині	шт.	$H_з$	1200	1214
16	Кількість найменувань деталей в машині всього в т.ч.: оригінальних стандартних	шт.	$D_з$ $D_{ор}$ $D_{ст}$	462 92 370	466 96 370
17	Кількість найменувань деталей, які розроблені в процесі модернізації	шт.	$H_{ор}$		8
18	Середньорічна програма випуску	шт.	$H_{ср}$		180

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробки магістерської кваліфікаційної роботи спрямовані на підвищення якості висіву насіння овочевих культур з обґрунтуванням раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи висіваючого апарату на основі теоретичних та експериментальних досліджень технологічного процесу висіву.

У роботі проведено огляд сівалок закордонних та вітчизняних виробників для висіву овочевих культур; проаналізовано висіваючі апарати різних конструкцій. Запропоновано застосувати у сівалці СУПО-6 механічний роторно-лопатевого висіваючий апарат, так як він простіший за конструкцією, забезпечує рівномірний висів чистого насіння цибулі-чорнушки в необхідних діапазонах норм, не пошкоджує насіння, що дає можливість економії досить дорогого насіння овочевих культур.

У конструкцію висіваючого апарату запропоновано внести зміну: пневматичний висіваючий апарат замінити на механічний з деталями оригінальної конструкції. Запропонована конструкція висіваючого апарату котушкового типу забезпечить рівномірний висів насіння овочевих культур з широким діапазоном норм висіву.

Обґрунтовано конструктивні та технологічні параметри роторно-лопатевого висіваючого апарату для висіву насіння овочевих культур і механізмів його регулювання.

Встановлено основні фактори та вплив конструктивних параметрів, які визначають технологічний процес і впливають на якісні показники висіву насіння апаратом.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано раціональні конструктивні параметри і кінематичні режими роботи апарату.

Економічний ефект буде досягнуто за рахунок зниження металоємкості машини, зменшення часу на щозмінне обслуговування, економії посівного матеріалу при підвищенні врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасні технології вирощування овочевих культур / Навч. посібник / В. Б. Кутовенко, І. Г. Міхаліна, В. Т. Гонтар – К., 2014. – 327 с.
2. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. – 5-е вид., доп. перероб. – К.: Урожай, 1988. – 384 с.
3. Сівалка овочева точного висіву СУПО-6. Технічний опис та інструкція з експлуатації.
4. Кобець А.С. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин: практикум / Кобець А.С., Кобець О. М., Пугач А. М. – Дніпропетровськ, вид-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 164 с.
5. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підр. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання с.-г. вир.-ва / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.
6. Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини (практичні заняття) / Навч. посібник для ст. вищ. учб. закладів із спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва». – Кіровоград, 2002 р. – 130 с.
7. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник / П.В. Сисолін. – К.: ІСДО, 1994. – 148 с.
8. Висівні апарати сівалок. Еволюція конструкцій, розрахунки параметрів. / Навчальний посібник Сисолін П.В. Свірень М.О. – Кіровоград, 2004 р. – 160 с.
9. ДСТУ 3012-95. Підшипники кочення та ковзання. Терміни та визначення
10. Сільськогосподарські машини. Підручник / Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. – К.: Каравела, 2018. – 552 с.

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

12. ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори Класифікація.

13. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою.

ДОДАТКИ

До силового аналізу механізмів

Розрахунки котків виконуємо з урахуванням максимально необхідних тисків, які потребує спосіб сівби.

Тиск ґрунту R_0' протидіє силі тиску котка на нього, яку можна одержати різними шляхами: лише за рахунок сили ваги прикочувального котка; за рахунок частини сили ваги посівної секції з додатковим тиском від натискної штанги або без неї; за рахунок сили ваги прикочувального котка з додатковим тиском від натискної пружини. В останньому випадку для вибору параметра натискної пружини слід брати

$$R_0' = Q_k + R_n,$$

де: Q_k – сила ваги прикочуючого котка;

R_n – сила тиску від натискної пружини.

Вибираючи розміри прикочуючих котків та тиск на ґрунт, враховують і те, щоб глибина колії після їх проходу була мінімальною.

Глибину колії визначаємо за формулою:

$$H = \sqrt[3]{9 \frac{(R_0')^2}{4b^2 Dq^2}};$$

де: q – питоме навантаження, яке потрібно для витіснення одиниці об'єму ґрунту (коефіцієнт об'ємного зім'яття); $q = 0,002 - 0,004 \text{ Н/мм}^3$.

Щоб зменшити глибину колії, перед прикочуючими котками встановлюють загортачі, які формують шар ґрунту відповідної висоти перед котками.

Отже, при правильному виборі параметрів котків та загортачів можна забезпечити необхідне ущільнення ґрунту в зоні загортання посівного матеріалу та звести до мінімальних розмірів глибину коли.

Визначаємо необхідний тиск пружини натискної штанги на поводки паралелограмної підвіски (рис. 2.6, розділ 2).

$$R_H = \frac{K(R_0 h_3 + R_x h_2 + (R_z - Q) h_1)}{h_4},$$

де: K – коефіцієнт динамічних навантажень (при робочій швидкості сівалки до 10 м/с $K=1,3$) [5].

Визначаємо вертикальну реакцію ґрунту на коток

$$R_0' = 0,2 \cdot 150 \cdot \sqrt{0,2 \cdot 300} = 232,3 \text{ Н.}$$

Визначаємо реакцію ґрунту, що діє на коток:

$$R_0 = \frac{232,3}{\cos 10^\circ} = 235,9 \text{ Н}$$

Визначаємо вертикальну реакцію ґрунту, що діє на сошник

$$R_z = 400 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 230,9 \text{ Н.}$$

Визначаємо тиск натискної штанги:

$$R_H = \frac{1,3 \cdot (235,9 \cdot 1360 + 400 \cdot 360 + (230,9 - 3,06) \cdot 1360)}{1080} = 932,49 \text{ Н.}$$

Визначаємо ширину колії прикочуючого котка:

$$H = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot 232,3^2}{4 \cdot 150^2 \cdot 300 \cdot 0,003^2}} = 12,59 \text{ мм.}$$

Визначаємо рівновагу посівної секції:

$$306 \cdot 1360 + 932,49 \cdot 360 = 400 \cdot 360 + 230,9 \cdot 1360 + 235,9 \cdot 1320$$

$$751856,4 = 769412$$

$$\frac{769412 - 751856,4}{751856,4} \cdot 100 = 2,3\%$$

Умова рівноваги виконується.

Розрахунок механізму привода до висівних апаратів

Привід висівних апаратів здійснюється тільки від опорно-приводних коліс сівалки. Така особливість привода полягає в тому, що можна кількістю посівного матеріалу, який необхідно висіяти на цій довжині шляху незалежно від швидкості посівного агрегату. Крутний момент на вал висівних апаратів двоконтурною ланцюговою передачею.

Розрахунки механізмів привода зводяться до визначення загального передаточного відношення від опорно-приводного колеса до вала висівних апаратів та силових розрахунків механізму привода.

Залежно від величини міжряддя кількість насіння, яке розподіляється на кожному метрі довжини засіяного рядка, буде змінюватися при різній нормі висіву, тобто:

$$q_p = \frac{Q}{\ell_p},$$

де Q – норма висіву, кг/га;

ℓ_p – довжина одного рядка при заданому міжрядді на 1 га:

$$\ell_p = 10^4 \cdot 10^2 / b;$$

b – міжряддя, см.

Тоді, $q_p = 10^{-3} \cdot Qb$.

Знаючи кількість насіння, яке висіє у рядок довжиною в 1 м, можна визначити кількість висіяного насіння у рядок довжиною, яка дорівнює шляху сівалки за один оберт опорно-приводного колеса.

$$q = \pi D_k q_p = 10^{-3} \cdot \pi D_k b Q.$$

Кількість висіяного насіння визначили без урахування нерівномірного обертання опорно-приводного колеса, тобто без урахування ковзання колеса. При коченні колеса сівалки дещо прослизують, що зменшує кількість висіяного насіння. Вносимо до попередньої формули поправочний коефіцієнт ε – коефіцієнт ковзання.

$$\varepsilon = \frac{\ell_k - \pi D_k}{\ell_k},$$

Звідки
$$\ell_k = \frac{\pi D_k}{1 - \varepsilon}.$$

Тоді, підставивши у формулу замість πD_k – величину дійсного шляху, який проходить сівалка за один оберт опорно-приводного колеса, матимемо:

$$\ell_k = \frac{10^{-3} \cdot \pi D_k b Q}{1 - \varepsilon}$$

Встановлено, що чим більші зусилля прикладаються до пружин натискних штанг сошника і чим менший діаметр опорно-приводного колеса, тим буде більший коефіцієнт ковзання. Величина цього коефіцієнта залежить також від форми та розмірів шин колеса і стану ґрунту. Тому значення коефіцієнта ковзання може коливатися у великих межах: $\varepsilon=0,04-0,3$.

Отже, визначивши кількість насіння, яку необхідно висіяти на шляху сівалки довжиною, що дорівнює розгортці колеса, та знаючи кількість насіння, яку висіває котушка за один оберт, визначаємо загальне передаточне відношення привода від опорно-приводного колеса сівалки до вала висівних апаратів:

$$i = \frac{q}{q_0},$$

де: q_0 – висівання за один оберт котушки, г.

Тоді, підставивши значення q , остаточно одержуємо формулу для визначення загального передаточного відношення:

$$i = \frac{10^{-3} \pi D_k b Q}{q_0 (1 - \varepsilon)}$$

де: D_k – діаметр опорно-приводного колеса; $D_k=0,482$ м;

b – ширина міжряддя, $b=70$ см;

Q – норма висіву, $Q=5$ кг/га;

q_0 – маса посівного матеріалу, висіяного за один оберт котушки, $q_0=2,5$ г;

ε – коефіцієнт прослизання опорно-приводного колеса, $\varepsilon=0,04 \dots 0,3$.

$$i = \frac{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,482 \cdot 70 \cdot 5,0}{2,5 \cdot (1 - 0,08)} = 0,23$$

Послідовність розрахунку передаточного відношення механізму привода.

Знаходимо i_1 за формулою (5.31) замінивши значення q_0

$$q_0 = 10^{-6} S_c \gamma L_k$$

$$\text{де: } S_c = SZ\mu + \frac{\pi d_k (1 - e^{-B_0 c_1})}{B_0}$$

$B_0 = 0,35$ – коефіцієнт пропорційності;

S – площа жолобка;

Z – кількість жолобків;

μ – коефіцієнт заповнення жолобків;

d_k – діаметр котушки.

$$S_c = 312,5 \cdot 8 \cdot 0,9 + \frac{3,14 \cdot 88 \cdot (1 - e^{-0,35 \cdot 2})}{0,35} = 2250 - 799,75 = 1450,25$$

при $Q_{\min}$ та $L_k = L_{\min}$. $L_{\min}$ беремо таким, що дорівнює не менше за два розміри насінини по ширині (для цибулі-чорнушки: товщина – 1,4-1,7, ширина – 1,8-2,2, довжина – 2,7-3,1).

$$L_{\min} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ мм.}$$

$\gamma = 510 \text{ г/дм}^3$ – об'ємна маса цибулі-чорнушки.

$$i_1 = \frac{\pi D_k b Q_{\min}}{10^{-3} S_c \gamma L_{\min} (1 - \varepsilon)}.$$

$$i_1 = \frac{3,14 \cdot 0,482 \cdot 70 \cdot 4}{10^{-3} \cdot 1450,25 \cdot 510 \cdot 3 \cdot (1 - 0,04)} = 0,149$$

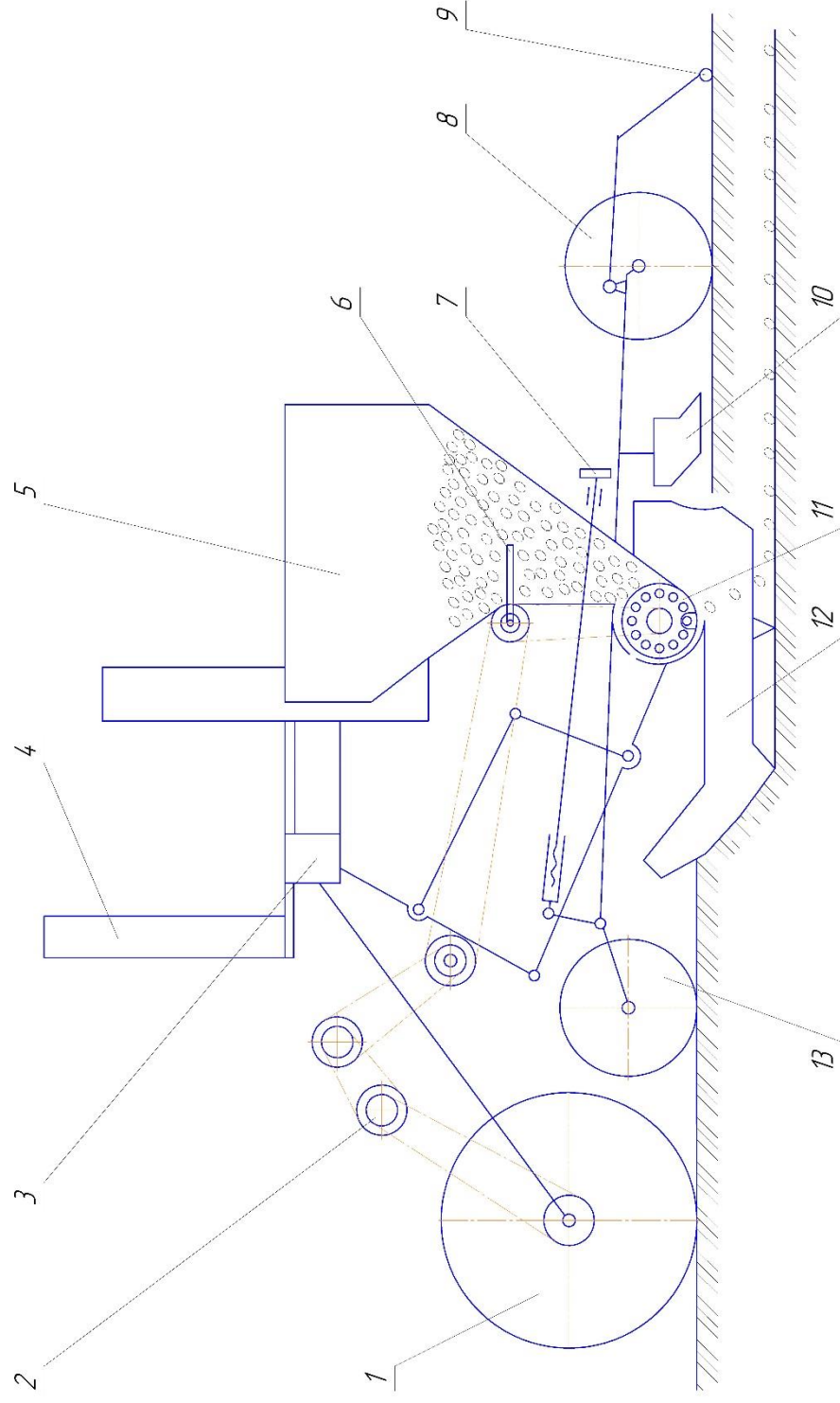
1. Перевіряємо діапазон норм висіву при знайденому значенні i_1 , беручи $L_k = L_{\max}$:

$$Q_1 = \frac{10^{-3} i_1 S_c \gamma L_{\max} (1 - \varepsilon)}{\pi D_k b}$$

$$Q_1 = \frac{10^{-3} \cdot 0,149 \cdot 1450,25 \cdot 510 \cdot 35 \cdot (1 - 0,04)}{3,14 \cdot 0,482 \cdot 70} = \frac{3702,87}{105,94} = 34,95 \text{ кг/га}$$

Так як $Q_1 \geq Q_{\max}$ заданого значення, то для висівання норм від $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$ достатньо одного передаточного відношення i_1 , а норму висіву регулюємо зміною робочої довжини котушки L_k від $L_{\min}$ до $L_{\max}$.

Графічна частина

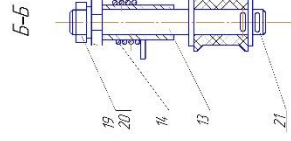


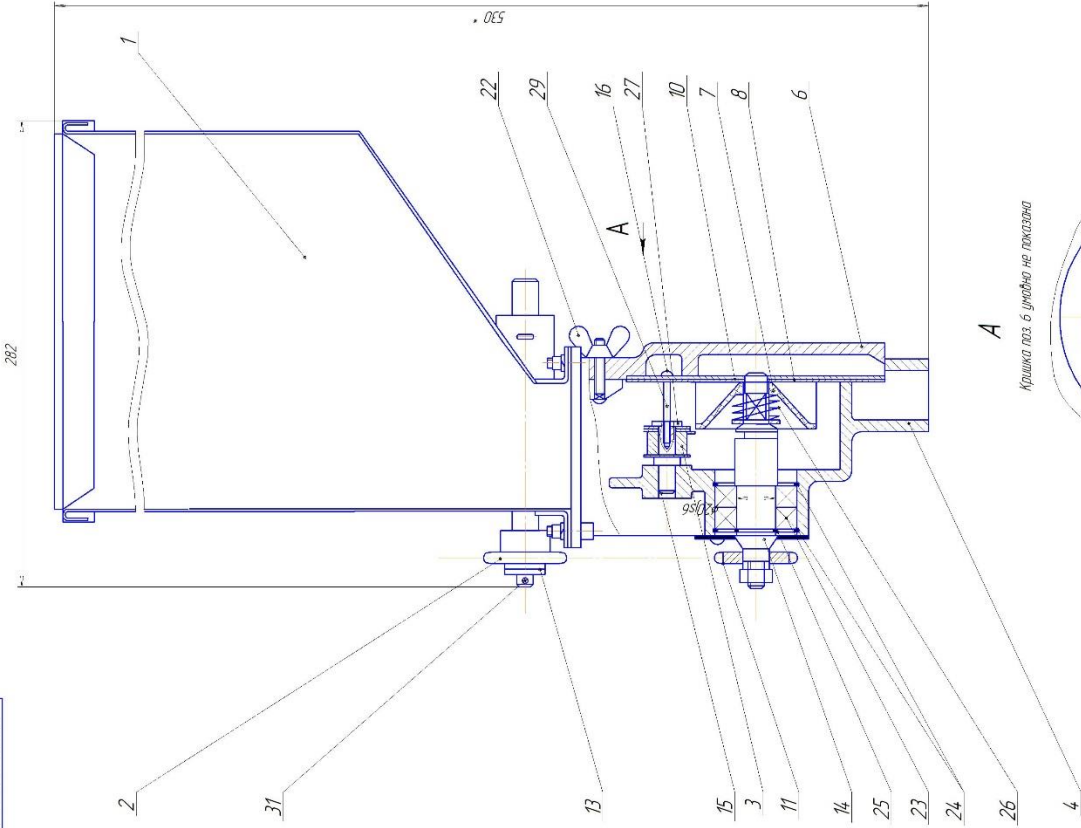
1. Опорно-приводне колесо
2. Механізм передачі
3. Рама
4. Замок автотячіпки
5. Бункер
6. Ворушилка
7. Регулятор глибини ходу

8. Котки
9. Шлейф
10. Загортачі
11. Висівний апарат
12. Сошник
13. Котки

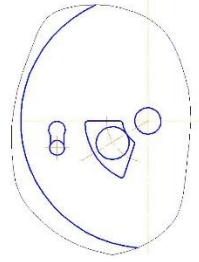
[illegible]

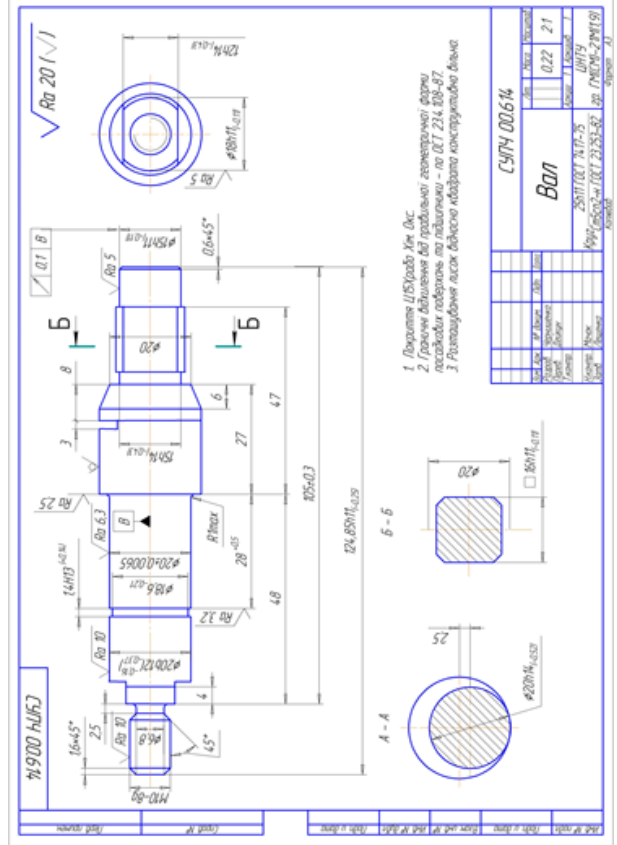
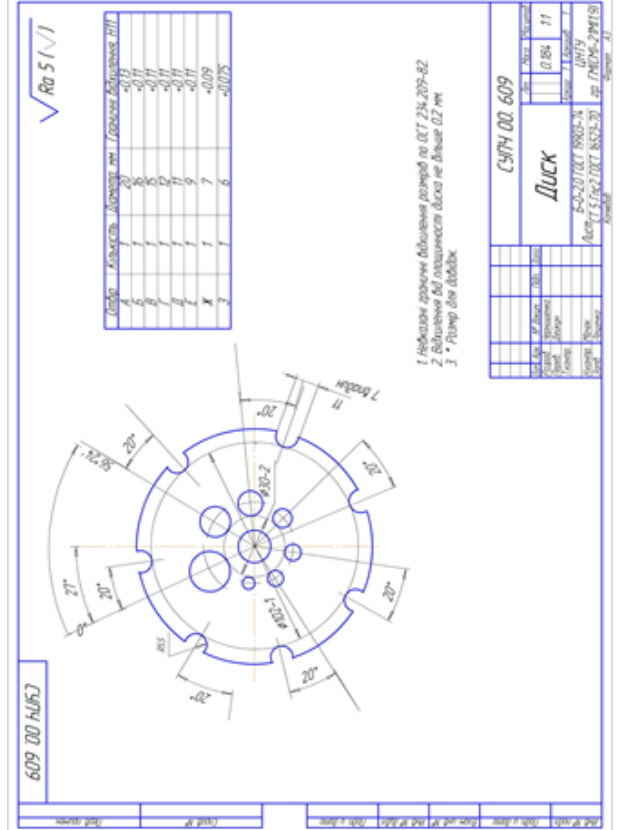
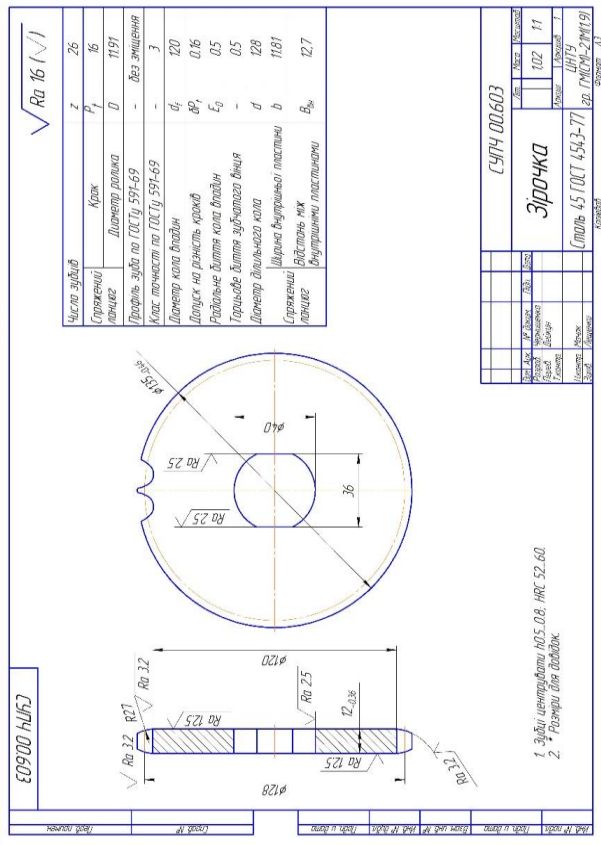
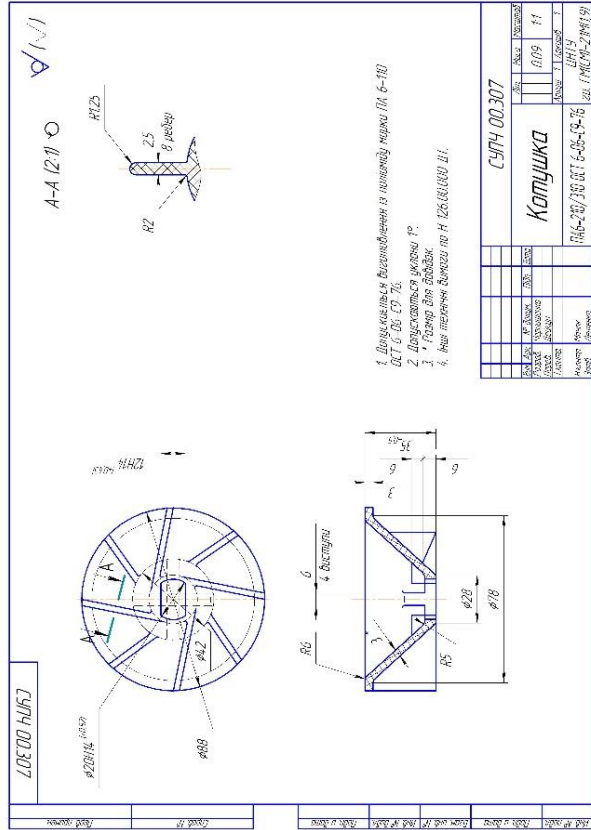
[illegible]





Кришка поз. 6 умовно не показана

[illegible]



Мета і задачі досліджень

Тема: Модернізація конструкції овочевої сівалки СУПО-6 з удосконаленням висівачого апарата

Мета роботи: Підвищення якості висіву дрібного насіння овочевих культур з обґрунтуванням раціональних конструктивних параметрів і режимів роботи висівачого апарату на основі теоретичних та експериментальних досліджень технологічного процесу висіву насіння.

Об'єкт дослідження: процес посіву насіння овочевих культур механічними котушковими апаратами з однаковими та різновеликими жолобками.

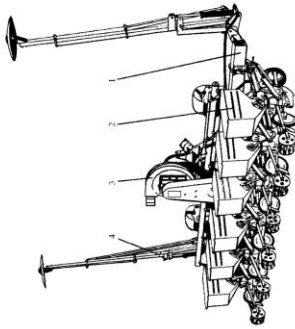
Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри висівачого апарата.

Завдання досліджень:

1. Обґрунтувати конструктивні та технологічні параметри роторно-лопатевого висівачого апарату для висіву насіння овочевих культур і механізмів його регулювання.
2. Встановити основні фактори та вплив конструктивних параметрів, які визначають технологічний процес і впливають на якісні показники висіву насіння апаратом.
3. На основі теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтувати раціональні конструктивні параметри і кінематичні режими роботи апарату.

СУПЧ 00.001 НЧ									
№ п/п	№ документації	№ змін	№ версії	№ випуску	№ серії	№ партії	№ складу	№ місця зберігання	№ дати виведення з експлуатації
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мета і задачі досліджень									
до ГРН-240191									

Огляд обочевих сівалок



Обочеві сівалка
точного висіву СЧПО-6



Вакуумна обочеві сівалка точного висіву
Stodgia Salsbra (Італія)

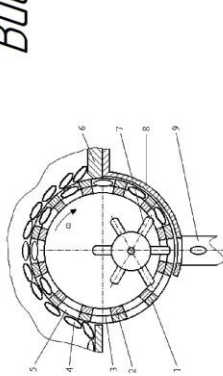


Сівалка обочеві точного висіву
Gasprago «Ultraprecision» (Італія)

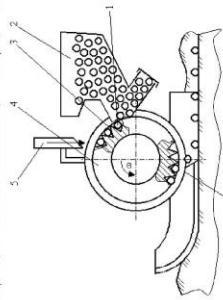


Сівалка обочеві точного висіву
Monosem-MA (Франція)

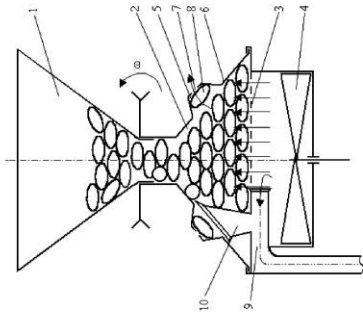
Висівні апарати різних конструкцій



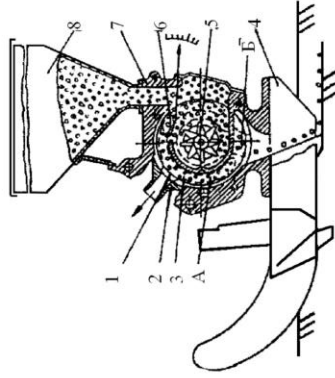
Висівний апарат барабанного типу
1 - задній циліндр, 2 - внутрішній циліндр, 3 - еластична оболонка, 4 - насіння,
5 - ковчег, 6 - барабан завантаження, 7 - штифт, 8 - скібок, 9 - насіннєвий



Пневно-механічний апарат Веккер
1 - насіння, 2 - дунер, 3 - ковчег, 4 - диск, 5 - сопло, 6 - ковчег



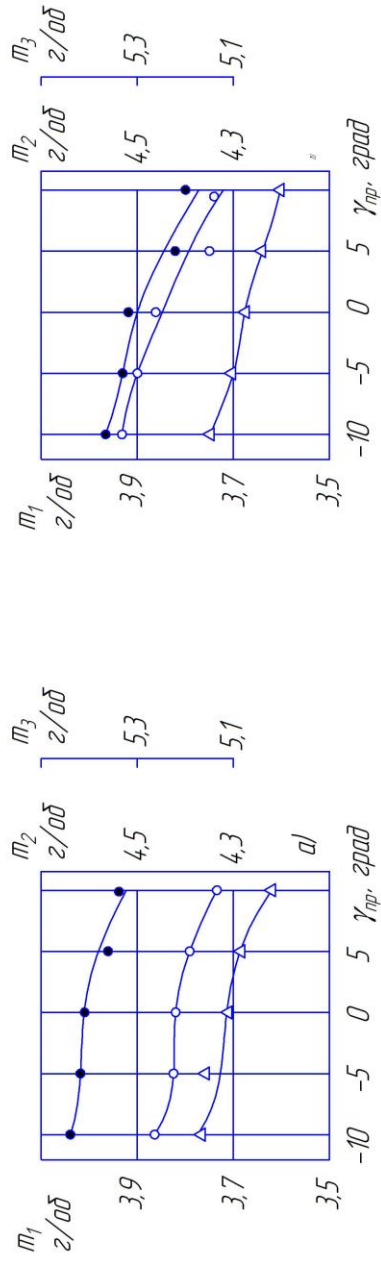
Висівний апарат
надлишкового тиску з внутрішнім запобіганням
1 - дунер, 2 - задня камера, 3 - еластична оболонка, 4 - насіння,
5 - ковчег, 6 - барабан завантаження, 7 - штифт, 8 - скібок, 9 - насіннєвий



Пневно-механічний висівний апарат
1 - ковчег, 2 - дунер, 3 - еластична оболонка, 4 - насіння,
5 - ковчег, 6 - барабан завантаження, 7 - штифт, 8 - скібок, 9 - насіннєвий

СУПЧ 00.002 НЧ									
Огляд обочевих сівалок та висівних апаратів									
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель
Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель	Вид	Модель

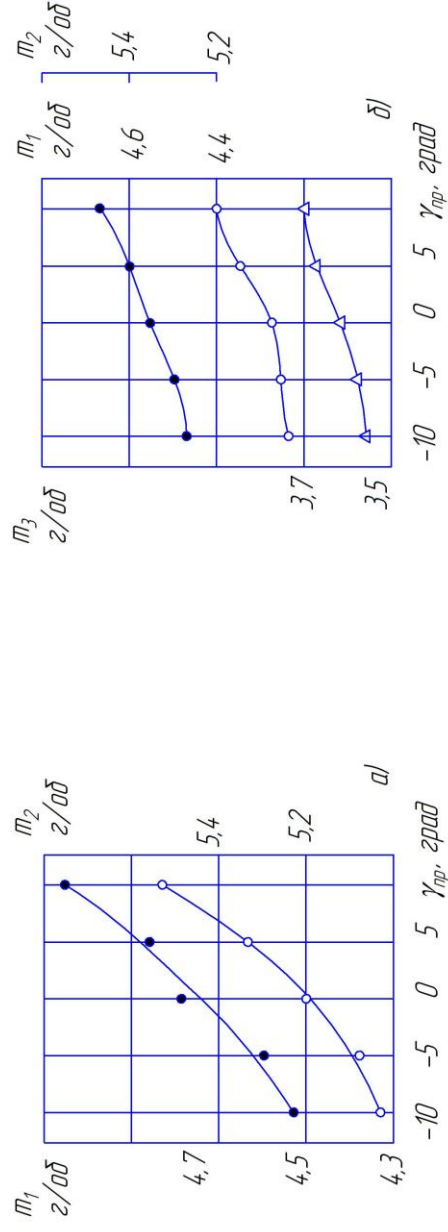
Результати експериментальних досліджень



Залежність маси висіяного насіння цибулі-чорнушки від побудованого нахилу роторно-поплатевого висівального апарату:

а) - апарат з прямими кромками; б) - апарат зі спіральними кромками;

m_1, m_2, m_3 – норми висіву $Q_1 = 4 \text{ кг/га}$, $Q_2 = 5 \text{ кг/га}$, $Q_3 = 6 \text{ кг/га}$



Залежність маси висіяного насіння цибулі-чорнушки від поздовжніх нахилів катушкових висівачних апаратів:

а) - апарат з однаковими жолобками, %; б) - апарат з рівновеликими жолобками;

$$m_1, m_2, m_3, - \text{норми висіву } (Q_1 = 5 \text{ кг/га}, Q_2 = 6 \text{ кг/га}, Q_3 = 4 \text{ кг/га}).$$
[illegible]