

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

**«Механізація вирощування кукурудзи на зерно з модернізацією
висівного апарата сівалки СУПН-8А»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23М-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Гладун Олександр

Олександрович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Володимир АМОСОВ

« _____ » 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Олександра БІЛОВОД

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПП «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ**

«___» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ **Гладуна Олександра Олександровича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування кукурудзи на зерно з модернізацією висівного апарата сівалки СУПН-8А

2. Керівник роботи (проекту)

Амосов Володимир Васильович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 01.12.2024 р.

4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту) Підвищення урожайності кукурудзи за рахунок поліпшення рівномірності розподілу насіння по площі живлення шляхом покращення скидання зайвих насінин у вакуумних пневмомеханічних висівних апаратах

5. Перелік графічного матеріалу Схеми скидачів Теоретичні дослідження Технологічна карта Операційно-технологічна карта Сівалка СУПН-8А (схема) Висівний апарат Деталювання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Доцент Амосов В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та оформлення розділів 1 та 2	15.10.2024 р.	
2	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділу 3	29.10.2024 р.	
3	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділу 4	5.11.2024 р.	
4	Оформлення графічної частини ДР	19.11.2024 р.	
5	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділів 5 та 6	26.11.2024 р.	
6	Нормоконтроль, захист ДР на засіданні ДЕК	Згідно з графіком	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2024 р.

Підпис керівника

_____ Амосов В.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2024 р.

Підпис здобувача

_____ Гладун О.О.
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			СУПН 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
A1			СУПН 00.000 С2	Сівалка універсальна		
				СУПН-8А	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>науковій частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			СУПН 00.000 НЧ1	Схеми скидачів зайвого насіння	1	
A1			СУПН 00.000 НЧ2	Теоретичні дослідження	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			СУПН 00.000 ТЧ1	Технологічна карта	1	
A1			СУПН 00.000 ТЧ2	Операційно-технологічна карта	1	

					СУПН 00.000 ВП								
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив	Гладун				Відомість дипломної роботи				Літера	Аркуш		Аркуші	
Перевірів	Амосов										1	2	
Н. контр.	Мачок												
Затвердив	Васильковський												
					ЦНТУ, гр.АІ-23М-2								

[illegible]

1 ВСТУП

Кукурудза є цінною харчовою та кормовою культурою. Сучасні сорти як зарубіжної, так і вітчизняної селекції мають високий потенціал врожайності, який не використовується повністю через погодні умови, помилки при реалізації технології, недосконалість технічних засобів. Важливу роль у технологічному процесі вирощування кукурудзи на зерно відіграє сівба. Якість розподілу насінин по довжині рядка суттєво впливає на врожайність та збільшує витрати на догляд за посівами. Тому вдосконалення вакуумного пневмомеханічного висівного апарата є актуальною задачею.

Для сівби кукурудзи на ланах України використовують просапні сівалки різних конструкцій, які випускають або випускали раніше українські виробники сільськогосподарської техніки та зарубіжні фірми. Є серед них і сівалки СУПН-8А. Вони продовжують виконувати свої функції при умові ретельного і вчасного технічного обслуговування, необхідних умов зберігання, заміни зношених запчастин. Якість сівби кукурудзи висівним апаратом сівалки СУПН-8А можна підвищити, якщо вдосконалити його конструкцію.

Метою даної дипломної роботи є підвищення урожайності кукурудзи за рахунок поліпшення рівномірності розподілу насіння по площі живлення шляхом покращення скидання зайвих насінин у вакуумних пневмомеханічних висівних апаратах.

					СУПН 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Гладун				Вступ		Літ.	Аркуш
Перевір.	Амосов							1
							ЦНТУ. гр.АІ-23М-2	
Н.контр.	Мачок							
Затвер	Васильковський							

ЗМІСТ

1	ВСТУП	6
2	НАУКОВА ЧАСТИНА.....	8
3	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	35
4	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	48
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	53
6	ВИСНОВОК.....	55
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	56
	ДОДАТКИ.....	57

					СУПІН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2 НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1 Агротехнічні вимоги до кукурудзяних сівалок

Агротехнічні вимоги до кукурудзяних сівалок по показнику рівномірності розподілу насінин у рядку є достатньо жорсткими. Сівалка повинна забезпечувати висів заданої кількості зерен кукурудзи, соняшнику і рицини на гектар у межах 25...150 тис. шт. Подрібнення насінин не допускається, мікропошкодження їх не повинні перевищувати 0,2%. Сівалка повинна забезпечувати рівномірний розподіл насінин у рядку. Допускається відхилення від розрахункового інтервалу $\pm 30\%$. У заданому інтервалі з допустимим відхиленням повинно бути не менше 85% насінин. Висів двох і більше насінин з однієї чарунки не допускається. [3]

2.2. Огляд існуючих конструкцій просапних сівалок

До апаратів точного висіву прийнято відносити ті, що спрямовують окремі насінини або групи насінин до органів, що загортають, через задані приблизно рівні проміжки часу. У залежності від використання енергії повітряних потоків у технологічному процесі виділяють механічні і пневматичні висівні апарати. Численні дослідження і порівняльні випробування дозволили встановити, що пневматичні висівні апарати (ПВА) у порівнянні з механічними більш універсальні (можуть висівати некаліброване і недражоване насіння) і різко знижують пошкодження насінин. [5]

Якщо у процесі роботи ПВА використовують також механічні сили, то доцільно назвати їх пневмомеханічними. Найбільше поширення одержали вакуумні пневмомеханічні висівні апарати (ВПМВА), у яких для дозування насінин використовується розрідження повітря. Серед них самою численною є група висівних апаратів з дисковим дозатором (рис.2.1). Барабанний дозатор використовувався в перших моделях вакуумних ПВА: апараті конструкції

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

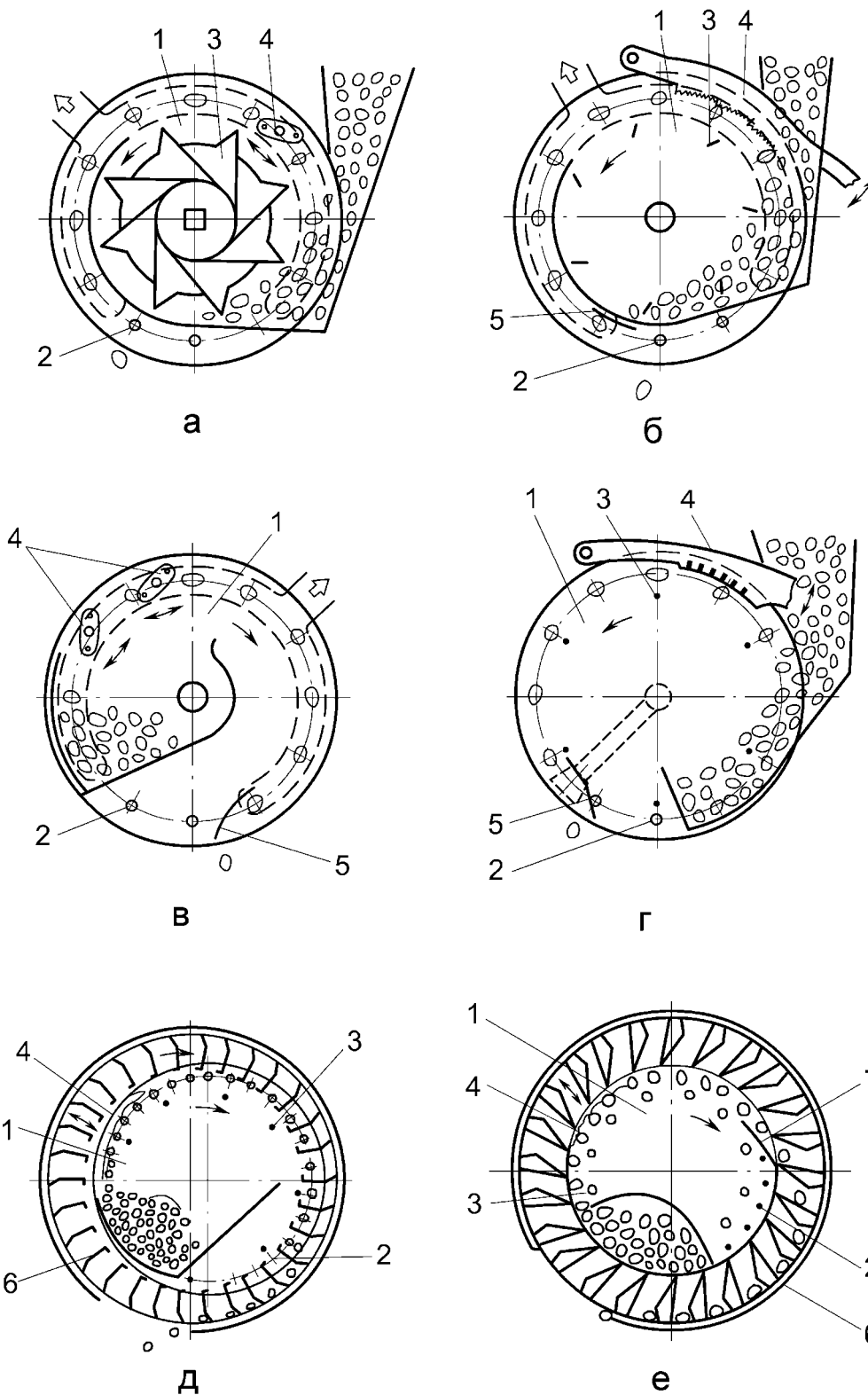


Рис.2.1. Схеми вакуумних ПМВА з вертикальним диском: а–СУПН–8, SPC –6; б– Pneumasem II; в–Unisem; г– Monoair; д–Monosem P; е–Multikorn; 1 – висівний диск; 2 – присмоктувальний отвір; 3 – ворушилка; 4 – скидач зайвого насіння; 5 – скидач насіння у борозну; 6 – лопаті; 7 – спрямовувач.

Слущкого І.Л., сівалці Isaria Pneumatic фірми Hans Glas GmbH (Німеччина), апараті конструкції Вальянова Д.І. та ін. Присмоктувальні отвори розташовувалися на зовнішній циліндричній поверхні барабана, у поглибленнях конічної форми, на торцях трубочок, що одночасно виконували роль воружителей. Зайві насінини скидалися механічним (вильчастим, щітковим, фрикційним, східчастим і т.д.), вібраційним або пневматичним (обдув насінин струменем стиснутого повітря) скидачами. Їхні порівняльні дослідження, проведені В.Ф.Семеновим, показали перевагу фрикційного і східчастого скидачів. До числа основних недоліків ПВА з зовнішнім заповненням варто віднести невисоку стабільність висіву, що обумовлено відсутністю надійних пристроїв для видалення зайвих насінин. [5]

У дискових і барабанних вакуумних ПМВА використовується однаковий принцип виділення одиночних насінин із загальної маси, тому вони рівноцінні по показнику універсальності. Дискові апарати простіші по конструкції, більш надійно виконують технологічний процес, компактні і дозволяють одержувати міжряддя малої ширини.

ПВА, у яких для захоплення і переносу насінин використовується вакуум, а для видалення зайвих насінин, продування присмоктувальних отворів або транспортування насінин у борозну – стиснуте повітря, віднесемо до комбінованого типу. [3]

Аналіз конструкцій ПВА точного висіву показав, що найбільші можливості для універсалізації мають вакуумні висівні апарати з дисковими дозаторами, з горизонтальною віссю обертання (ВПМВА). Універсальність ВПМВА забезпечується змінними висівними дисками, конструктивні параметри яких залежать від фізико-механічних властивостей насінин і норм висіву. Тому доцільно при розробці конструкції універсального апарата для висіву просапних культур вибрати вакуумний принцип дозування з використанням вертикального диска. [1]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різноманітність вакуумних дискових апаратів потребує глибокого системного аналізу особливостей їхніх конструкцій і впливу параметрів окремих елементів на якість виконання технологічного процесу висіву.

2.3. Огляд впливу елементів конструкції ВПМВА на процес висіву

Незважаючи на різноманітність конструкцій, дискові ВПМВА мають загальні елементи і близькі технологічні схеми. Основним елементом ВПМВА служить дозуючий диск 1 (рис.2.1) із рівномірно розташованими по колу присмоктувальними отворами 2. До диска, який обертається, з однієї сторони примикає насіннева, а з іншої – вакуумна камера. Потоки повітря, що втягуються у вакуумну камеру, притискають до присмоктувальних отворів найближчі насіннини, і диск виносить їх із насінневої камери. Воружителі 3 надають насінинам додаткову швидкість, що полегшує їхнє захват. Один отвір може захопити одну, дві і більше насіннин. Для полегшення однозернового висіву "зайві" насіннини зіштовхуються скидачем 4 назад у насінневу камеру. У нижній частині апарата насіннини відокремлюються від диска під дією сили ваги, скидача 5 або лопаток 6, і падають у борозну. [3]

ПВА в загальному виді можна розглядати як механічну систему, що виконує функцію виділення з загальної маси насіннин дискретних порцій заданого розміру (звичайно, однієї насіннини) і рух їх через рівні проміжки часу в задану точку загортаючих робочих органів.

Процес роботи ВПМВА складається з ряду послідовних операцій [1, 3, 5]:

- надходження насіннин із бункера в насінневу камеру;
- захоплення групи насіннин присмоктувальним отвором диска;
- рух насіннин із диском до скидача зайвих насіннин;
- виділення одиничної насіннини з групи захоплених отвором насіннин;
- рух одиничної насіннини з диском;
- відокремлення насіннини від диска;

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- рух насінини до дна борозни.

Для запобігання розкочування насінин по дну борозни, необхідно надати їм швидкість, горизонтальна складова якої по абсолютній величині дорівнює швидкості сівалки і має протилежний напрямок. Вертикальна складова швидкості насінин у момент падіння на дно борозни повинна мати мінімальну величину, щоб запобігти їх підскакуванню.

Для створення потоку насінин, рівномірно розподіленого по довжині рядка, необхідно подолати ряд протиріч між параметрами елементів ВПМВА. У більшості конструкцій той самий присмоктувальний отвір служить для захоплення і скидання насінини в борозну. Внаслідок цього виникає протиріччя між необхідною швидкістю скидання насінин (до 3,5 м/с) і обмеженою (виходячи з умов заповнення присмоктувального отвору на гладенькому диску) швидкістю захоплення (до 0,5 м/с). У існуючих конструкціях воно усувається двома шляхами. Перший – присмоктувальний отвір утворюється на перетині спірального і радіального прорізів у двох співвісних дисках, один із яких обертається, а інший нерухомий. Насінини захоплюються поблизу осі обертання дисків і переміщуються зі зростаючою швидкістю уздовж спірального прорізу до периферії дисків. У крайній точці спіралі дія розрідження припиняється, і насінини падають у борозну зі швидкістю, яка значно перевищує швидкість захвату. Апарати з двома дисками використані в сівалках фірми Wintersteiger (Австрія), Tedmech (ПАР), Amazonen Verke (Німеччина). [3]

Другий напрямок – створення активного шару насінин у зоні захоплення їх отворами – використаний в ВПМВА сівалок Monosem P, Ebra MK-V, SV-255, Pneumasem II, Special Legumes і т.д. Насінинам активного шару надається додаткова швидкість за допомогою лопаток, штифтів або лопатевих ворушилок. [1]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.4. Видалення зайвих насінин

Мета операції видалення зайвих насінин – скинути з присмоктувальних отворів "запасні", захоплені на першій операції, залишивши максимальну кількість одиночних насінин і виключивши появу "пропусків". Для цього використовуються скидачі, що зміщують насінини так, щоб одна з них наблизилася до центру присмоктувального отвору, де утримуюча сила максимальна, а інші (зайві) змістилися від центру отвору на граничну відстань, при якій сила ваги перевищує утримуючу силу. Як показує практика, видалення зайвих насінин полегшується наданням їм обертального або коливального руху.

У перших моделях ВПМВА скидач 4 мав форму вилки, що в удосконаленому виді використовується в апараті SPC–6 (рис. 2.1,а; 2.2,б). Час удару об вилку малий, а інтенсивність впливу достатньо велика. Внаслідок цього, можливе скидання не тільки "зайвих", але й одиночних насінин. З метою збільшення тривалості і зниження сили взаємодії насінин із скидачем, вильчастий скидач 4 апарата Unisem виконаний двохступінчатим, причому відстань між штирками вилки другого ступеня менше, ніж між штирками першого (рис. 2.1,в). [3]

У овочевій сівалці SV 255 фірми Gaspardo (Італія) використано сполучення пластинчастого і вильчастого скидачів . [1]

Тривалий вібраційний вплив на насіння забезпечує пластинчастий скидач з пилкоподібними зубами , реалізований у конструкції ВПМВА Pneumasem II (рис. 2.2, г). Причому інтенсивність впливу зростає в напрямку обертання диска, тому що вершини зубів поступово наближаються до кола отворів. Подібна конструкція скидача використана в ВПМВА Monoair (рис. 2.1, г). У одному з варіантів його робоча поверхня складається з ділянок, що чергуються, покритих матеріалами, що мають різні коефіцієнти тертя. [3]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

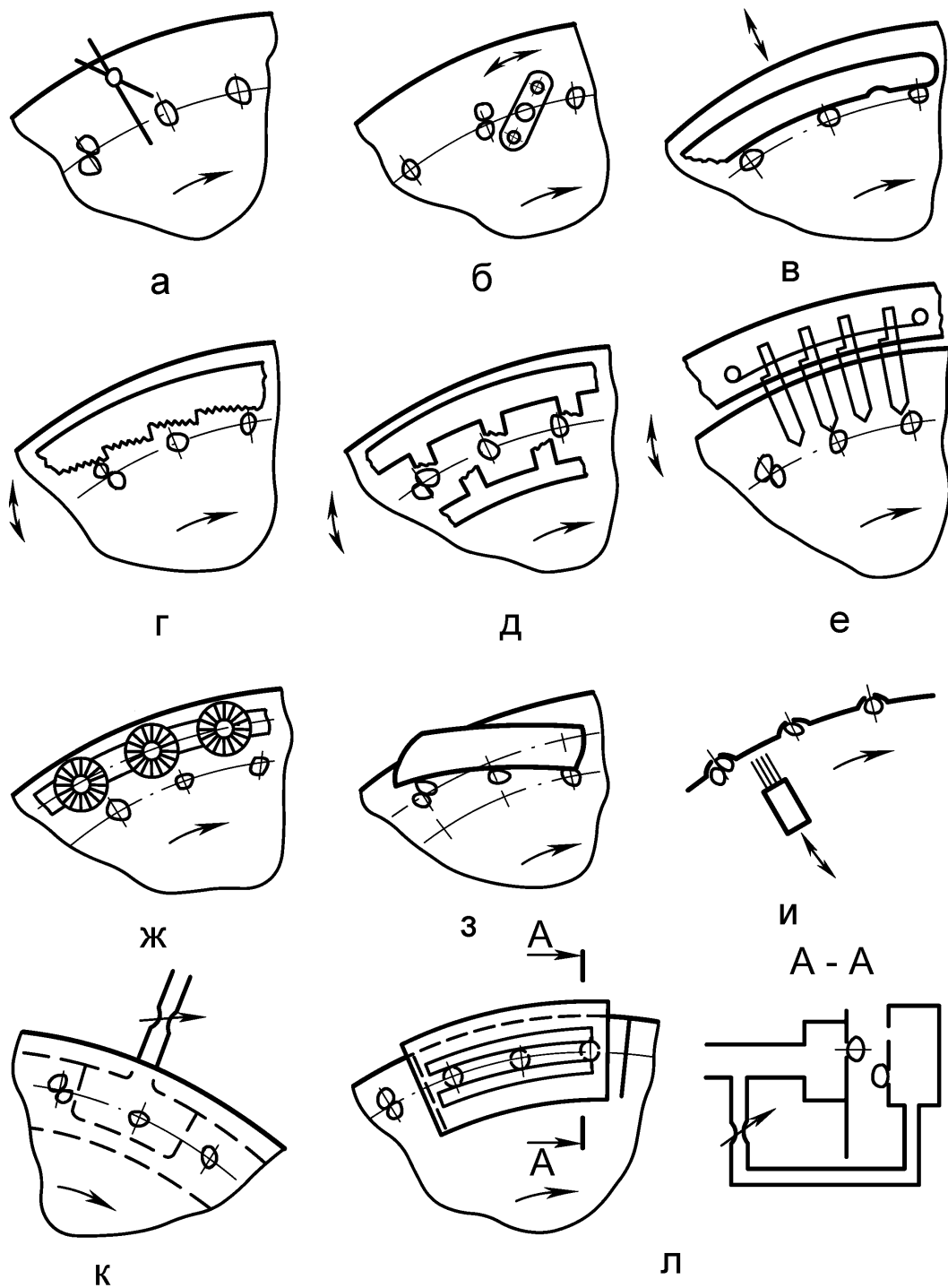


Рис.2.2. Схеми скидачів зайвого насіння ВПМВА: а–Біньковського П.А.; б–СУПН–8, SPC –6; в–Multikorn; г– Pneumasem II; д– Special Legumes; е – Monoair; ж– В-600; з – Monosem P; и – Cyclo–800; к –а.с. 1053771 (СРСР); л – а.с. 784824 (СРСР). [4]

Висока жорсткість пластинчастого скидача може призводити при підвищеній частоті обертання диска до руйнації або ушкодження м'яких і глибоко утягнених в отвори насінин. Частково усуває цей недолік розбивка поверхні скидача на короткі секції, використана в овочевій сівалці Special Legumes фірми Nodet Gougis (рис. 2.2,д) . Чергування секцій з обох боків траєкторії насінин підвищує ефективність операції. [3]

Пластинчасто-роликовий скидач сівалки В-600 фірми Венас (Франція) (рис. 2.2,ж) плавно діє на насінини роликами з насічкою по периферії, що вільно обертаються на осях. Осі роликів перпендикулярні диску і закріплені на платівці, вигнутій по колу, концентричному колу присмоктувальних отворів.[5]

Повністю виключає подрібнення щітковий скидач (рис. 2.2,и) , але форма його робочої крайки змінюється в результаті зносу і відгину волокон, що вносить невизначеність у процес видалення "зайвих" насінин. Пружність щіткового і зносостійкість пластинчастого має скидач, що складається з підпружинених пальців, осі яких закріплені на пластині (рис. 2.2,е) . [3]

Вібраційні скидачі, які використані, наприклад, в апараті І.Л.Слущького і у французькому патенті № 2221902 , не одержали поширення через низьку ефективність і складність регулювання інтенсивності ударів у залежності від фізико-механічних властивостей насінин. [3]

Зниження вакууму в зоні скидання (рис. 2.2,к), значно підвищує ризик скидання не тільки зайвих, але й одиночних насінин унаслідок випадкових коливань величини вакууму і рух посівної секції по нерівностях поля. [5]

Вакуумні скидачі інших конструкцій значно ускладнюють ВПМВА. Скидання зайвих насінин струменем стиснутого повітря, використане в висівних апаратах Lange, Isaria Pneumatik і експериментальних моделях , потребує використання додаткового вентилятора й ускладнює пневмосистему сівалки.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.5. Висновки. Мета та задачі досліджень

1. Перспективним напрямком розвитку конструкцій просапних сівалок є використання пневматичних висівних апаратів вакуумного типу.

2. При збільшенні робочої швидкості сівалки, погіршується якість висіву внаслідок появи «пропусків».

Метою даної дипломної роботи є підвищення урожайності кукурудзи за рахунок поліпшення рівномірності розподілу насіння по площі живлення шляхом покращення скидання зайвих насінин у вакуумних пневмомеханічних висівних апаратах.

Рівномірний розподіл насіння по площі живлення пневматичною сівалкою з висівними апаратами вакуумного типу можливий при використанні пластинчастого скидача зайвого насіння з оптимізованим розташуванням зубців робочої поверхні.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі досліджень:

1. Виявити відомі конструкції пластинчастого скидача зайвого насіння просапних сівалок.

2. Обґрунтувати раціональні параметри пластинчастого скидача вакуумного пневмомеханічного висівного апарата.

2.6. Опис об'єкту розробки

2.6.1 Будова модернізованої сівалки СУПН-8А

Сівалка СУПН-8А призначена для пунктирного посіву каліброваного та некаліброваного, але відсортованого насіння кукурудзи, сояшнику, ріпичи, сорго, сої та інших просапних культур з одночасним внесенням мінеральних добрив і прикочуванням ґрунту в засіяних рядках. [1]

Сівалка призначена для використання у всіх ґрунто-кліматичних зонах, крім зон гірського землеробства. [1]

Сівалка – це начіпна машина, яка складається з таких складових частин: [1]

- рама з замком автоначипки;
- двох опорно-приводних коліс з механізмами передач на висівні та туковисівні апарати;
- восьми посівних секцій з пневматичними висівними апаратами, сошниками, підгортальниками, прикочуючими катками та механізмом регулювання глибини загортання насіння; [1]
- вентилятора відцентрового типу;
- транспортного пристрою;
- чотирьох туковисівних апаратів та восьми тукових сошників;
- уніфікованої системи контролю. [1]

2.6.2 Технічна характеристика сівалки[1]

Тип сівалки	начіпна
Сівалка працює з тракторами класу, кН	30
Продуктивність за 1 годину основного часу, га/год	до 9,2
Робоча швидкість руху на посіві, км/год	до 10
Робоча ширина захвата, м	8,4
Ширина міжрядь, см	70

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма висіву насіння кукурудзи, тис. шт./га	25...150
Норма внесення мінеральних добрив, кг/га	50...250
Глибина загортання насіння, см	4...12
Маса сівалки, кг	1800
Сумарна місткість бункерів для насіння, дм ³	384
Місткість бункерів для мінеральних добрив, дм ³	270
Частота обертання вентилятора, с ⁻¹ (об/хв)	67 (4200)
Гарантований строк експлуатації, місяців	30
Дорожній просвіт, мм	300
Транспортна швидкість, км/год	15
Оперативна трудомісткість переобладнання машини, люд. год:	
– на висів іншої культури	0,4
– в транспортне становище та навпаки	0,25
Габаритні розміри сівалки у транспортному стані, не більше, мм	
довжина	10900
ширина	2900
висота	3500

2.6.3 Принцип дії сівалки

Обертання дисків висівних та шнеків туковисівних апаратів здійснюється від опорно-приводних коліс 1 (рис. 2.3) через ланцюгові передачі 2 та механізми зміни передач. [2]

Розрядження в порожнині висівного апарата створюється вентилятором, оберти якому надаються від ВВП трактора. [2]

Насіння присмоктується до отворів обертального диска 12, які знаходяться в зоні вакууму і транспортуються з забірної камери до місця викиду. [2]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усунення „зайвого насіння”, яке присмокталося до отвору, здійснюється скидачем зайвого насіння 7, який встановлено у забірній камері.[2]

В нижній частині висівного апарата при переході отворів з зони розрядження до зони атмосферного тиску насіння по одному відпадає від отворів і укладається на дно борозни, яку утворила п'ята сошника 13. [2]

Одночасно з висівом насіння виконується висів мінеральних добрив.

Пружинні шнеки 5 виносять добрива 6 з бункера до воронки тукопроводів 16. Розсіювачі, які встановлені у воронках, забезпечують рівномірний потік мінеральних добрив на дно борозни, яку утворює туковий сошник.

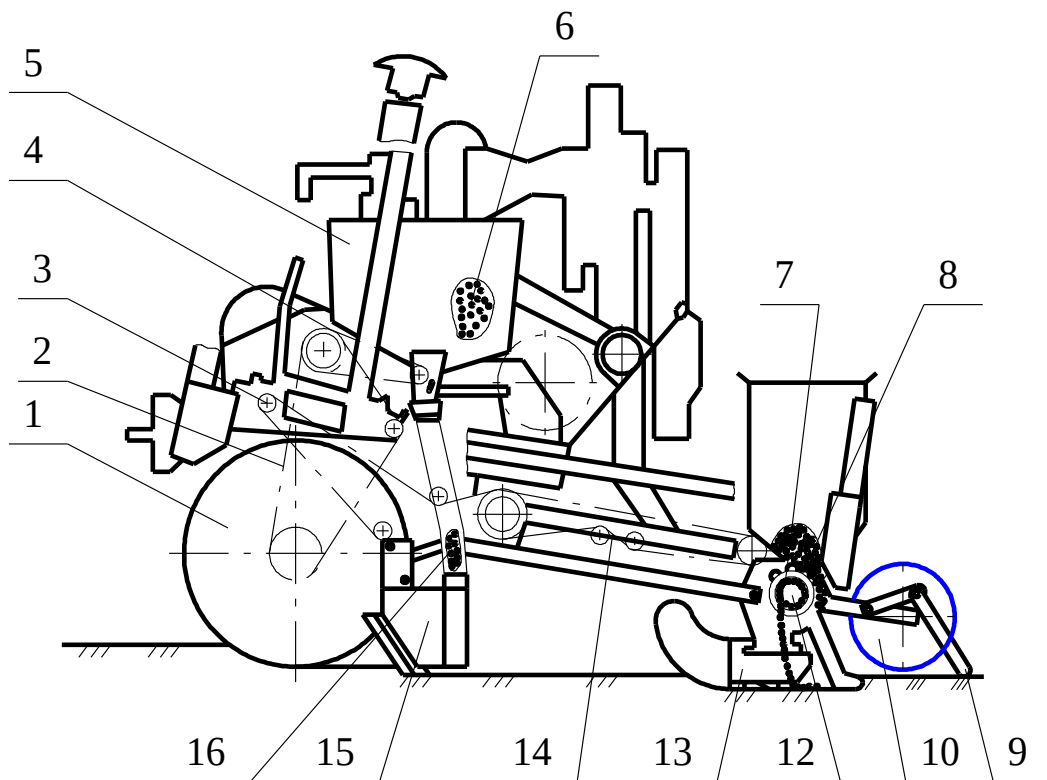


Рис. 2.3 Схема технологічного процесу:

1 – колесо опорно-приводне; 2, 3, 14 – ланцюги; 5 – апарат туковисівний; 6 – добрива; 7 – скидач; 8 – насіння; 9 – шлейф; 10 – колеса прикатні; 11 – підгортальник; 12 – диск висівний; 13 – сошник насіннєвий; 15 – сошник туковий; 16 – тукопровід. [1]

Підгортальники закривають ґрунтом борозни з висіяним насінням та добривами. Прикатні колеса 10, які знаходяться за підгортальниками, ущільнюють ґрунт над борозною, створюючи умови для підтягування вологи до насіння, а шлейфи 9 вирівнюють ґрунт після проходу агрегату. [2]

Коли агрегат просувається по полю, маркер, який знаходиться на ґрунті, робить слід для послідуєчого проходу агрегату.

Процес висіву контролюється системою контролю УСК.

Принципову схему технологічного процесу висіву зображено на рисунку 2.3.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.7 Обґрунтування параметрів скидача зайвого насіння в плані

Щоб забезпечити відсутність отворів, які не заповнені насінням, вибирають діаметр отвору та величину розрідження у вакуумній камері такими, що кожний присмоктувальний отвір захоплює одну або дві і більше насінин. У цьому випадку в конструкції висівного апарата треба передбачити пристрій (його називають скидач або відбивач зайвого насіння), який зіштовхує другу, третю (зайві) насінини, залишаючи на кожному отворі точно по одній насініні.

Як показав аналіз роботи скидачів зайвого насіння, найкраще скидають зайві насінини (забезпечують однозернове дозування) пластинчасті скидачі. Вони можуть мати різне конструктивне виконання: поверхня без виступів і западин, поверхня з зубчиками, ступінчаста поверхня, ряд закріплених на пластині підпружинених елементів. Їх узагальнюючою геометричною характеристикою є форма та параметри лінії, яка плавно з'єднує виступи поверхні. Це може бути відрізок будь-якої кривої другого порядку. Найдоцільніше вибрати дугу кола, яка забезпечить плавне зміщення насінин і можливість регулювання величини і швидкості зміщення. [5]

Скидання зайвих насінин відбувається внаслідок плавного або з поштовхами зміщення насінин від центра присмоктувального отвору у напрямку центра кола присмоктувальних отворів. Поштовхи виникають від наявності на поверхні пластини западин або/та виступів. У результаті зміщення одна насінина наближується до центра отвору, а друга, третя та інші зайві віддаляються. [5]

Присмоктувальне зусилля, яке діє на них, зменшується. Коли вертикальна проекція суми сил, що прагнуть скинути зайву насінину, перевищить вертикальну проекцію суми сил, які утримують її на отворі, насінина падає до насінневої камери. Обертання насінини під дією виступів на поверхні скидача та сил тертя активізує процес скидання зайвих насінин. [5]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміщення одиничної насінини, яка залишилась після скидання зайвих, має не перевищувати величини, при якій вона буде скинута до насіннєвої камери.

Деякі параметри пластинчастого скидача можуть бути розділені на краще виявлені в плані, а деякі більш характерні для представлення в поперечному перерізі.

Конструкція та геометричні параметри пластинчастого скидача в плані мають забезпечити плавний (без удару) початок контакту насінин зі скидачем, поступове зміщення їх до крайнього положення, коли одна насінина наблизиться до центра присмоктувального отвору, а друга (зайва) буде зміщена від нього настільки далеко, що зусилля її притягування зменшиться, і вона впаде до насіннєвої камери. [6]

Припустимо, що робоча поверхня пластинчастого скидача не має виступів і западин. Дуга скидача має радіус R_c і центр, розміщений у точці С (рис.2.4).

Положення скидача відносно кола присмоктувальних отворів (центр – у точці О) регулюють його поворотом навколо центра D на кут β . Відстань між віссю обертання та центром дуги скидача дорівнює R .

При повороті скидача змінюється положення точки С відносно точки О ($CO=e$). Координати точки D відносно точки О постійні і дорівнюють q і b .

Довжину відрізка OD можна визначити з рівняння

$$OD = \sqrt{q^2 + b^2}$$

За теоремою косинусів зміщення центра С відносно О дорівнює

$$e = \sqrt{R^2 + OD^2 - 2R \cdot OD \cdot \cos \beta}$$

або після підстановки

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$e = \sqrt{R^2 + q^2 + e^2 - 2R\sqrt{q^2 + e^2} \cos \beta} \quad (3.1)$$

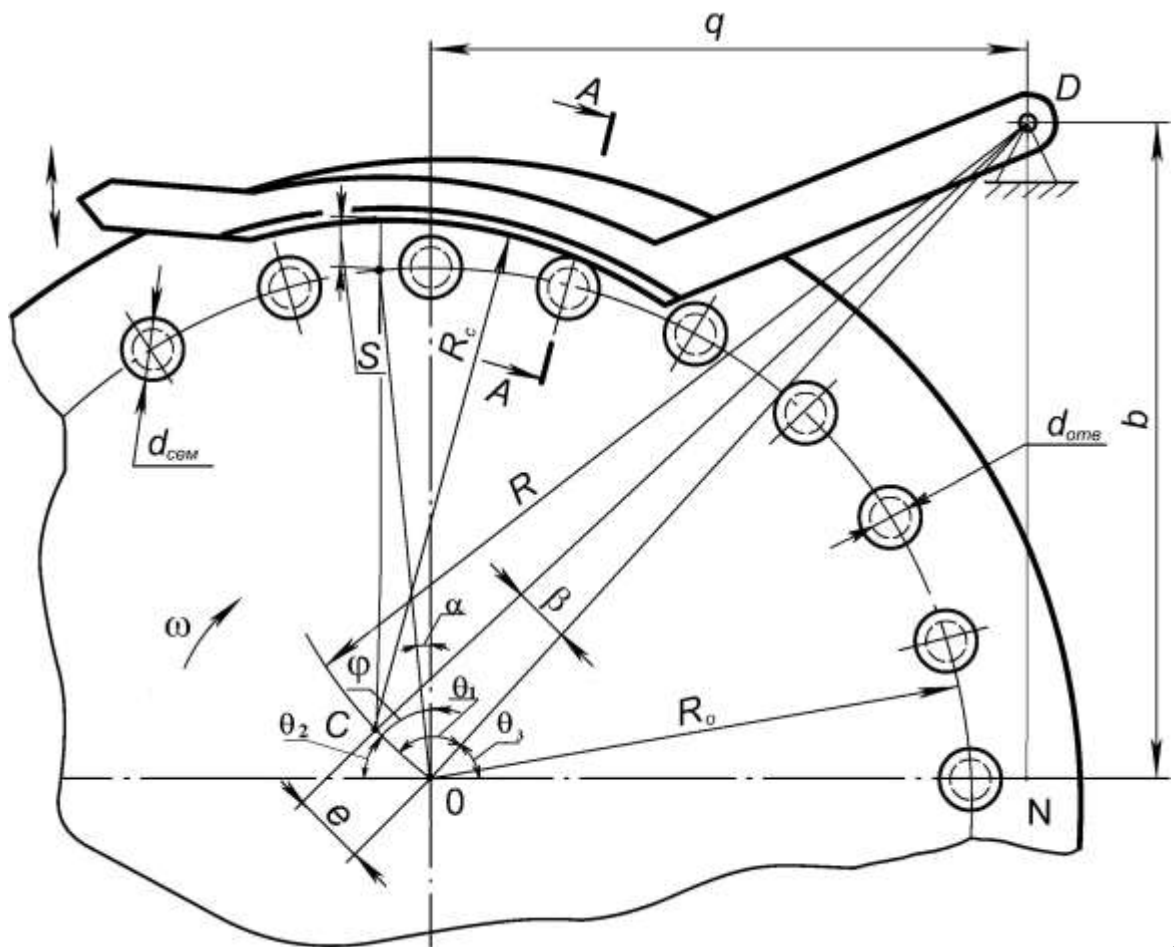


Рис. 2.4. Схема скидача зайвого насіння

Визначимо, як змінюється відстань S між колом присмоктувальних отворів та колом скидача (нижньою кромкою робочої поверхні скидача) (рис.2.4) в залежності від кута φ між радіус-векторами, проведеними з точки O в точку C і точку M (центр мас насінини, присмоктаної до отвору). [6]

За теоремою косинусів маємо

$$MC = \sqrt{MO^2 + CO^2 - 2 \cdot MO \cdot CO \cdot \cos \varphi} = \sqrt{R_0^2 + e^2 - 2R_0e \cos \varphi}, \quad (2.2)$$

де R_0 – радіус кола присмоктувальних отворів.

Очевидно $KM = KC - MC$, а оскільки $KC = R_c$, то підставляючи MC з (2.2), отримаємо

$$KM = S = R_c - \sqrt{R_0^2 + e^2 - 2R_0e \cos \varphi} \quad (2.3)$$

Формула (2.3) виведена для випадку, коли $R_c \leq R_0$, але і при $R_c > R_0$ вона має такий самий вигляд.

Визначимо складові рівняння. З геометричних побудов (рис. 2.4) видно, що[6]

$$\theta_2 + \theta_1 + \theta_3 = 180^\circ$$

$$\alpha + \varphi + \theta_2 = 90^\circ.$$

Звідки

$$180^\circ - (\theta_1 + \theta_3) = 90^\circ - (\alpha + \varphi)$$

або

$$\varphi = \theta_1 + \theta_3 - \alpha - 90^\circ. \quad (2.4)$$

З трикутника CDO за теоремою синусів

$$\frac{R}{\sin \theta_1} = \frac{e}{\sin \beta},$$

звідки

$$\theta_1 = \arcsin(R \cdot \sin(\beta)/e) \quad (2.5)$$

З трикутника DNO можна записати

$$\theta_3 = \arctg(b/q)$$

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Підставивши складові, в кінцевому вигляді значення кута φ можна записати

$$\varphi = \arcsin(R \cdot \sin \beta / e) + \arctg(b/q) - \alpha - 90^\circ, \quad (2.6)$$

Визначимо параметри скидача, дуга якого може мати максимально можливу довжину і забезпечить тривалу поступову дію на насінини. Його обмежують з двох боків кут $\varphi = \varphi_{нк}$ (рис. 2.5), якому відповідає рівень насіння

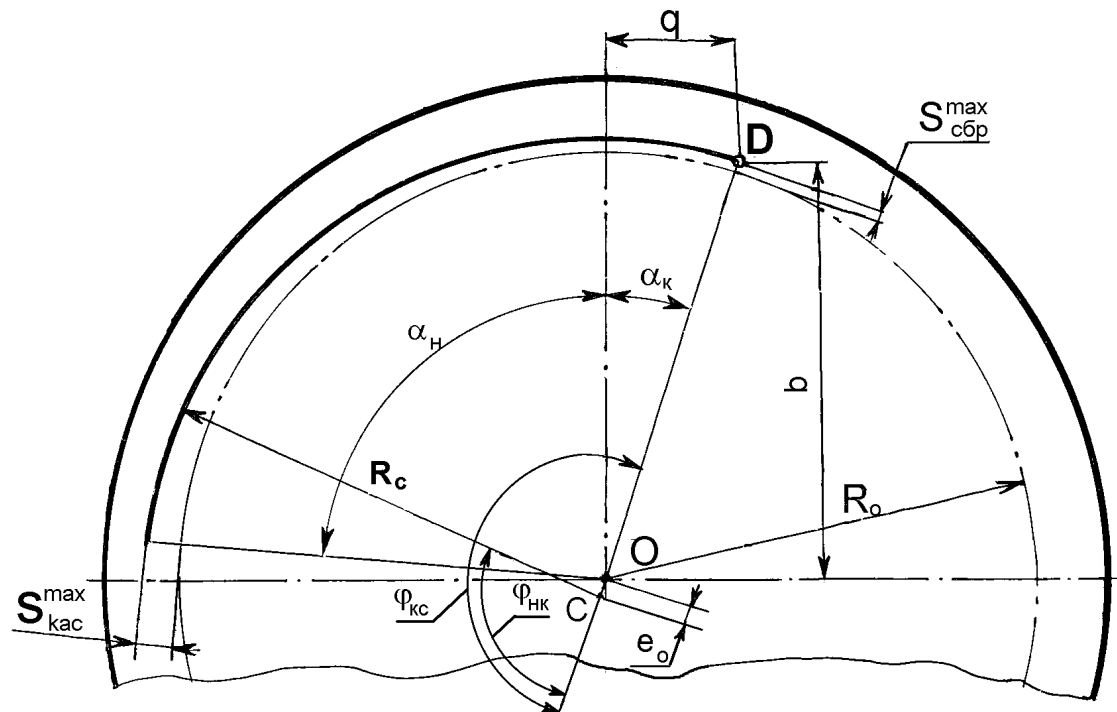


Рис. 2.5. Схема розташування дуги скидача

у насіннєвій камері, і кут $\varphi = \varphi_{кc}$, при якому має закінчуватись дуга скидача, щоб зайве насіння, скинуте ним, не вилетіло за межі насіннєвої камери при максимальній швидкості обертання висівного диска. [6]

Вважаємо, що насінина максимального діаметра торкається поверхні скидача при $S = S_{кас}^{max}$ (ця величина залежить не тільки від розміру насінини,

але і від форми та розмірів перерізу скидача і поверхні присмоктувального отвору.).

Підставляючи значення φ і S у момент торкання у формулу (2.3), отримаємо

$$S_{кас}^{max} = R_c - \sqrt{R_0^2 + e^2 - 2R_0e \cos \varphi_{нк}} \quad (2.7)$$

Дія поверхні скидача на насініну завершується тоді, коли насініну зміщено до $S = S_{сбр}^{max}$, тобто на відстань, при якій всі зайві насінини будуть скинуті, а одиночні залишаться. Підставимо $\varphi = \varphi_{кc}$ і $S = S_{сбр}^{max}$ у формулу (2.3)

$$S_{сбр}^{max} = R_c - \sqrt{R_0^2 + e^2 - 2R_0e \cdot \cos \varphi_{кc}} \quad (2.8)$$

Розташуємо центр кола скидача С так, щоб він лежав на продовженні відрізка DO. Тоді $\varphi_{кc} = 180^0$. Підставимо це значення в (2.8) і отримаємо[6]

$$S_{сбр}^{max} = R_c - (R_0 + e_0), \quad (2.9)$$

де e_0 – значення ексцентриситету при $\beta = 0^0$.

Розв'язок рівняння (2.9) відносно R_c дає

$$R_c = R_0 + e_0 + S_{сбр}^{max} \quad (2.10)$$

Підставивши значення R_c до (2.8), отримаємо

$$S_{кас}^{max} = R_0 + e_0 + S_{сбр}^{max} - \sqrt{R_0^2 + e_0^2 - 2R_0e \cos \varphi_{нк}} \quad (2.11)$$

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розв'яжемо рівняння (2.11) відносно e_0 . Опускаючи елементарні перетворення, отримуємо

$$e_0 = \frac{R_0 S_{кас}^{max} - R_0 \cdot S_{сбр}^{max} + S_{сбр}^{max} \cdot S_{кас}^{max} - 0,5 \left((S_{сбр}^{max})^2 + (S_{кас}^{max})^2 \right)}{R_0 + S_{сбр}^{max} - S_{кас}^{max} + R_0 \cos \varphi_{нк}} \quad (2.12)$$

Підставивши значення e_0 до (2.11), визначимо приблизно R_c .

$$R_c \approx (R_o + S_{кас}^{max}) \left(1 - \frac{S_{кас}^{max} - S_{сбр}^{max}}{R_o (1 + \cos \varphi_{нк})} \right) \quad (2.13)$$

Перевіримо, чи достатня довжина скидача для скидання зайвого насіння мінімального розміру. Визначимо кут, при якому насінина торкнеться скидача, з рівняння (2.3), підставляючи до нього $S = S_{кас}^{min}$ і $\varphi = \varphi_n$ і розв'язуючи відносно φ_n [6]

$$\varphi_n = \arccos \frac{R_0^2 + e^2 - (R_c - S_{кас}^{min})}{2R_0 e_0}.$$

Визначимо сектор повороту, на протязі якого діє скидач

$$\Delta\varphi = \varphi_n - \varphi_{кс}.$$

Якщо він перевищить гранично допустиму величину ($\Delta\varphi \geq \Delta\varphi_{гран}$), то це свідчить про можливість висівати насіння всіх культур без регулювання положення скидача. [6]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Якщо $\Delta\varphi < \Delta\varphi_{\text{гран}}$, то треба визначити кут β , на який треба повернути скидач, щоб для скидання зайвого насіння використовувалась вся довжина його робочої поверхні. Для цього підставимо до (2.3) $S = S_{\text{кас}}^{\min}$ і $\varphi = \varphi_{\text{кас}}$ [6]

$$S_{\text{кас}}^{\min} = R_c - \sqrt{R_0^2 + e^2 - 2R_0e \cos \varphi_{\text{кас}}}$$

Розв'язуючи рівняння відносно e , отримуємо два корені

$$e_1 = R_0 \cos \varphi_{\text{кас}} + \sqrt{R_0^2 \sin^2 \varphi_{\text{кас}} + (R_c - S_{\text{кас}}^{\min})^2},$$

$$e_2 = R_0 \cos \varphi_{\text{кас}} - \sqrt{R_0^2 \sin^2 \varphi_{\text{кас}} + (R_c - S_{\text{кас}}^{\min})^2}.$$

Визначимо кут β

$$\beta = \arccos \frac{R^2 + q^2 + e^2 - e^2}{2R\sqrt{q^2 + e^2}}. \quad (2.14)$$

Враховуючи, що з геометричних міркувань $q^2 + b^2 = (R_0 + S_{\text{сбп}}^{\max})^2$, отримуємо кут повороту скидача

$$\beta = \arccos \frac{R^2 + (R_0 + S_{\text{сбп}}^{\max})^2 - e^2}{2R(R_0 + S_{\text{сбп}}^{\max})}. \quad (2.15)$$

2.8. Визначення параметрів пластинчастого скидача в перерізі

Форма та параметри пластинчастого скидача в перерізі визначаються товщиною пластини h_c (рис. 2.6, 2.7) та кутом нахилу робочої поверхні до поверхні висівного диска ψ . Вони мають сприяти скиданню зайвих насінин і забезпечити відсутність заклинювання насінини між поверхнями скидача та присмоктувального отвору. [6]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча поверхня скидача може займати перпендикулярне до поверхні висівного диска положення (рис. 2.6, а та 2.7, а), або нахилене під кутом $\psi < 90^\circ$ (рис. 2.6, б та 2.7, б).

У момент торкання скидача з насіниною висота (товщина) пластини скидача може бути більше (рис. 2.6,а) або менше (рис. 2.6, б та 2.7, а) висоти центра мас насінини над площиною висівного диска h_k . Величина h_k визначається розмірами та формою поверхні присмоктувального отвору і насінини. [6]

Поверхня присмоктувального отвору може бути або циліндричною, що має гостру кромку, або мати конічне чи плавне розширення у бік насіннєвої камери у формі частини поверхні тору.

Якщо поверхня присмоктувального отвору циліндрична, то висота центра мас насінини над поверхнею висівного диска визначається залежністю (рис. 2.7) [6]

$$h_k = MF = \sqrt{MB^2 - BF^2} = \sqrt{r_{cem}^2 - r_{отв}^2}.$$

Відстань $S_{кас}$ при куті $\psi = 90^\circ$ знаходимо з $\triangle AEM$ (рис. 2.7,а)

$$S_{кас} = EM = \sqrt{AM^2 - EA^2} = \sqrt{r_{cem}^2 - (h_k - h_c)^2}. \quad (2.15)$$

Для визначення відстані точки торкання насінини з робочою поверхнею скидача, що розташована під кутом $\psi < 90^\circ$ до поверхні висівного диска, при $h_c > h_k$ і циліндричній поверхні присмоктувального отвору опустимо з

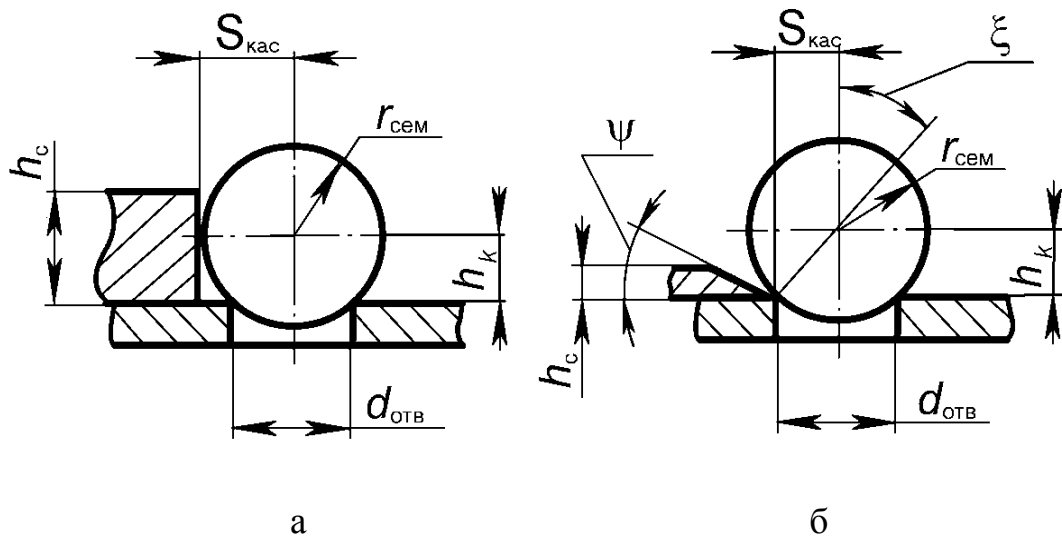


Рис 2.6. Поперечні перерізи А–А скидачів зайвого насіння у момент торкання з насіниною: а – $\psi = 90^\circ$, $h_c > h_k$; б – $\psi < \arcsin(r_{отв} / r_{сем})$.

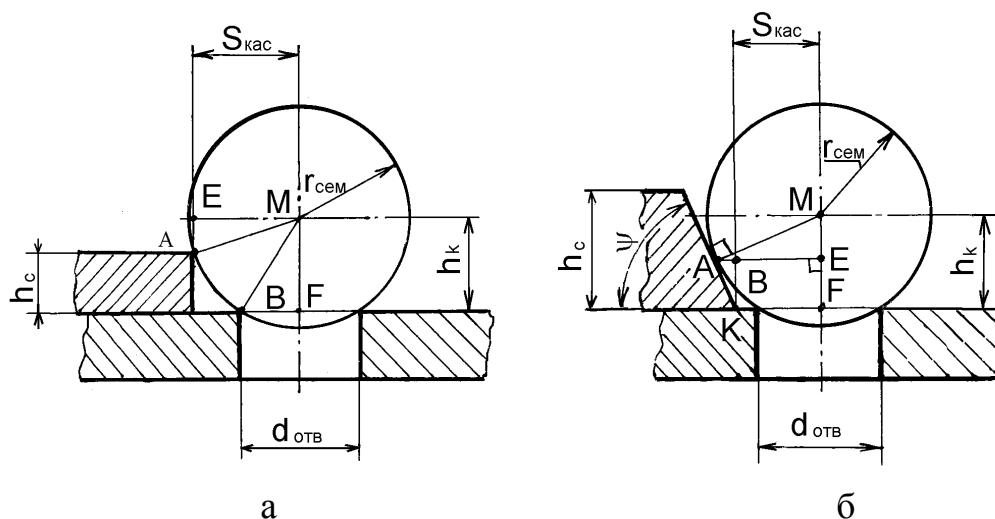


Рис.2.7. Схема торкання насінини: а – з верхньою кромкою ($\psi = 90^\circ$ і $h_c < h_k$); б – з робочою поверхнею скидача ($\psi < 90^\circ$; $h_c > h_k$).

точки А контакту насінини зі скидачем перпендикуляр на MF (рис.2.7, б).

У прямокутному $\triangle MEA$ $\angle AME = \psi$ як кути зі взаємно перпендикулярними сторонами, тому $AE = AM \cdot \sin \psi = r_{сем} \cdot \sin \psi$ та $ME = r_{сем} \cdot \cos \psi$.

Розглянемо ΔABK –прямокутний. У ньому $\angle BAK = \psi$ як внутрішні нахрест лежачі, тому $AB = \frac{BK}{\operatorname{tg} \psi}$. З прямокутника $BEFK$ випливає $DK = EF$, а $BE = KF$ і оскільки $EF = MF - ME = h_k - r_{cem} \cdot \cos \psi$, то і $BK = h_k - r_{cem} \cdot \cos \psi$ та $AB = \frac{h_k - r_{cem} \cdot \cos \psi}{\operatorname{tg} \psi}$.

$$\begin{aligned} \text{Очевидно } S_{кас} &= KF = BE = AE - AB = r_{cem} \sin \psi - \frac{h_k - r_{cem} \cos \psi}{\operatorname{tg} \psi} = \\ &= r_{cem} \cdot \sin \psi - \frac{h_k \cdot \cos \psi - r_{cem} \cdot \cos^2 \psi}{\sin \psi} = \\ &= \frac{r_{cem} \sin^2 \psi - h_k \cdot \cos \psi + r_{cem} \cdot \cos^2 \psi}{\sin \psi} = \\ &= \frac{r_{cem} (\sin^2 \psi + \cos^2 \psi) - h_k \cos \psi}{\sin \psi} = \\ &= \frac{r_{cem} - h_k \cdot \cos \psi}{\sin \psi} = r_{cem} \cdot \operatorname{cosec} \psi - h_k \operatorname{ctg} \psi. \end{aligned}$$

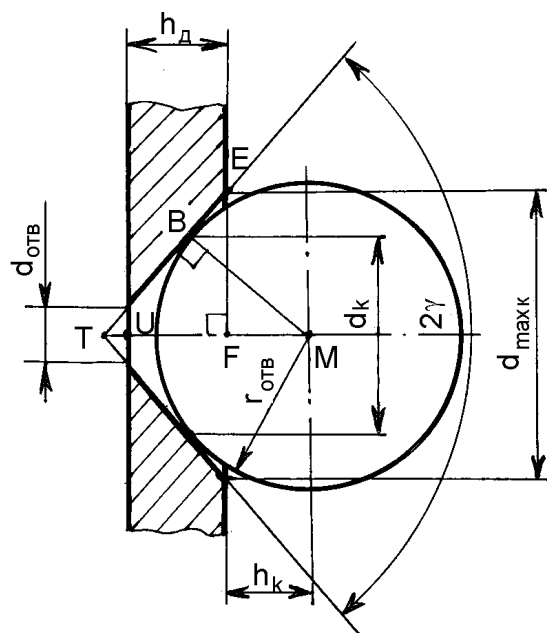
Таким чином, якщо поверхня скидача нахилена під кутом $\psi < 90^\circ$ до поверхні висівного диска, то торкання скидача з насіниною відбудеться при

$$S_{кас} = \frac{r_{cem} - h_k \cos \psi}{\sin \psi}. \quad (2.16)$$

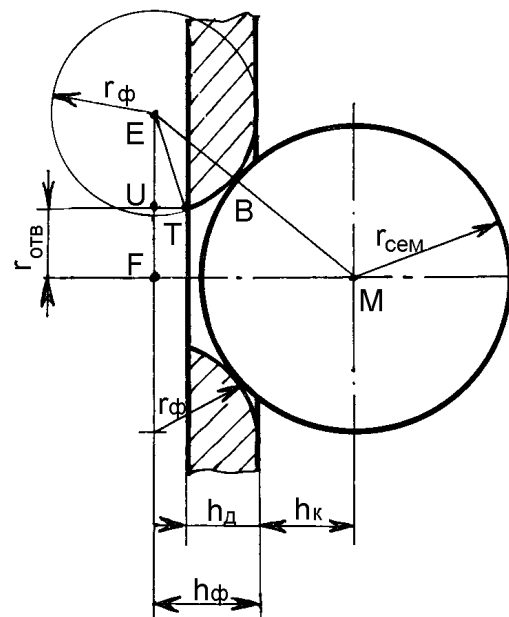
Якщо $h_c < h_k - r_{cem} \cos \psi$, то $S_{кас} = \sqrt{r_{cem}^2 - (h_k - h_c)^2}$.

Визначимо висоту центра мас насінини над площиною робочої поверхні висівного диска у випадку, коли поверхня присмоктувального отвору має конічне розширення (рис. 2.8,а). [6]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б

Рис. 2.8. Схема торкання насінини з конусною (а) та тороїдальною (б) поверхнею присмоктувального отвору.

Розглянемо випадок, коли поверхня присмоктувального отвору не має циліндричної частини.

Розміри конічного отвору пов'язані між собою співвідношенням

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{r_{\max k} - r_{\text{отв}}}{h_o},$$

де $r_{\text{отв}}$ – мінімальний радіус присмоктувального отвору ($r_{\text{отв}} = d_{\text{отв}}/2$),

$r_{\max k}$ – максимальний радіус конічної поверхні присмоктувального отвору ($r_{\max k} = d_{\max k}/2$);

γ – кут між віссю та твірною конуса присмоктувального отвору

або

$$r_{\max k} = r_{\text{отв}} + h_o \operatorname{tg} \gamma.$$

З прямокутного $\triangle EFT \Rightarrow TF = \frac{EF}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{r_{\max k}}{\operatorname{tg} \gamma}.$

$$\text{З прямокутного } \Delta TBM \Rightarrow TM = \frac{BM}{\sin \gamma} = \frac{r_{cem}}{\sin \gamma}.$$

Очевидно

$$\begin{aligned} h_k &= FM = TM - TF = \frac{r_{cem}}{\sin \gamma} - \frac{r_{max}}{\sin \gamma} = \\ &= \frac{r_{cem}}{\sin \gamma} - \frac{r_{max} \cos \gamma}{\sin \gamma} = \frac{r_{cem} - r_{max} \cos \gamma}{\sin \gamma} \end{aligned}$$

Визначимо висоту центра мас насінини над площиною робочої поверхні висівного диска у випадку, коли поверхня присмоктувального отвору має плавне розширення тороїдальної форми. [6]

Вважаємо, що робоча поверхня висівного диска є дотичною до поверхні тора ($h_\phi = r_\phi$), а $r_\phi > h_\phi$ (рис.2.8,б).

З прямокутного ΔEUT маємо

$$EU = \sqrt{r_\phi^2 - (r_\phi - h_\phi)^2} = \sqrt{2r_\phi \cdot h_\phi - h_\phi^2}.$$

Рішенням прямокутного ΔEFM визначено

$$EF = EU + UF = \sqrt{2r_\phi \cdot h_\phi - h_\phi^2} + r_{отв}$$

Тоді

$$FM = \sqrt{EM^2 - EF^2} = \sqrt{(r_\phi + r_{cem})^2 - (\sqrt{2r_\phi \cdot h_\phi - h_\phi^2} + r_{отв})^2}.$$

Очевидно $FM = r_\phi + h_k$, звідки

$$h_k = FM - r_\phi = \sqrt{(r_\phi + r_{cem})^2 - (\sqrt{2r_\phi \cdot h_\phi - h_\phi^2} + r_{отв})^2} - r_\phi. \quad (2.20)$$

Якщо $h_\phi = r_\phi$, то $h_k = \sqrt{(r_\phi + r_{cem})^2 - (r_\phi + r_{отв})^2} - r_\phi =$

$$= \sqrt{(r_{cem} - r_{отв})(r_{cem} + r_{отв} + 2r_\phi)} - r_\phi. \quad (2.21)$$

Відстань $S_{кас}$ (рис.2.7, 2.8) між нижньою кромкою робочої поверхні скидача та колом присмоктувальних отворів в момент торкання насінини зі скидачем залежить від форми перерізу та висоти пластинчастого скидача. Для зручності користування об'єднаємо формули для визначення $S_{кас}$ в табл. 2.1.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Формули для визначення відстані $S_{кас}$ в залежності від форми перерізу та висоти пластинчастого скидача

Схема торкання скидача з насіниною	Кут нахилу робочої поверхні скидача, ψ	Висота скидача, h_c	Формула для визначення $S_{кас}$
Рис. 2.7,а	90^0	$> h_k$	$r_{сем}$
Рис. 2.8,а	90^0	$< h_k$	$\sqrt{r_{сем}^2 - (h_k - h_c)^2}$
Рис. 2.8,б	$\arcsin(r_{отв}/r_{сем}) < \psi < 90^0$	$< h_k - r_{сем} \cos \psi$	$\sqrt{r_{сем}^2 - (h_k - h_c)^2}$
Рис.2.8,б	$\arcsin(r_{отв}/r_{сем}) < \psi < 90^0$	$\geq h_k - r_{сем} \cos \psi$	$\frac{r_{сем} - h_k \cos \psi}{\sin \psi}$
Рис.2.7,б	$\psi < \arcsin(r_{отв}/r_{сем})$	будь-яка	$r_{отв}$

Використовуємо їх при проектуванні пластинчастого скидача ВПМВА, що за попередніми прогнозами має забезпечити збільшення врожайності зерна кукурудзи на 5–7%.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Проектування технології виробництва

Провівши аналіз технологічних можливостей сівалки СУПН-8А, яка використовується для висіву насіння кукурудзи, нами зроблено висновок щодо можливості підвищення продуктивності роботи за рахунок її заміни на СУПН-8А з вдосконаленням висівного апарата.

3.2. Розрахунок машинно-тракторного агрегату

3.2.1. Вибір і обґрунтування складу агрегату

Тип і марку машин доцільно починати вибирати з енергетичних засобів а потім підбираємо відповідні їм сільськогосподарські машини, враховуючи: 1) природньо-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості; 2) сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві; 3) розміри полів і їх конфігурацію; 4) характер виконуваних виробничих операцій. [8]

Весь комплекс сільськогосподарських робіт за величиною робочих опорів машин – знарядь, якими виконуються відповідні операції, поділена на кілька груп. Для виконання виробничої операції (сівба кукурудзи) згідно [8] приймаємо другу групу, до якої належать такі операції, як сівба просапних культур, міжрядний обробіток, тощо. Робочий опір машин при їх виконанні становить 6,0...15,0 кН. Ці роботи найбільш ефективно виконувати тракторами класів 9,0; 14,0; 20,0 кН.

Якість виконання операції та затрати механічної енергії на її виконання залежать від раціонального комплектування агрегату. Раціональність агрегату визначаємо відповідністю трактора і сівалки СУПН-8А та оптимального співвідношення тягового зусилля трактора з робочим опором сівалки. Приймавши марку трактора і діапазон робочих швидкостей [8] з технічної характеристики трактора, встановлюємо робочі передачі. Враховуючи

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вищезгадані умови, визначаємо тягове зусилля ($P_{\text{гак}}$), теоретичні швидкості руху трактора на прийнятих передачах (V_T). [8]

3.2.2. Розрахунок агрегату

Враховуючи вище перелічені умови і агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи, приймаємо трактор МТЗ-80 і сівалку СУПН-8А, допустима агротехнічна швидкість якої $V_p = 4,5 \dots 9$ км/год; маса трактора $G_{\text{тр}} = 33,4$ кН, сівалки $G_m = 11,0$ кН, питомий опір $K = 1,5$ кН/м [8]. З характеристики поля відомо, що ґрунти важкі, величина підйому $i = 0,03$.

Розрахунки виконуємо в такому порядку:

1. Користуючись технічною характеристикою трактора, визначаємо робочі передачі, при яких може виконуватись дана операція і відповідні цим передачам зусилля на гаку [8]

$$V_T^{\text{III}} = 7,24 \text{ км/год}; \quad P_{\text{н.гак}}^{\text{III}} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_T^{\text{IV}} = 8,9 \text{ км/год}; \quad P_{\text{н.гак}}^{\text{IV}} = 14,0 \text{ кН}.$$

2. З урахуванням величини підйому поля, визначаємо тягове зусилля трактора

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} \cdot i \quad (3.1)$$

де $P_{\text{н.гак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах, кН;

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН, ($G_{\text{тр}} = 33,4$ кН); [8]

i – величина підйому поля ($i = 0,03$). [8]

Отже,

$$P_{\text{гак}}^{\text{III}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак}}^{\text{IV}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}$$

3. Знаходимо максимальну ширину захвату на III і IV передачах, м

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R_i}, \quad (3.2)$$

де K – питомий опір сівалки, кН/м, ($K = 1,5$ кН/м); [8]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м.

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (3.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату сівалки, м; $B_K = 5,6$ м [8];

G_M – маса сівалки, кН; $G_M = 11,0$ кН [8].

Отже,

$$R_i = \frac{11,0}{5,6} \cdot 0,03 = 0,059 \text{ кН/м,}$$

$$B_{\max}^{\text{III}} = B_{\max}^{\text{IV}} = \frac{13,0}{1,5 + 0,059} = 8,3 \text{ м.}$$

4. Визначаємо кількість сівалок у агрегаті[8]

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

$$n_c^{\text{III}} = n_c^{\text{IV}} = \frac{8,3}{5,6} = 1,48.$$

Враховуючи тимчасові перевантаження, які можуть виникнути в процесі сівби, агрегатуємо на III і IV передачах одну сівалку, забезпечуючи цим резерв тяги. [8]

5. Визначаємо тяговий опір агрегату, кН

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (3.5)$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (3.5) і проводимо розрахунок

$$R_{\text{арп}}^{\text{III}} = R_{\text{арп}}^{\text{IV}} = (1,5 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,73 \text{ кН.}$$

6. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta = \frac{R_{\text{арп}}}{R_{\text{гак}}} \quad (3.6)$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (3.6) і проводимо розрахунок[8]

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{8,73}{13,0} = 0,67.$$

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Визначаємо змінну продуктивність агрегату, га/зм

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

де B_p – робоча ширина захвату сівалки, м[8]

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

де B_K – конструктивна ширина захвату, м; $B_K = 5,6$ м; [8]

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату ($\beta = 1,0$). [8]

Отже,

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год[8]

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

де V_T – теоретична швидкість агрегату, км/год; $V_T^{III} = 7,24$ км/год,

$V_T^{IV} = 8,9$ км/год;

δ – коефіцієнт буксування коліс трактора, $\delta = 12\%$. [8]

Отже,

$$V_p^{III} = 7,24 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год;}$$

$$V_p^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год;}$$

де T_p – чистий робочий час, год. [8]

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

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,82$ [8] при довжині гонів 1500 м.

Отже

$$T_p = 8 \cdot 0,82 = 6,56 \text{ год.}$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (3.7) і проводимо розрахунок[8]

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 6,56 = 23,4 \text{ га/зм;}$$

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$W_{3M}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 6,56 = 27,1 \text{ га/зм.}$$

8. Визначаємо витрату палива на 1 га площі поля, кг/га[8]

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (3.11)$$

де Q_{3M} – витрата палива за зміну, кг/зм; [8]

W_{3M} – змінна продуктивність, га/зм. [8]

$$Q_{3M} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (3.12)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідно годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі, на зупинках; $Q_p=15,4$ кг/год; $Q_x=9,7$ кг/год; $Q_z = 1,9$ кг/год [8];

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

$$t_x = t_z = \frac{T_{3M} - T_p}{2}, \quad (3.13)$$

де T_p – чистий робочий час, год, $T_p = 6,56$ год.

Отже,

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,56}{2} = 0,72 \text{ год.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (3.12) і проводимо розрахунок[8]

$$Q_{3M} = 15,4 \cdot 6,56 + 9,7 \cdot 0,72 + 1,9 \cdot 0,72 = 109,37 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (3.11) і проводимо розрахунок

$$Q_{\text{га}}^{\text{III}} = \frac{109,37}{23,4} = 4,67 \text{ кг/год;}$$

$$Q_{\text{га}}^{\text{IV}} = \frac{109,37}{27,1} = 4,036 \text{ кг/год.}$$

Аналізуючи виконані розрахунки, приймаємо агрегат, що складається з трактора МТЗ-80 і сівалки СУПН-8А. Найефективніше агрегат буде працювати на IV передачі, додатковою буде III передача.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3.2.3. Підготовка поля до роботи

Ефективне використання агрегату і якість проведення сівби залежить від правильної підготовки поля. При підготовці поля слід його оглянути з метою усунення перешкод, які негативно впливатимуть на якість виконання операції та продуктивність посівного агрегату, а також вибрати напрямок і спосіб руху агрегату по полю. [8]

При виборі способу руху потрібно враховувати форму поля і довжину гонів. Вибраний спосіб руху повинен забезпечувати найбільшу продуктивність і економну роботу агрегату, а також дотримання агровимог. [8]

3.2.3.1. Розрахунок поворотних смуг

Для гонових способів руху на кінцях заїнок залишаємо смуги розвороту агрегату. [8]

Орієнтовну величину поворотної смуги при петльових грушовидних поворотах визначаємо за формулою [8]

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

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м; [8]

L_a – кінематична довжина агрегату, м. [8]

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною приймаємо з умови[8]

$$R_{\min} = 1,8 \cdot 5,6 = 10,1 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою [8]

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

де $L_{\text{тр}}$ – кінематична довжина трактора, м, $L_{\text{тр}} = 0,94$ м [8];

L_M – кінематична довжина машини, м $L_M = 1,1$ м [8].

Отже,

$$L_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (3.14) і проводимо розрахунок[8]

$$E = 3 \cdot 10,1 + 2,04 = 32,4 \text{ м.}$$

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів[8]

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

де $K = \frac{E}{B_p}$.

Отже, $K = \frac{32,4}{5,6} = 5,8$

Приймаємо $K = 6$.

Отже, $E = 6 \cdot 5,6 = 33,6 \text{ м}$.

Розмір поворотних смуг при петльових грушовидних розвороту становить 33,6 м.

3.2.3.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду агрегату залежить від розміщення робочих органів відносно центра агрегату [8]:

- при задній навісці $e = 0,1 \cdot L_a$.

Отже, $e = 0,1 \cdot 2,04 = 0,2 \text{ м}$.

3.2.4. Підготовка агрегату до роботи та контроль за якістю роботи

Якісна підготовка агрегату до роботи має велике практичне значення в забезпеченні своєчасного виконання посіву кукурудзи на високому агротехнічному рівні. [8]

3.2.4.1. Розрахунок норми висіву насіння

Норма висіву розраховується за формулою (насінин на погонний метр)

$$N = \frac{z \cdot I}{3,14 \cdot D}, \quad (3.17)$$

де z – кількість отворів в висівному диску, шт., $z = 14$ шт. [1];

I – передаточне число;

D – діаметр опорно-приводного колеса, м, $D = 0,51 \text{ м}$ [1].

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Визначаємо загальне передаточне число, необхідне для забезпечення заданої норми висіву[1]

$$I = 0,114 \frac{Q}{z}, \quad (3.18)$$

де Q – норма висіву в штуках на гектар (приймаємо $Q = 70000$ шт/га); [1]
 z – кількість отворів в висівачному диску, шт ($z = 14$ шт.) [1].

Отже,

$$I = 0,114 \frac{70000}{14} = 0,57$$

Отримані значення підставляємо у формулу (3.17) і проводимо розрахунок[1]

$$N = \frac{14 \cdot 0,57}{3,14 \cdot 0,51} = 4,98 \text{ шт/п.м}$$

3.2.4.2. Розрахунок вильоту маркерів

При водінні трактора правим колесом по сліду маркера довжина правого і лівого маркера відповідно визначається за формулами, м[1]

$$l_{\text{п}} = \frac{A - C}{2} + b_{\text{ст}}, \quad (3.19)$$

$$l_{\text{л}} = \frac{A + C}{2} + b_{\text{ст}}, \quad (3.20)$$

де A – відстань між крайніми сошниками, м[1]

$$A = B - b, \quad (3.21)$$

де B – ширина захвату сівалки, м, $B = 5,6$ м; [1]

b – ширина міжрядь, м, $b = 0,7$ м. [1]

Отже, $A = 5,6 - 0,7 = 4,9$ м.

$b_{\text{ст}} = b$ – ширина стикових міжрядь, м, $b_{\text{ст}} = 0,7$ м; [1]

C – відстань між серединами передніх коліс, м $C = 1,4$ м, [8].

Отримані значення підставляємо у формули (3.19), (3.20) та проводимо обчислення[1]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_{\text{п}} = \frac{4,9 - 1,4}{2} + 0,7 = 2,45 \text{ м,}$$

$$l_{\text{л}} = \frac{4,9 + 1,4}{2} + 0,7 = 3,85 \text{ м.}$$

3.2.4.3. Оцінка якості роботи посівних машин

Якість роботи машини повинна задовольняти діючим агротехнічним вимогам.

Якість сівби визначаємо за трьома основними показниками: норма висіву насіння, глибина його загортання і ширина стикових міжрядь.

Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати 3%. [1]

Відхилення від заданої глибини загортання не повинно перевищувати ± 2 см. [1]

Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів ± 5 см, для суміжних сівалок ± 2 см. [1]

Нерівномірність висіву між окремими висівними апаратами допускається не більше $\pm 3\%$. [1]

3.3. Розробка технологічної карти вирощування та збирання кукурудзи на зерно

Технологічна карта є виробничо-технологічним документом, необхідним для раціональної організації виробництва сільськогосподарської продукції. Вона відображає перелік і послідовність виробничих операцій, розміщених у хронологічній послідовності, їх тривалість у календарних і робочих днях, склад агрегату; обслуговуючий персонал, виробіток за одну годину змінного часу та за зміну, витрату палива, затрати праці, експлуатаційні затрати. [8]

За допомогою технологічної карти заздалегідь планується виробництво, а під час виконання робіт полегшується керування ними і контроль. [8]

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно за інтенсивною технологією наведена в графічному матеріалі роботи.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводимо розрахунок однієї з операцій по технології вирощування кукурудзи на зерно. За операцію, згідно з завданням, обираємо посів кукурудзи.

Графа 1 – нумерація послідовності операцій. [8]

Графа 2 – найменування роботи – посів кукурудзи на зерно з нормою висіву 40 тис. шт./га та з одночасним внесенням добрив 170 кг/га.

Графа 3 – одиниця вимірювання обсягу роботи. [8]

Графа 4 – обсяг робіт. Площа посіву – 100 га.

Графа 5 – орієнтовний календарний термін початку виконати роботи. Згідно з агровимогами приймаємо 27.04.

Графа 6 – календарний термін закінчення виконати роботи. Оскільки, згідно з агровимогами, заданий термін виконання операції становить 4 дні, приймаємо 30.04.

Графа 7 – тривалість зміни – 8 год. [8]

Графа 8 – кількість днів роботи. Визначаємо за формулою[8]

$$n_{\partial} = \frac{Q_p}{W_{зм} \cdot n_{зм}}, \quad (3.22)$$

де Q_p – обсяг роботи, $Q_p = 100$ га;

$n_{зм}$ – кількість змін роботи, приймаємо $n_{зм} = 1$.

$$n_{\partial} = \frac{100}{27,1 \cdot 1} = 3,69.$$

Приймаємо 4 дні.

Графи 9, 10 – склад агрегату: трактор МТЗ-80 та сівалка СУПН-8А. Кількість агрегатів визначаємо за формулою[8]

$$N_a = \frac{Q_p}{H_{\partial} \cdot n_{зм} \cdot n_{\partial}} \quad (3.23)$$

де H_{∂} – норма виробітку агрегату за 8 год. (робочий день), $H_{\partial} = 27$ га.

$$N_a = \frac{100}{27 \cdot 1 \cdot 4} = 0,93 /$$

Приймаємо 1 агрегат.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Графа 11 – змінна норма виробітку. Згідно попередніх розрахунків 27 га/зм.

Графи 12, 13 – витрати праці, люд.год/га. Визначаємо за формулою[8]

$$Z_{ca} = \frac{n \cdot T_{зм}}{W_{зм} \cdot N_a} \quad (3.24)$$

де n – кількість обслуговуючого персоналу. Згідно з вимогами до машини, механізаторів – 1; допоміжних працівників – 1[8];

$$Z_{га} = \frac{2 \cdot 8}{27,1 \cdot 1} = 0,59 \text{ люд.год/га.}$$

Графи 14, 15 – оплата праці. [8]

Графа 16 – витрати пального. Для посіву згідно з [8] приймаємо $g_{га}=3$ л/га.

Інші операції розраховуємо аналогічно, після чого підраховуємо суму затрат на вирощування заданої культури. [8]

3.4. Розробка операційно-технологічної карти

Операційно-технологічна карта являє собою комплекс правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій. [8]

Визначаємо тривалість одного циклу, хв.

$$T_{ц} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (3.25)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м; [8]

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год., $V_p = 7,38$ км/год; [8]

t_n – час повороту в кінці загінки, хв., $t_n = 1,5$ хв. [8].

Визначаємо робочу довжину загінки[8]

$$L_p = L - 2E, \quad (3.26)$$

де L – довжина загінки, м; $L = 1500$ м;

E – ширина поворотної смуги, м; $E = 33,6$ м.

Отже,

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 33,6 = 1432,8 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (3.22) і проводимо розрахунок[8]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1432,8}{100 \cdot 7,38} + 2 \cdot 1,5 = 0,43 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц[8]

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (3.27)$$

де B_p , V_p , $T_{\text{ц}}$, τ – використовуємо з попередніх розрахунків.

Отже,

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 0,43 \cdot 0,82 = 1,46 \text{ га/ц.}$$

Кількість циклів за зміну[8]

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (3.28)$$

де $W_{\text{зм}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

Отже обчислимо,

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,1}{1,46} = 18,56 \text{ ц/зм.}$$

Витрати палива за зміну [8]

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}}, \quad (3.29)$$

де $Q_{\text{га}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

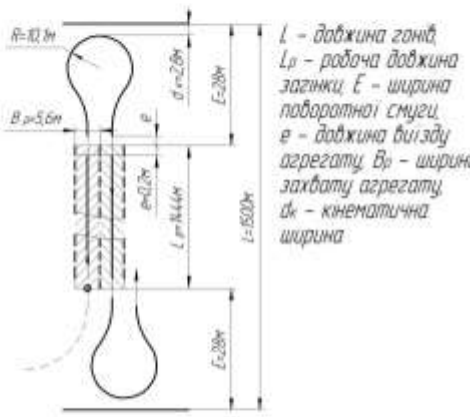
Отже,

$$Q_{\text{зм}} = 4,036 \cdot 27,1 = 109,37 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків складаємо операційно-технологічну карту. [8]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Операційно-технологічна карта сівби кукурудзи на зерно

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 150 га; довжина гонів – 1500 м; величина підйому – 3°; глибина загортання насіння – 5-7 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – ± 1 см; відхилення від заданої норми висіву насіння – $\pm 3\%$; нерівномірність висіву між окремими апаратами не більше $\pm 3\%$; відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів – не більше ± 5 см, для суміжних сідалок – не більше ± 2 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор МТЗ-82, сівалка СУПН-8; робоча ширина захвату – 5,6 м; мінімальний радіус повороту – 10,1 м; кінематична довжина агрегату – 2,04 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і сівалки. 2. Перевірити робочі поверхні сівалки, відрегулювати довжину маркерів. 3. Відрегулювати сівалку на задані норми висіву насіння та туків і глибини їх загортання.	Схема руху одного циклу 
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 33,6 м; оптимальна ширина заїмки – 84 м; кількість заїмок – 12 (11 шириною 84 м, 1 – шириною 76 м).	
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий чобником	
Швидкість руху	Робоча передача – 4; враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_p=7,38$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 18,34 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,46 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 26,75 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 18,56 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 6,98 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 109,37 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 2-3 рази за зміну контроль норми висіву насіння. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. 2. Не менше 10 разів перевірити глибину загортання насіння. Відхилення не повинно перевищувати ± 1 см. 3. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$. 4. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів – ± 5 см, для суміжних сідалок – ± 2 см.	

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Характеристика і аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих факторів під час експлуатації сівалки

У процесі роботи агрегату з сівалкою на механізаторів діють наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1) Фізичні:

- а) рух машин і механізмів;
- б) підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- в) підвищена чи знижена температура поверхні сівалки та трактора;
- г) підвищена чи знижена температура повітря робочої зони;
- д) перевищення рівня шуму на робочому місці;
- е) підвищений рівень вібрації сівалки та трактора;
- ж) підвищена чи знижена вологість повітря;
- з) підвищена чи знижена швидкість руху повітря;
- и) підвищене значення напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може пройти через тіло людини (виконання робіт під лініями електропередач);
- к) підвищений рівень статичної електрики;
- л) відсутність або нестача природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони;
- м) підвищена яскравість світла, понижена контрастність, прямий і відбитий блискіт;
- н) гострі краї, задирки, шорсткість на поверхнях рами та робочих органів сівалки та трактора;
- о) розміщення робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі. [9]

2) Хімічні:

- подразливі, та такі, що впливають на репродуктивну функцію (пестициди, агрохімікати, відпрацьовані гази, підвищені концентрації пилю, ПММ). [9]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження;
- нервово-психічні перевантаження.

Джерелами шкідливих і небезпечних факторів є:

- 1) зовнішні природні фактори (вітер, опади, гроза, сонячна радіація, низька або висока температура зовнішнього повітря, ожеледиця тощо); [9]
- 2) транспорт, що рухається;
- 3) пестициди і агрохімікати, що застосовуються;
- 4) інвентар, інструмент та обладнання, не придатні до застосування при виконанні робочих операцій;
- 5) ручні роботи, що викликають фізичні і нервово-психічні перевантаження.
- 6) відкриті обертові і рухомі частини трактора;
- 7) відсутність на тракторах захисних кабін (каркасів);
- 8) несправність системи запуску двигуна з кабіни;
- 9) несправність або відсутність блокуючого пристрою запуску пускового двигуна при включеній передачі;
- 10) несправність гальмової системи машин;
- 11) несправність муфти зчеплення;
- 12) несправність рульового керування;
- 13) несправність або відсутність освітлювальних і контрольно-вимірювальних приладів;
- 14) відсутність на тракторах автоматичних тягово-зчіпних пристроїв для агрегування причіпних машин;
- 15) підтікання палива, мастил, охолоджувальної та інших технологічних рідин;
- 16) відсутність пристроїв для запобігання попадання технологічної сировини і рослинних решток на поверхні теплообмінних елементів

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

радіаторів, системи охолодження й елементів випускної системи відпрацьованих газів двигуна;

17) відсутність попереджувальних знаків і написів про існуючі небезпеки на культиваторі;

18) відсутність інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки, технічних описів та інструкції з експлуатації. [9]

4.2. Заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованій сівалці в агрегаті з трактором

Гідросистема машини з'єднується з гідросистемою трактора за допомогою розривних муфт, які запобігають розбризкуванню мастила в обличчя та на одяг механізатора. Регулювання робочих органів під час руху виконується з кабіни трактора. Елементи конструкції сівалки не перешкоджають і не обмежують огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження. Для доступу механізатора на робоче місце і виходу з нього передбачені спеціальні підніжки. [9]

У важкодоступних місцях застосовано одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний період. Точки змащення позначені кольоровими показниками, які відрізняються від загального кольору машини. [9]

Сівалка комплектується інструментом, який відсутній у комплекті тракторів. Для очищення робочих органів вручну передбачені спеціальні чистики. Розташування робочих органів забезпечує безпеку очищення і доступ до них. Допустимі значення рівня шуму на робочому місці оператора не перевищують вимог санітарних норм.

Кольорове оформлення сівалки відповідає наступним вимогам:

- загальний фон кольору відрізняється від основного фону, на якому він експлуатується (фону поля);
- зовнішні поверхні, які у процесі експлуатації постійно знаходяться у полі зору оператора, вкриті фарбою з матовою фактурою. [9]

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На сівалці приведені відповідні написи, які забороняють або попереджають про можливі аварійні ситуації у випадку неправильних дій обслуговуючого персоналу.

Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочій площадці оператора – відповідають вимогам державних санітарних норм. Робоче місце механізатора захищене від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів машини. [9]

4.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

Для забезпечення повздовжньої стійкості і безпечного керування агрегатом передбачений кронштейн з вантажами для закріплення їх на передньому брусі рами. Кут поперечної статичної стійкості для машини у агрегаті з трактором не менше 30°. [9]

Сівалка у відчепленому стані зберігає стійкість при застосуванні до неї зусиль більше 200 Н. Для транспортування дорогами загального призначення в темний час доби сівалка обладнана світловідбивачами: задні червоного кольору, передні – білого, позаду з лівої сторони нанесений знак обмеження максимальної швидкості. [9]

Для стропування сівалки під час завантаження на транспортні засоби, ремонту і збирання передбачені спеціальні петлі, які позначені фарбою, відмінного кольору від загального фону машини. Конструкція сівалки забезпечує можливість приєднання її до трактора одним оператором. Зусилля для переміщення важелів регулювання не перевищують 200 Н. Елементи конструкції машини не обмежують оператору огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження. Схеми зачалування і місць встановлення домкратів наведені на машині та вказані в експлуатаційній документації. [9]

При переїздах на великі відстані використовувати транспортне пристосування. При транспортуванні сівалки поганими дорогами і на містках швидкість не повинна перевищувати 5 км/год. Переведення сівалки із робочого положення в транспортне виконувати тільки при опущеній транспортній підставці на рівній ділянці поля з нахилом не більше 5°. Для

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення переведення з робочого положення в транспортне і навпаки одним механізатором, необхідно виконувати налагодження начіпного пристрою трактора перед агрегуванням у відповідності з рекомендаціями, приведеними в інструкції з експлуатації.

4.4. Заходи з пожежної безпеки

Встановлення первинних засобів пожежогасіння передбачено в кабіні трактора. Місця для встановлення первинних засобів пожежогасіння легкодоступні і забезпечують їх знімання без використання додаткових пристроїв. Час на знімання не перевищує 8 с. [9]

Агрегат комплектується вогнегасником марки ОП-5 – 1шт, санітарною лопатою – 1шт. В кабіні також передбачено місце для закріплення бачка з питною водою місткістю 3 л. [9]

4.5. Висновки з розділу

Конструктивне виконання сівалки та здійснення нею функціонального призначення відповідає вимогам технічних регламентів ДСТУ2189-93 з урахуванням загальних вимог безпеки згідно з НПАОП 01.41-1.01-01; пожежної безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005 та «Загальними правилами пожежної безпеки для об'єктів сільськогосподарського виробництва».

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічне обґрунтування проекту технології вирощування кукурудзи на зерно

Вихідні дані наведено в табл. 5.1

Таблиця 5.1

№ з/п	Показники	Одиниця вимірювання	Базова технологія	Проектна технологія
1	Обсяг робіт	га	100	100
2.	Урожайність	ц/га	226	240
3	Склад агрегату		МТЗ-80 СУПН-8А	МТЗ-80 СУПН-8АМ
4	Змінна норма виробітку	га/год	2,12	2,9
5	Витрати палива	кг/га	5,39	4,25

Результати розрахунків наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Техніко-економічні показники ефективності запропонованих заходів
по підвищенню ефективності використання землі та інших ресурсів

Показник	Технології		Відхилення	
	Базова	Проектна	+;-	%
1. Площа, га.	100	100	-	-
2. Врожайність, ц/га	226	240	+14	+5,9
3. Валовий збір, ц.	22600	24000	+1400	+5,9
4. Капітальні вкладення, грн./га	277000,0	282000,0	+5000	+1,85
5. Продуктивність, га/год.	12,8	14,5	+1,7	+13,3
6. Собівартість посіву всього, грн.	36248,02	24044,8	- 12203,22	-33,7
7. Собівартість посіву грн./ц	5,34	3,34	-2,0	-37,5
8. Річна економія, грн.	14400		х	

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок. Запропонована технологія є перспективною, оскільки прогнозована річна економія в розмірі 14400 грн.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

В дипломній роботі вдосконалено технологію вирощування кукурудзи на зерно.

В технологічній частині роботи розроблена вдосконалена технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно та операційно-технологічна карта сівби кукурудзи.

У науковій частині роботи обґрунтовано доцільність використання пластинчастого скидача зайвого насіння з оптимізованим розташуванням зубців робочої поверхні. Таке вдосконалення дозволить підвищити лінійну швидкість руху отворів висівного диска зі збереженням якості висіву і, відповідно, підвищити продуктивність посівного агрегату.

В розділі охорони праці запропоновані заходи для зменшення дії шкідливих факторів на оператора сівалки.

В економічній частині обґрунтовано економічну доцільність проведених вдосконалень і розробок та підвищення продуктивності посівного агрегату.

Запропоновано заходи по покращенню умов праці механізатора.

За результатами проведених економічних розрахунків прогнозована річна економія в розмірі 14400 грн.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. „Машини та обладн. с.-г. вир-ва”. Кн. 1 : Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропивний; За ред. М.І. Черновола. Київ : Урожай, 2001. 384 с.

2. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. С. 63-79.

3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1, Ч.2. Машини для сівби та садіння. Харків : Око, 2002. 452 с.

4. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю. Київ : Аграрна наука, 2004. 396 с.

5. Басін В. Про напрямки розвитку конструкції висівних апаратів для насіння просапних культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин* : загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. Кіровоград : КДТУ, 1999. Вип.27. С.190–193.

6. Амосов В.В. Аналіз процесу відокремлення насінин від присмоктувальних отворів вакуумного пневмомеханічного висівного апарата. *Техніка в с.-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація* : зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту. Кіровоград : КНТУ, 2004. Вип. 15. С.438–444.

7. Пневматичний висівний апарат: пат. 62310А Україна: МПК А01С 7/04. / В.В. Амосов, Є.Б. Шинкевич, С.Ф. Бойченко (Україна). №2003031875; Заявл. 03.03.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл. №12. 3 с.

8. Експлуатація машин і обладнання / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін.; за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.

9. Войналович О.В., Білько Т.О., Марчишина Є.І. Охорона праці у сільському господарстві : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2020. 424 с.

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

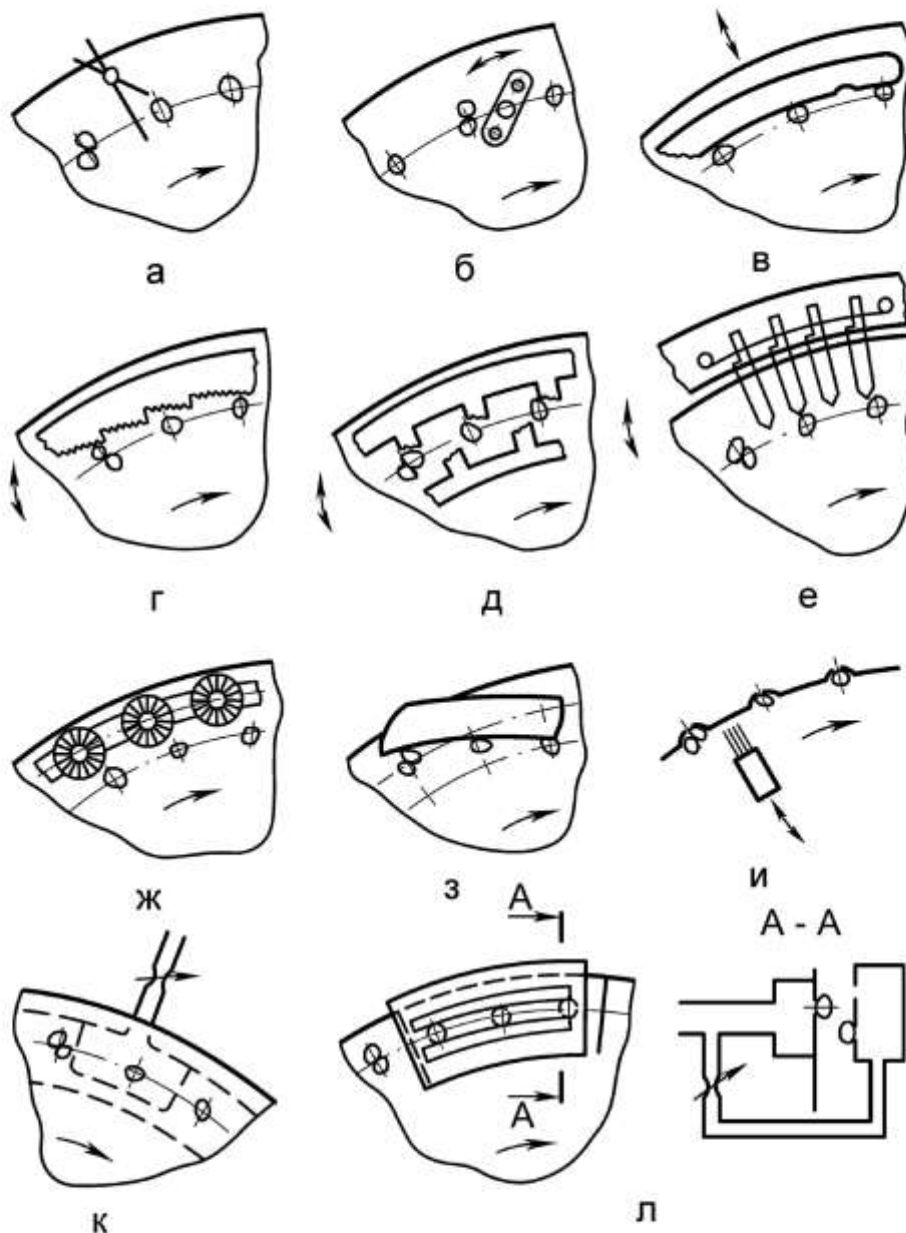
ДОДАТКИ

					СУПН 00.000 ПЗ	Ст.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						Документація		
		А0			КДВА 00.120СБ	Складальне креслення		
						Складальні одиниці		
				1	СУПА 00.210	Бункер	1	
				2	СУПН 00.220	Важиль	1	
				3	СУПН 00.230	Зірочка	1	
				4	СУПА 00.240	Щиток	1	
				5	СУПН 00.250	Скидач	1	
				6	СУПА 00.260	Ворушитель	1	
				7	СУПА 00.270	Зірочка	1	
				8	СУПА 00.280	Щітка	1	
Взам. инв. №						Деталі		
				10	СУПА 00.011	Корпус	1	
				11	СУПА 00.012	Кришка	1	
				12	СУПА 00.013	Прокладка	1	
				13	КДВА 00.413	Диск	1	
				14	СУПА 00.414	Зірочка	1	
				15	СУПА 00.415	Кронштейн	1	
				16	СУПА 00.416	Шайба	2	Найдільша кількість
				18	СУПА 00.602	Вал	1	
Инд. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУПН 00.120 Апарат висівний	
		Разраб.	Гладун					
Инд. № подл.		Пров.	Амосов				Лит.	Лист
								Листов
Инд. № подл.		Н.контр.	Мачок				ЦНТУ гр. АІ-23М-2	
		Утв.	Васильковський					

Схеми скидачів зайвого насіння

СЧПН 00.000.Н41

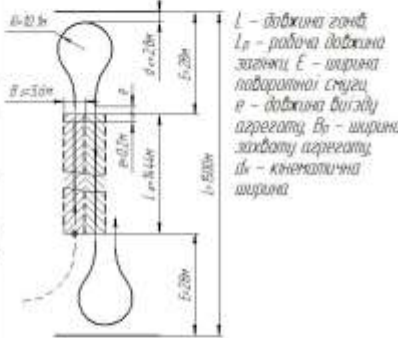


а-Біньковського П.А.; б-СУПН-8, СПС -6; в-Multikorn;
 г- Pneumaset II; д- Special Legumes; е - Monair;
 ж- В-600; з - Monaset P; и - Cyclo-800;
 к - а.с. 1053771 (СРСР); л - а.с. 784824 (СРСР)

СЧПН 00.000.Н41			
Розробник	Виконавець	Дата	Лист
СЧПН	СЧПН	00.000.Н41	1
Схеми скидачів зайвого насіння			Лист 1
—			Лист 1
—			Лист 1
—			Лист 1

Операційно-технологічна карта на посів насіння кукурудзи

СУПН 00. 000 Т42

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 150 га; довжина гонів – 1500 м; величина підйому – 3°; глибина загортання насіння – 5-7 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – ± 1 см; відхилення від заданої норми висіву насіння – $\pm 3\%$; нерівномірність висіву між окремими апаратами не більше $\pm 3\%$; відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів – не більше ± 5 см, для суміжних сідалок – не більше ± 2 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор МТЗ-82, сідалка СУПН-8, робоча ширина захвату – 5,6 м; мінімальний радіус повороту – 10,1 м; кінематична довжина агрегату – 2,04 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і сідалки. 2. Перевірити робочі поверхні сідалки, відрегулювати довжину маркерів. 3. Відрегулювати сідалку на задані норми висіву насіння та туків і глибини їх загортання.	
Підготовка поля	Перед початком обробки оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 33,6 м; оптимальна ширина заїмки – 84 м; кількість заїмок – 12 (11 шириною 84 м, 1 – шириною 76 м).	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий човником	
Швидкість руху	Робоча передача – 4, враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_R = 7,38$ км/год	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 18,34 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 146 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 26,75 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 18,56 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 6,98 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 109,37 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 2-3 рази за зміну контроль норми висіву насіння. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. 2. Не менше 10 разів перевірити глибину загортання насіння. Відхилення не повинно перевищувати ± 1 см. 3. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$. 4. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів – ± 5 см, для суміжних сідалок – ± 2 см.	

СУПН 00. 000 Т42			
Відомості про виконавця	Відомості про керівника	Відомості про спеціаліста	Відомості про іншого спеціаліста
Підпис	Підпис	Підпис	Підпис
Місце	Місце	Місце	Місце
Дата	Дата	Дата	Дата

