

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

“ 30 ” _____ травня _____ 2024

р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

"Удосконалення конструкції зернової сівалки"

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-22М(1,9)-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____ Куліш Володимир Олександрович

« 30 » _____ травня _____ 2024 р.

Керівник проекту

професор, докт.техн.наук

_____ Василь САЛО

« 29 » _____ 05 _____ 2024 р.

Рецензент Руслан КІРЧУК

м. Кропивницький

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4				Завдання на проектування	1	
A4			СЗПП-5,4 00.000. ПЗ	Розрахунково-пояснювальна		
				<u>записка</u>		
				<u>Документація по складальних</u>		
				<u>одиницях</u>		
				Заново розроблена		
A1			СЗПП-5,4 00 000	Сівалка СЗПП-5,4	1	
A1			СЗПП-5,4 07.000	Посівна секція	1	
A2			СЗ 01.000	Диск сошника	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				Заново розроблена		
A4			СЗ 07. 01. 602	Вісь	1	
A4			СЗ 07. 01. 402	Заглушка	1	
A3			СЗ 07. 01. 601	Маточина	1	
A3			СЗ 07.05.102	П'ятка	1	
A3			СЗ 07. 01. 403	Стояк	1	
				<u>Документація по науковій</u>		
				<u>частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			СЗПП-5,4 00 000 ДЧ	Дослідницька частина	2	
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	СЗПП 00.000 ВП Відомість проекту	
Розробив	Куліш В.О.					
Перевірів	Сало В.М.					
Н. контр.	Мачок Ю.В.					
Затвердив	Леценко С.М.				ЦНТУ гр.ГМ-22М-1.1	

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
	Вступ	6
2	Наукова частина.	8
2.1	Способи сівби сільськогосподарських культур	8
2.2	Основні агротехнічні вимоги до сівби	9
2.3	Аналіз відомих конструкцій сошників та посівних секцій розроблених чи запропонованих для підвищення якісних показників загортання насіння в ґрунт	9
2.4	Особливості процесу загортання насіння при сівбі	23
2.5	Програма польових експериментальних досліджень	26
2.6	Технічне забезпечення польових експериментальних досліджень	27
3.	Конструкторська частина	32
3.1	Стан питання про машину що модернізується.	32
3.2	Агротехнічні вимоги	33
3.3	Зміст конструкційного удосконалення загортаючого робочого органу	34
3.4.	Технологічні розрахунки	36
3.5.	Кінематичні розрахунки	39
3.6	Силовий аналіз механізмів машини.	42
3.7	Енергетичні розрахунки	46
3.8.	Розрахунок на міцність деталей та вузлів	47
4.	Охорона праці	52
5	Економічна частина	56
	Список використаної літератури	58
	Додатки	61

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ								
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата									
Розроб.	Куліш В.О.				Зміст пояснювальної записки					Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Сало В.М.											5	1
										ЦНТУ, гр. ГМ-22М-1			
Н.контр.	Мачок Ю.В												
Затв.	Леценко С.М.												

ВСТУП

З урахуванням існуючих проблем екологічного характеру та питань охорони навколишнього середовища, збереження родючості ґрунтів, важливим напрямком в подальшому розвитку сільського господарства є застосування протиерозійних технологій – безвідвальний обробіток ґрунту, стерньовий посів, зниження питомого тиску агрегатів на ґрунт та інше. При виконанні процесів обробітку ґрунту, особливо безвідвального, мінімального, необхідне додаткове розпушування поверхневих шарів ґрунтових агрегатів до стану придатного для виконання процесів сівби звичайними рядковими сівалками. Забезпечення даних умов потребує суттєвих змін як самих технологій вирощування сільськогосподарських культур так і удосконалення існуючих та розробка нових посівних машин.

Вирішуючи задачі технічного переоснащення сільського господарства розробляються нові машини для забезпечення комплексної механізації всіх галузей сільськогосподарського виробництва. Здебільшого розробка нових машин спрямована на підвищення робочої ширини їх захвату, робочої швидкості, впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами, контролю за якістю їх виконання.

За нових умов в галузях виробництва сільськогосподарської продукції значно зростають вимоги до якості виконання технологічних процесів як ґрунтообробними так і посівними та садильними машинами, так як від їх роботи в значній мірі залежить схожість висіяного зерна, трудомісткість подальшого догляду за посівами, і в кінцевім рахунку об'єми вирощеної продукції.

					<i>СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Куліш В.О.</i>				<i>Вступ</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Сало В.М.</i>						
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок Ю.В.</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Леценко С.М.</i>						
						<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>
							<i>Аркушів</i>
							6
							2
						<i>ЦНТУ,</i>	
						<i>гр. ГМ 22М-1</i>	

Наряду з цим парк машин який знаходиться в господарствах також потребує певного удосконалення та модернізації в відповідності до вимог сучасності. При цьому особлива увага приділяється саме посівним машинам та їх робочим органам, які повинні забезпечувати задані якісні показники виконання технологічного процесу.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

Ефективність обладнання сошників утримуючою п'яткою

2.1. Способи сівби сільськогосподарських культур

Під сівбою розуміють технологічний процес розміщення насіння культурних рослин в заданому порядку по площі та на відповідну глибину з метою забезпечення достатньої кількості вологи, поживних речовин та світла, які необхідні для проростання та розвитку рослин протягом усього періоду вегетації [2].

В зв'язку з цим, найбільш поширеними вважають наступні способи сівби: рядовий, вузькорядний, перехресний, розкидний, широкорядний, пунктирний, гніздовий, квадратно-гніздовий, смуговий та суцільний, стрічковий і сумісний.

Способи сівби залежать від багатьох факторів – вид культури, яка вирощується (зернові колосові, зернові технічні, овочеві, олійні, баштанні, лікарські та ін.), умов вирощування, Розрізняють також прямі способи сівби та ті, що виконуються за традиційною технологією. Також необхідно враховувати рельєф поверхні поля по якому здійснюється сівба. Для сівби такої кількості культур використовують не меншу гаму посівних машин, а відповідно і не меншу кількість сошників, якими вони обладнуються і які мають свої конструктивні особливості.

Основними задачами, які повинні виконувати сошники є: формування борідок, ущільнення їх дна, подача посівного матеріалу на ущільнене дно борізки. Незалежно від конструктивних особливостей і призначення, сошники, як робочі органи посівних машин, повинні задовольняти ряду агротехнічних вимог до якості виконання технологічного процесу.

					<i>СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ</i>		
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Куліш В.О.</i>				<i>Наукова частина</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Сало ВМ.</i>						
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок Ю.В.</i>						
<i>Затв.</i>	<i>Леценко С.М.</i>						
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						8	43
					<i>ЦНТУ, гр. ГМ-22М-1</i>		

2.2. Основні агротехнічні вимоги до сівби

Основні вимоги до роботи сошників можна звести до наступного. Для нормального розвитку рослин має бути якісно виконаний передпосівний обробіток ґрунту, вибраний якісний посівний матеріал, насіння повинно бути рівномірно розподілене по площі поля за одним із вибраних способів і загорнуте в ґрунт на рекомендовану в регіоні глибину.

Для кожної агрокліматичної зони є визначена оптимальна глибина загортання насіння відповідної культури. Зменшення рекомендованої глибини загортання може призвести до вимерзання сходів озимих чи розрідження сходів ярих, видування частини вітрами та розкрадання птахами (якщо насіння не протруюється, як при виробництві екологічно чистої продукції). В разі загортання насіння глибше, ніж передбачено, можуть появлятися ослаблені сходи, а частина паростків загине не змігши пробитися на поверхню до сонця. Ґрунт навколо насіння повинен бути ущільненим між ними не повинно бути повітряного шару, щоб був якісний доступ до насіння вологи, а в подальшому і поживних речовин до коріння рослин. У виконанні даних вимог приймають участь і інші робочі органи посівних машин – висівні апарати та додаткові загортаючі робочі органи. Що ж стосується вимог безпосередньо до сошників та вони повинні:

Утворювати боріздку заданої глибини, ущільнювати її дно для кращого контакту насіння з ґрунтом, не виносити на поверхню нижніх вологих шарів ґрунту і не впливати на потік насіння при переміщенні від насіннепроводу до дна борізки.

2.3. Аналіз відомих конструкцій сошників та посівних секцій розроблених чи запропонованих для підвищення якісних показників загортання насіння в ґрунт

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		9

Основною функцією сошників є утворення відкритої борізки розрізанням та розсуванням на необхідну глибину верхнього шару ґрунту з утворенням необхідного профілю та щільності дна, утримання борізки деякий час відкритою для забезпечення необхідних умов укладання насіння на її дно та загортання насіння на дні борізки ґрунтом в результаті його вільного осипання.

Одним із важливих показників роботи сошника є форма борізки, яку він утворює і яка залежить від конструкції самого сошника. Практично всі сошники, не залежно від наявності активних чи пасивних конструктивних елементів, які формують борізку, підрозділяють на сошники з тупим та гострим кутом входження в ґрунт. Від цього параметра залежить наявність негативного явища - винесення на поверхню нижніх вологих шарів ґрунту. Сошники з тупим кутом входження при прокладанні боріздки переміщують ґрунт зверху вниз, ущільнюють дно, а з гострим кутом - знизу, вгору. Але є виключення, так дискові сошники мають тупий кут входження в ґрунт, але при обертанні диска бокові стінки сошника підкидають частинки ґрунту догори. Це явище є негативним ще й з тої точки зору, що переміщення ґрунту продовжується і після проходження сошника і спричиняє перерозподіл посівного матеріалу, який відскакує від дна борізки і зависає на різних глибинах в масі ґрунту, що осипається. Проаналізуємо переваги і недоліки ряду сошників, які використовуються на сівалках.

Дискові сошники порівняно з іншими складніші за конструкцією і мають велику масу, проте їх найбільше використовують на сівалках. На дискові сошники менше налипає вологий ґрунт, вони забезпечують нормальну якість сівби у відповідності з агротехнічними вимогами на грудкуватому і глибистому ґрунті, на полях засмічених рослинними та кореневими рештками бур'янів на перелогових і цілих землях, але характеризуються найнижчою якістю рівномірності загортання насіння по глибині.

Однодискові сошники. Однодискові сошники бувають з горизонтальним (рис. 1) і вертикальним (рис. 2) розташуванням дисків.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10

Дисковий сошник [3] (рис. 1) містить закріплену на рамі з можливістю обертання за допомогою підшипника стійку-насіннепровід з каналом для проходу насіння та туків. На стійці закріплений ріжучий диск з отвором в центрі, поєднаним з каналом стійки.

На нижній поверхні диска закріплений конусоподібний розсіювач насіння. Розсіювач з каналом утворюють кільцевий зазор для проходу насіння між конусоподібною поверхнею розсіювача і торцевою поверхнею стійки. Дисковий сошник додатково забезпечений розподільними елементами. Розподільні елементи закріплені на нижній поверхні диска навколо розсіювача насіння. Таке конструктивне виконання дозволяє забезпечити рівномірне внесення добрив чи насіння і добрив по всій ширині оброблюваної смуги.

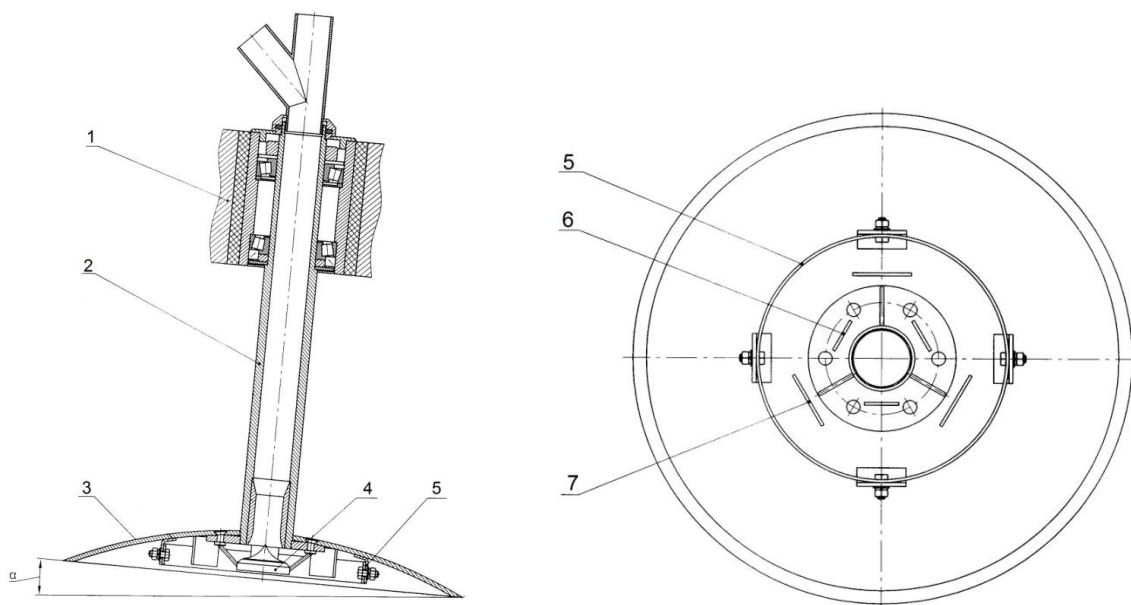


Рис. 1. Однодисковий сошник з горизонтальним розташуванням диска:

- 1 – стійка-насіннепровід; 2 – підшипниковий вузол кріплення сошника до рами;
3 – диск; 4 – розсіювач насіння; 5 – обмежувач ширини розсіювання насіння; 6, 7
– розподільні елементи;

Однодискові сошники з вертикальним розташуванням диска (рис. 2) працюють за принципом дискової борони, значно краще заглиблюються в ґрунт, оскільки один диск має меншу опорну поверхню, краще розрізає рослинні рештки, якісніше формує боріздку, в якій розміщується насіння [2].

Однодисковий сошник обертається в ґрунті під кутом від 3 до 7 градусів до напрямку руху. Це дозволяє під час руху відсувати пожнивні рештки і верхній шар ґрунту в сторону. Щоб поліпшити якість розрізання верхнього шару деякі виробники сівалок використовують зубчасті та опуклі диски. Переваги опуклих дисків полягають в тому, що вони вимагають менше місця, відкидають менше ґрунту, а також дозволяють висівати з більш вузькими міжряддями.

Так як і попередній тип, даний сошник не забезпечує потрібне копіювання поверхні поля, тому деякі виробники оснащують такі конструкції індивідуальними опорно-прикочувальними колесами (рис. 2б). В такому випадку кожний сошник може бути відрегульований на задану глибину сівби, а опорне колесо забезпечить високу стабільність по ходу руху сівалки та відповідно високоякісний посів.

Тенденція розвитку таких типів сошників йде до збільшення розміру дисків. Вони характеризуються більшою зносостійкістю і плавною роботою. Дозволяють розвивати швидкість сівби сівалками до 20 км/год.

Однодискові сошники працюють несиметрично, вони постійно сприймають односторонній тиск. З часом це може призвести до зношування навіски, хоч самі сошники майже не зношуються і не вимагають технічного обслуговування. У такому випадку ряди наближаються один до одного, і це призводить до ефекту подвійного ряду.

Перевагами однодискових сошників є: хороша придатність для сівби по мульчі; мінімум технічного обслуговування; порівняно проста конструкція. Посівні секції з такими типами сошників можна рекомендувати для широкого діапазону варіантів сівби зернових культур, а при забезпеченні достатнього притискного зусилля на сошник, можна використовувати для прямої сівби [4, 5, 6].

Найбільш універсальними і поширеними сошниками для сівби зернових вважаються **дводискові сошники** (рис.3) [2] Їх встановлюють на зернових, зернотрав'яних та овочевих сівалках. Такі сошники можуть забезпечити середню

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

якість посіву як після проведення передпосівного, так і за наявності рослинних решток при нульовому та мінімальному обробітках.



a



6



F

Рис. 2 – Однодисковый сошник: а – з випуклим диском; б – з копіювальним котком; в – з прикриваючою пластиною.

Більш краще працюють в умовах грубого обробітку ґрунту важкого механічного складу і підвищеної вологості, при наявності рослинних решток у поверхневому шарі та загортання насіння на велику глибину (до 9 см).

Сошники представляють собою литий корпус з двома плоскими загостреними дисками, які сходяться в передній частині, і утворюють в плані двогранний клин. Диски що обертаються як бокові поверхні двогранного клина, за рахунок зчеплення їх з ґрунтом, розсувають ґрунт у боки та утворюють борозну. Дводискові сошники можуть кріпитися як за допомогою радіальної так і паралелограмної підвіски. Паралелограмна підвіска забезпечує краще копіювання поверхні поля, однак збільшує вагу та ускладнює конструкцію сівалки.

Як правило регулювання глибини загортання насіння здійснюється груповим способом, а за необхідності – індивідуально, шляхом зміни зусилля пружини на кожному сошнику. Рельєф поверхні поля така сошникова група майже не копіює, і глибина загортання насіння в основному залежить від якості, глибини та щільності насіннєвого ложе, які формуються при передпосівному обробітку.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

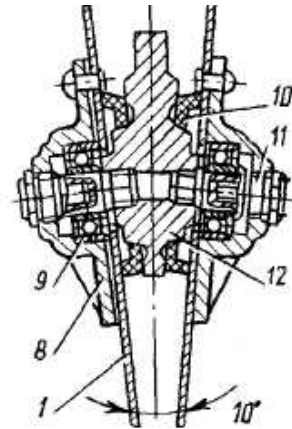
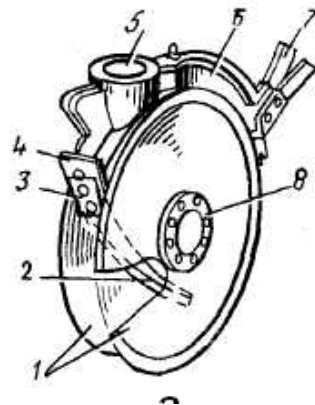


Рис. 3 – Загальний вигляд та схема дводискового сошника: 1 – диск;
2 – напрямник насіння; 3 – прижим; 4 – чистик; 5 лійка (труба); 6 – гребень;
7 – поводок; 8 – маточина; 9 – шарикопідшипник; 10 – гумовий ущільнювач; 11 –
болт; 12 – корпус

Профіль дна борозни, за рахунок незалежної дії кожного диска на ґрунт, утворюється W-подібним з неущільненим горбиком ґрунту посередині борозни. Такий профіль борозни та рух насіння в порожнині між рухомими дисками створює умови контакту насінин з поверхнями дисків і за рахунок сил тертя підкидає частину насіння разом з дисками у верхні шари ґрунту. За рахунок такого руху насіння розподіляється у борозні на різних горизонтах. Такі сошники дуже нерівномірно розподіляють насіння по глибині у борозні, крім того воно загортається пухким шаром ґрунту, а при швидкості сівалки більше за 8 км/год., значна кількість насіння виноситься дисками навіть на поверхню поля, яке загортається шлейфом сівалки у поверхневому шарі ґрунту на невеликій глибині (1-2 см). На заданій же глибині загортання залишається усього 38-56% насіння [7]. При роботі сошників у вологому ґрунті він налипає на їх поверхню, що суттєво погіршує якість сівби, (рис. 4).

Для покращення якості загортання насіння дводисковим сошником у свій час було проведено велику кількість досліджень та запропоновано багато конструкцій.



Рис. 4 – Дводисковий сошник сівалки GREAT PLAINS 4

Для зменшення нерівномірного загортання насіння по глибині рядка, причинами якого є попадання частини насіння на внутрішні поверхні дисків, після чого це насіння ними відкидається відцентровими силами в різні боки, в тому числі і на денну поверхню ґрунту в нижній частині сошника між дисками було запропоновано встановити нерухому п'яту різних конструкцій (рис.5.6), [7,8,9,10] чи інший конструктивний елемент, до бічних сторін якої прикріплюються щоки, що утворюють горловину для проходження насіння до дна борозни. Щоки в задній частині зрізані під деяким кутом. Насіння з напрямника сошника попадає безпосередньо в міжщоківий простір і далі на дно борозни, не торкаючись рухомих дисків (рис.5,6).

Сошник складається із корпусу 1, в центрі якого на вісі 2 маточинами 3 кріпляться диски 4. В задній частині корпусу встановлена лійка 5. В вирізі нижньої частини корпусу встановлена нерухомо п'ята 6, яка кріпиться до корпусу заклепками 7. Заклепками 7 і 8 прикріплені щоки 9 і 10. Задні частини щік зрізані під деяким кутом. Продовженням лійки 5 є напрямник 11.

Під час руху сівалки диски 4 сошника обертаються, розпушуючи ґрунт в зоні між рядками і утворюючи при цьому дві борозенки в місці проходу дисків і горбик посередині рядка. Встановлена в нижній частині сошника п'ята 6, рухаючись всередині рядка, зминає горбок, переміщуючи його частки в борозенки, утворені від проходу дисків і створюючи одну борозенку з

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15

ущільненим дном. В цю борозенку попадає насіння, яке випадає з лійки 5, проходить через напрямник 11 та щоки 9 і 10. За рахунок зробленого в задній частині вирізу щік сошника насіння в борозенці засипається нижніми, більш вологими шарами ґрунту.

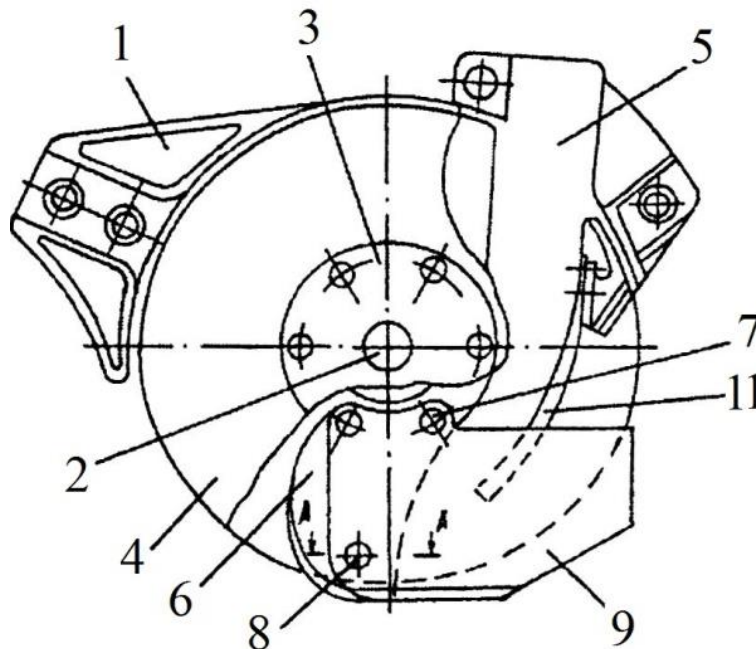


Рис. 5. Дводисковий сошник: 1 – корпус; 2 – вісь; 3 – маточина; 4 – диск; 5 – лійка; 6 – п'ята; 7, 8 – заклепки; 9 – щоки; 11 – напрямник

Аналогічно працює сошник наведений на (рис. 6) в задній частині, якого встановлено прутко-загортач, що загортає насіння вологим ґрунтом.

Відома також конструкція вдосконаленого дводискового сошника (рис. 7.)

Однак, використання в сівалках таких вдосконалених сошників приводить до ускладнення конструкції та неможливості їх використання для прямої сівби, так як встановлення додаткових подібних пристроїв вимагає більшого навантаження на сошник для його заглиблення. Вони також забиваються рослинними рештками, що унеможливорює їх роботу на попередньо непідготовлених полях.

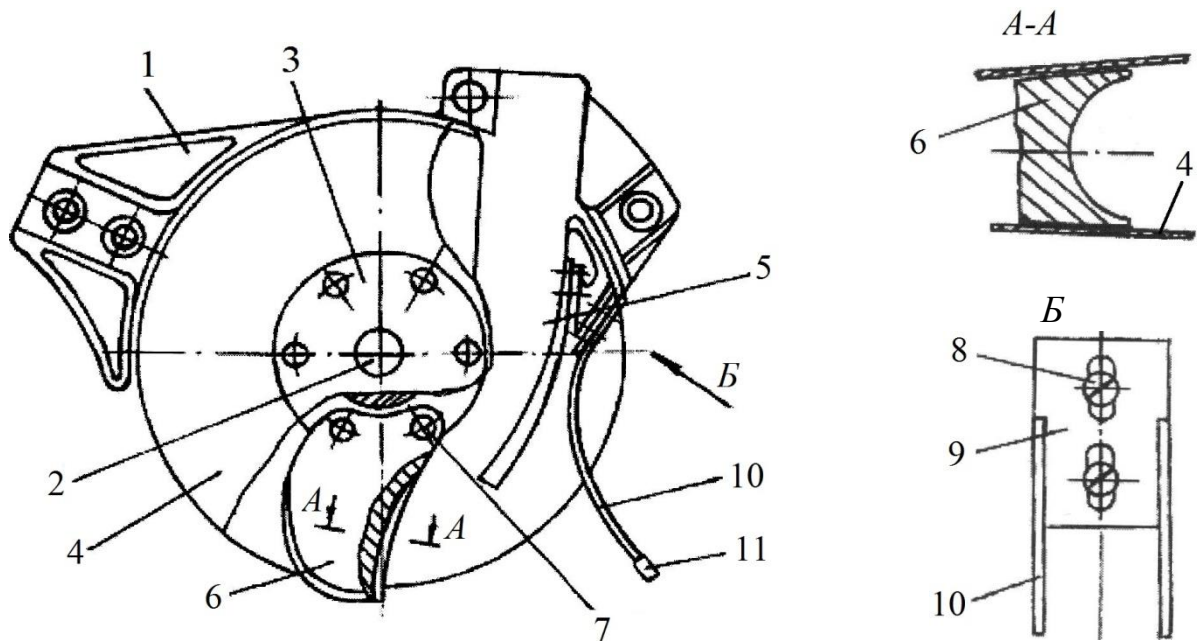


Рис. 6. Дводисковий сошник з п'яткою та прутками загортачами: 1 – корпус; 2 – вісь; 3 – маточина; 4 – диск; 5 – лійка; 6 – п'ята; 7 – заклепки; 8 – гвинти; 9 – пластина; 10 – прутки-загортачі; 11 – кінцівки прутків

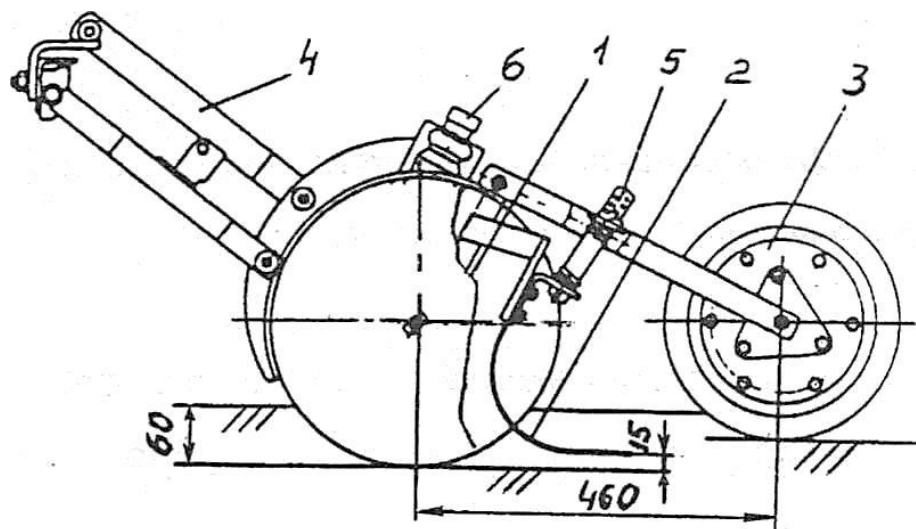


Рис. 7 – Сошник для рівномірного загортання насіння: 1 – дводисковий сошник; 2 – пружинний відбивач; 3 – каток; 4 – паралелограмна підвіска; 5 – регулятор глибини ходу сошника; 6 – лійка насіннепроводу

Дводискові сошники з обмежувальними ребордами (рис. 8) [6] застосовують для сівби дрібного насіння овочевих та олійних культур на глибину 2...6 см. На зовнішній поверхні їх дисків за допомогою косинців і скоб закріплені реборди. Зміною їх діаметра регулюють глибину загортання насіння.

Сошник (рис. 8) включає змінні реборди 1 трьох різних діаметрів і два штифта 2, які закріплюються в кришках 3 диска 4 і швидкоз'ємні шплінти 5. Механізм очищення обода реборди від налиплого ґрунту складається із чистика 6, державки 7, вісі 8, кронштейна 9 для закріплення пружини 10.

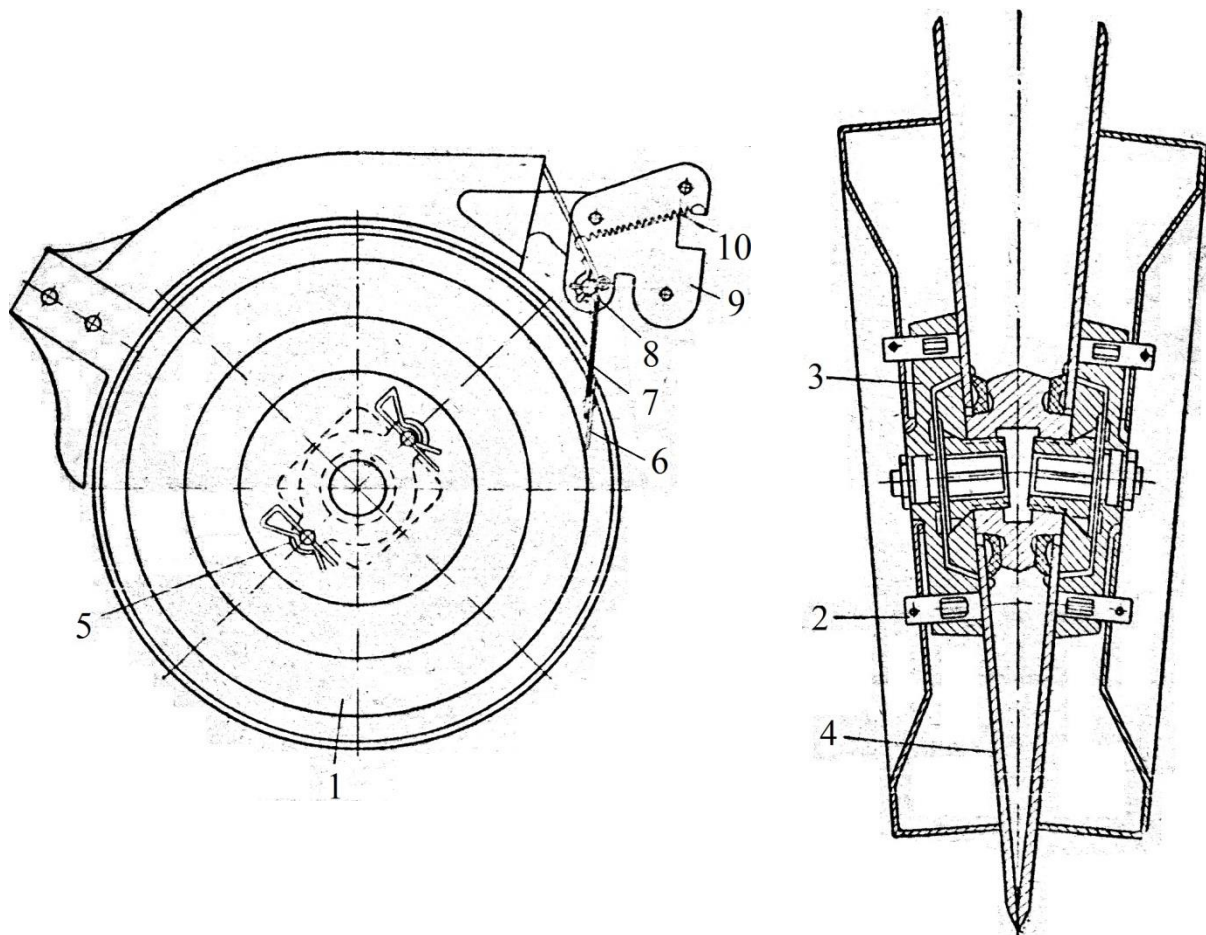


Рис. 8. Дводисковий сошник із змінними ребордами: 1 - змінні реборди; 2 – штифт; 3 – кришка; 4 – диск; 5 – шплінт; 6 – чистик; 7 – державка; 8 – вісь; 9 – кронштейн; 10 – пружина

Дводискові сошники з обмежувальними ребордами не виключають можливість забивання і заклинення рослинними рештками в місці стикування реборди з диском. Позитивною стороною дводискових сошників є: придатність для прямої сівби при відносно простій конструкції посівної секції, робота на швидкостях до 20 км/год. Недоліками є нерівномірний розподіл насіння у борозенці на різних горизонтах, налипання ґрунту.

Кілевидні сошники (рис. 9), так як і дводискові, отримали широке розповсюдження для зернових сівалок. Кілевидні сошники застосовують в основному для сівби насіння на невелику глибину. Використовують в зонах недостатнього зволоження. В класичному виконанні кілевидні сошники як правило, встановлюються на радіальній підвісі [10]. На відміну від дискових сошників, кілевидні стабільніше витримують глибину загортання насіння, якісно формують борозну та насіннєве ложе, на якому розміщується насіння



Рис. 9 – Кілевидний сошник WS фірми AMAZONE

Кілевидні сошники завдяки тупому куту входження їх у ґрунт створюють U- подібне ущільнене дно борозни за рахунок дії сил наральника на ґрунт. У результаті вологий шар ґрунту не вивертається на поверхню і не висушується, а дно борозенки ущільнюється. Це забезпечує підтягування вологи з нижніх шарів ґрунту до насіння, рівномірне розміщення насіння по глибині і завдяки цьому забезпечує хорошу польову схожість насіння. Їх встановлюють на зернотукотравяних сівалках для сівби трав, а також вони можуть бути використані і для сівби зернових культур, глибина загортання насіння яких не перевищує 4 см.

Однак, кілевидні сошники добре працюють на легких за механічним складом ґрунтах. На важких ґрунтах заглибити такі сошники на глибину 6-8 см

(особливо при сівбі озимих) дуже важко, а на засмічених полях такі сошники забиваються рослинними рештками і практично не працюють.

Анкерні сошники (рис. 10) [11] застосовують на полях після таких попередників, де залишається незначна кількість рослинних решток. Вони дуже чутливі до нерівностей поля і фізико-механічного стану ґрунту. Для забезпечення нормальної їх роботи необхідно ретельно виконувати попередню підготовку ґрунту.

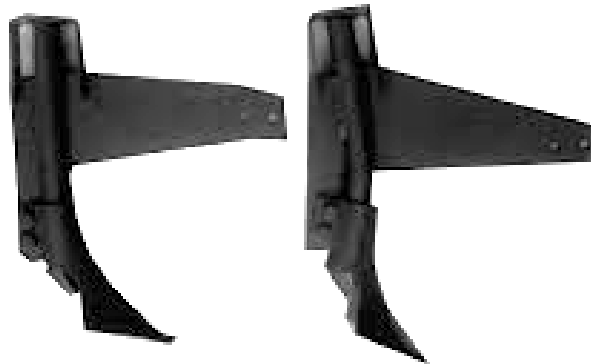


Рис.10 Загальний вигляд анкерних сошників.

Лапові сошники застосовують для висіву насіння зернових культур по необробленій стерні на легких ґрунтах, схильних до вітрової ерозії. Ними одночасно можна розпушувати ґрунт та знищувати бур'яни як культиваторами, виконувати сівбу і вносити мінеральні добрива. Розрізняють сошники для рядкового (стрічкового) і безрядкового посівів.

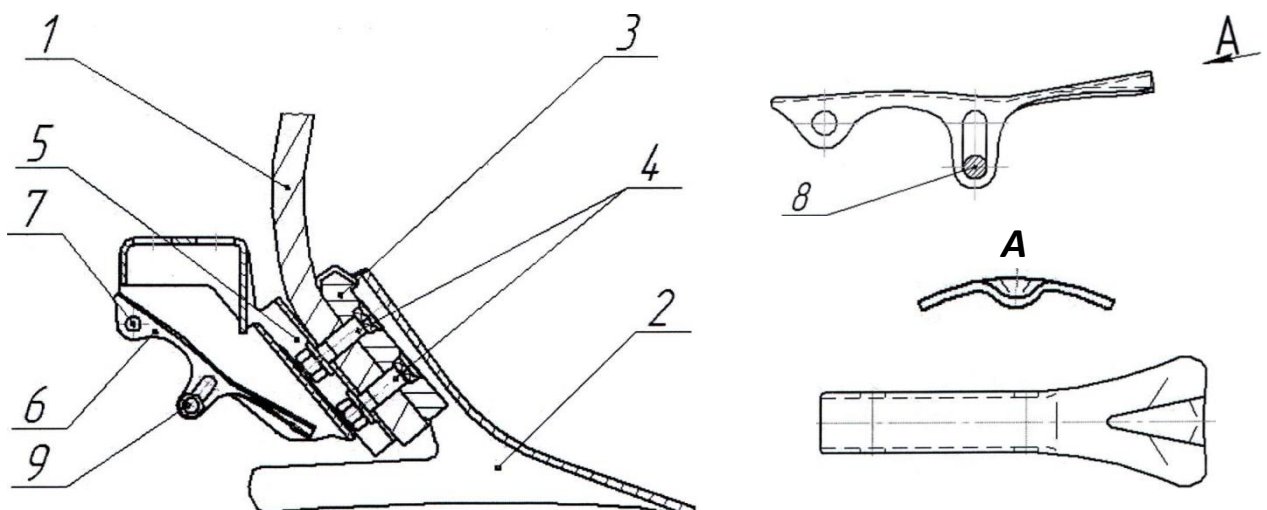


Рис. 11. Лаповий сошник: 1 – стояк; 2 – лапа; 3 – адаптер; 4, 8 – болти;
5 – кронштейн; 6 – розсіювач; 7 – вісь розсіювача; 9 – гайка

Лаповий сошник [6] для стрічкової сівби зернових по стерні (рис. 11) складається стійки 1, лапи 2, прикріпленої до стійки через адаптер 3 болтами 4. Ззаду до стояка 1 кріпиться кронштейн 5, задньою стінкою якого служить розсіювач 6. Вісь 7 розсіювача служить шарніром, навколо якого розсіювач може повертатись на деякий кут, фіксуючись болтом 8 та гайкою 9.

Сошник сівалки-культиватора працює таким чином. При переміщенні його в ґрунті скиба підривається, піднімається та направляється на поверхню лап. В цей час з бункерів по насіннєтокопроводах надходить посівний матеріал, який потрапляє на розподільник насіння, який і розміщує насіння у вигляді смуги. Після цього розпушений лапою шар ґрунту прикриває борозну з насінням. Розсіювач розподіляє насіння по лівому і правому боках смуги, але при цьому ширина смуги залишається недостатньою для розподілу насіння по всій конструктивній ширині захвату лапи, що погіршує якісні показники смугової сівби.

Також недоліком лапового сошника є погіршення висіву насіння, яке має високий коефіцієнт пружності при падінні з насіннєпровода на розсіювач, в результаті чого таке насіння хаотично перерозподіляється в борозні, зменшуючи рівномірність висіву як по площі так і по глибині загортання.

Відома також конструкція сошника у якому, з метою підвищення рівномірності загортання насіння по глибині залягання, використано додатковий конструкційний елемент також під назвою п'ятка. Але призначення його дещо інше порівняно з розглянутими вище конструкціями.

Так, на кафедрі сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ професором Сисоліним П.В. було запропоновано конструкцію нового сошника (рис. 12), під назвою полозкового, який дозволяє загортати насіння на задану глибину, на ущільнений навколо насіння ґрунт. Підвищення якості загортання

насіння новим полозковим сошником досягається за рахунок: застосування утримуючої п'ятки 3, яка, руйнуючи бокові стінки клиноподібної борозни, утримує насіння на заданій глибині до засипання вологим ґрунтом; застосування змінного ножа 2, який встановлено у лобовій частині корпусу 1 сошника; застосування паралелограмної підвіски замість радіальної, що стабілізує оптимальні технологічні параметри.

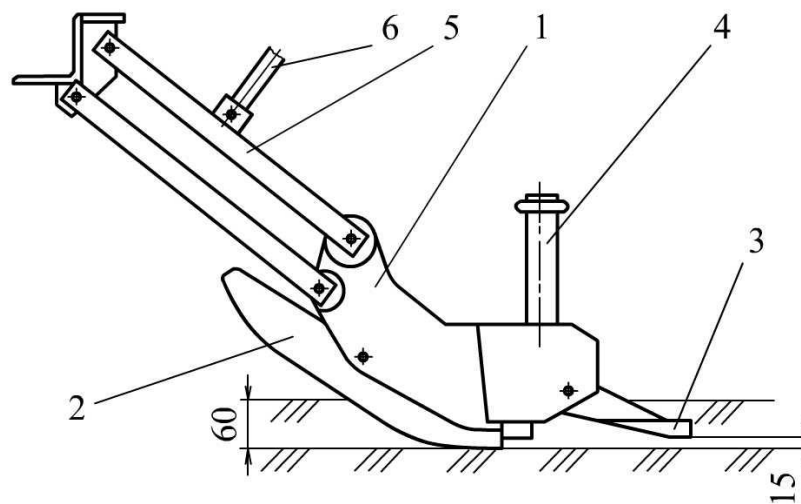


Рис. 12 – Полозковий сошник: 1 – корпус; 2 – полозок (ніж); 3 – ущільнююча п'ятка; 4 – лійка; 5 – паралелограмна підвіска; 6 – натискна штанга

Недоліками таких сошників є те, що при сівбі на полях засмічених рослинними решками, останні впливають на стабільність ходу самого корпусу сошника по висоті. Для їх знімання необхідно застосовувати додаткові пристрої.

Запропонована конструкція утримуючої п'ятки також може бути використана в інших конструкціях сошників, придатних для виконання сівби в різних умовах, як при наявності попередньої підготовки поля так і при застосуванні прямих способів сівби, але для гарантованої якісної роботи необхідно розробити надійну конструкцію сошника чи посівної секції в яких будуть використані обидва шляхи підвищення якості виконання технологічного процесу – забезпечення рівномірного переміщення по глибині як самого сошника так і утримання насіння в заданому горизонті по глибині залягання. Також для цього необхідно попередніми експериментальними дослідження виявити ефективність передбачуваного конструкційного рішення задачі.

2.4. Особливості процесу загортання насіння при сівбі

Є очевидним, що показники валового збору врожаю сільськогосподарських культур знаходяться в залежності від якісних характеристик виконання всіх виробничих процесів, передбачених змістом технології їх вирощування. Не є винятком і процес сівби, для якого серед ряду вимог, таких як календарні терміни сівби, підготовка ґрунту, його стан, якість посівного матеріалу, дотримання заданих норм висіву та рівномірність розподілу по площі, на особливу увагу заслуговує вимога щодо рівномірного по глибині загортання посівного матеріалу. Саме від цього показника залежать дружність сходів, рівномірність розвитку та дозрівання рослин, умови збирання врожаю та втрати готової продукції при збиранні

Якість виконання технологічних процесів сівби суттєво залежить від їх технічного забезпечення. Зазвичай виконання даного процесу покладається на робочі органи сівалок, які називаються сошниками. Сам процес висіву складається з ряду операцій: формування боріздки заданої глибини з ущільненням дном, подача посівного матеріалу на ущільнене дно боріздки, довільне осипання ґрунту зі стінок боріздки та часткове закриття насіння, примусове додаткове нагортання ґрунту в зону вісі рядка та ущільнення.

В разі можливості рознесення даних операцій у часі, рівномірність залягання насіння по глибині цілком забезпечувалася б і залежала від рівномірності переміщення сошників по глибині. Головною задачею було б укладення насіння на дно боріздки, за умови відсутності осипання ґрунту зі стінок і набуття ним стану спокою, але в реальних умовах саме явище осипання ґрунту вносить основні корективи в даний процес. Насіння, яке з певною швидкістю потрапляє на дно боріздки після вертикального польоту не залишається нерухомо в точці контакту з дном боріздки, а підскакує декілька разів на різну висоту до того як залишиться нерухомо зафіксованим ґрунтом. Під час чергового падіння вниз після відскоку від дна боріздки насіння рідко коли

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		23

знову потрапляє на дно борізки, а в більшості випадків опускається уже на шар ґрунту певної товщини, який покрив дно борізки в результаті осипання. Як наслідок, сошник формує борідку однієї заданої глибини, а насіння розподіляється в борідці на різних глибинах. Не рідко так буває, що воно розподіляється по всій глибині утвореної борізки. Особливо характерним це явище є при роботі дискових сошників, але воно є притаманним і іншим видам сошників.

Прийнято оцінювати рівномірність розподілу насіння по глибині залягання коефіцієнтом варіації. В окремих випадках його значення може сягати понад 70% [7]. Найбільш поширеним способом встановлення реальної рівномірності глибини залягання насіння в ґрунті є спосіб визначення по етильованій частині рослини при розвитку в стадії шильця. Враховується те, що частинка рослини, яка знаходиться в ґрунті має світле, біле забарвлення, а наземна частинка зелене. Довжина білої частинки стебла відповідає реальній глибині залягання насіння в ґрунті.

В перший час проростання рослини глибина залягання насіння зменшується в результаті осідання і ущільнення ґрунту.

Виходячи з вище викладеного стає очевидним, що для досягнення бажаної рівномірності розподілу насіння по глибині залягання не достатньо забезпечувати дотримання заданої глибини ходу сошників і формування відповідної борізки. Необхідні додаткові заходи і якісь неординарні рішення, які б забезпечували фіксацію самого насіння на дні борізки до засипання її ґрунтом. Серед відомих і доступних рішень є технічне, суть якого зводиться до обладнання сошників додатковим конструкційним елементом, який здатен примусово утримувати насіння на заданій глибині до засипання борізки ґрунтом [12,13]. Як варіант, це обладнання сошників утримуючою п'яткою. Однозначно позитивно говорити про ефективність таких способів без підтвердження реальними результатами досліджень не представляється можливим по причині практично відсутньої інформації даного характеру.

На підставі вище викладеного, **метою даного дослідження** є встановлення ефективності використання в конструкції сошників конструктивного елемента здатного підвищити рівномірність загортання посівного матеріалу по глибині залягання.

Об'єкт досліджень - процес загортання посівного матеріалу в ґрунт на задану глибину з застосуванням сошника оригінальної конструкції.

Предмет досліджень: Залежність рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині від одночасного впливу робочої швидкості та установчої глибини ходу сошників.

Задачі досліджень:

- розробити програму та методику оцінки показника ефективності роботи сошників без обладнання утримуючою п'яткою та без неї ;
- провести попередні польові експериментальні дослідження процесу сівби насіння пшениці з використанням класичного сошника з гострим кутом входження в ґрунт та сошника обладнаного утримуючою п'яткою;
- встановити залежності показника ефективності роботи сошників від заданої глибини сівби та обочої швидкості агрегату;
- виконати обробку отриманих результатів досліджень;
- провести аналіз результатів дослідження та оцінити доцільність обладнання сошників додатковим конструктивним елементом у вигляді утримуючої п'ятки

Науковою новизною є: встановлена ефективність використання в складі сошників додаткового конструкційного елемента – утримуючої п'ятки та залежності показника рівномірності загортання посівного матеріалу від одночасного впливу робочої швидкості та установчої глибини ходу сошників.

2.5. Програма польових експериментальних досліджень

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

За показник ефективності роботи сошників приймаємо рівномірність загортання насіння по глибині. Числовою оцінкою даного показника буде коефіцієнт варіації $\rho, \%$, який визначатиметься як

$$\rho = \frac{H}{h_{\text{cp}}} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

$$H = \frac{(h_{\text{cp}} - h_1) + (h_{\text{cp}} - h_2) + \dots + (h_{\text{cp}} - h_{n-1}) + (h_{\text{cp}} - h_n)}{n} \quad (2.2)$$

де h_1, h_2, h_n , - значення глибини залягання n -ї кількості насінин;

h_{cp} – середнє значення глибини залягання насіння;

H – середнє арифметичне відхилення від середнього значення глибини залягання насіння

Програмою польових досліджень також передбачається встановити залежності параметра оптимізації $Y_1(\rho)$ – коефіцієнта варіації глибини залягання насіння від установочної глибини ходу сошника $X_1(h_0)$ та робочої швидкості агрегату $X_2(V)$ (табл. 1) [14].

Таблиця. 1

Вихідні дані до проведення експериментальних досліджень

№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіюва ння
	Найменування	Позна- чення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Установочна глибина ходу сошників (h_0 , мм)	X_1	120	40	20
2	робоча швидкість агрегату (V , м/с).	X_2	3,4	1,4	0,4

Як зазначалося вище, реальну глибину залягання насіння визначали по етильованій частині рослин на п'ятий день після їх появи на поверхні поля. Кількість замірів, які брали на відстані 10 см один від одного по довжині рядка становила 100 Робочу швидкість налаштовували в близьких до заданого

діапазону межах зміною передач на тракторі та швидкісних режимів в межах одної передачі. Установчу глибину задавали зміною положення прикочуючого котка відносно сошника. Довжина залікових ділянок становила 15 м. Між заліковими ділянками передбачалися розгінні ділянки для виведення агрегату на задану швидкість. Заміри глибини виконували після появи сходів. Результати записували у журнал, а їх обробіток здійснювали в стаціонарних умовах, де було підраховане значення коефіцієнта варіації у відсотках, яке в подальшому використовували при статистичному аналізі процесу загортання насіння за зведеними в табл. 2,3 даними.

2.6. Технічне забезпечення польових експериментальних досліджень.

При проведенні польових досліджень і виконанні контрольної сівби були задіяні наступні технічні засоби. В якості засобу агрегування використовували трактор МТЗ-80, а функції посівної машини виконувала серійна сівалка СЗ-3,6 на яку замість серійних дискових сошників були встановлені експериментальні обладнані утримуючою п'яткою та без неї (рис. 13).

Досліди проводили на полях фермерського господарства «Злагода» в селі Новогригорівка, Маловисківський район, Кіровоградська область одночасно з виконанням планової сівби озимої пшениці.

а



					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

6

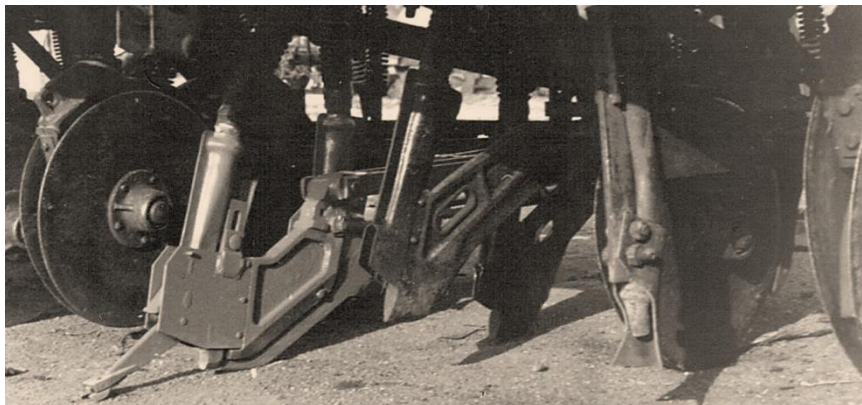


Рис.13. Загальний вигляд посівного агрегату а та різні види сошників встановлених для дослідження на сівалці б

Таблиця 2.

Вихідні дані до визначення залежності коефіцієнта варіації ρ показника загортання насіння від установчої глибини ходу сошника h_0 обладнаного утримуючою п'яткою та робочої швидкості машини V , м/с

h_0 , мм V , м/с	40	60	80	100	120
1,4	20,69	19,80	18,29	16,16	13,40
1,8	21,73	20,80	19,23	17,05	14,20
2,2	22,60	21,61	19,99	17,76	14,89
2,6	23,28	22,24	20,57	18,28	15,37
3,0	23,78	22,68	20,97	18,02	15,66
3,4	24,11	22,96	21,18	18,79	15,77

Таблиця 3.

Вихідні дані до визначення залежності коефіцієнта варіації ρ показника загортання насіння від установчої глибини ходу сошника h_0 без утримуючої п'ятки та робочої швидкості машини V , м/с

h_0 , мм V , м/с	40	60	80	100	120
1,4	28,31	25,56	23,61	22,46	22,10
1,8	28,89	25,90	23,72	22,34	21,75
2,2	29,98	26,76	24,34	22,73	21,91
2,6	31,58	28,19	25,48	23,63	22,59
3,0	33,69	30,01	27,23	25,05	23,77
3,4	36,32	32,41	29,30	26,98	25,47

Статистичний обробіток результатів проведених експериментальних досліджень дозволив отримати рівняння регресії (2,3; 2,4), що описують зв'язок між параметром оптимізації та впливовими факторами, а також графічну інтерпретацію отриманих залежностей представлену у вигляді поверхонь відгуку (рис.14.15)

$$\rho = 15,133 + 0,043 \cdot h + 4,69 \cdot v - 0,00078 \cdot h^2 - 0,0066 \cdot h \cdot v - 0,566 \cdot v^2 \quad (2.3)$$

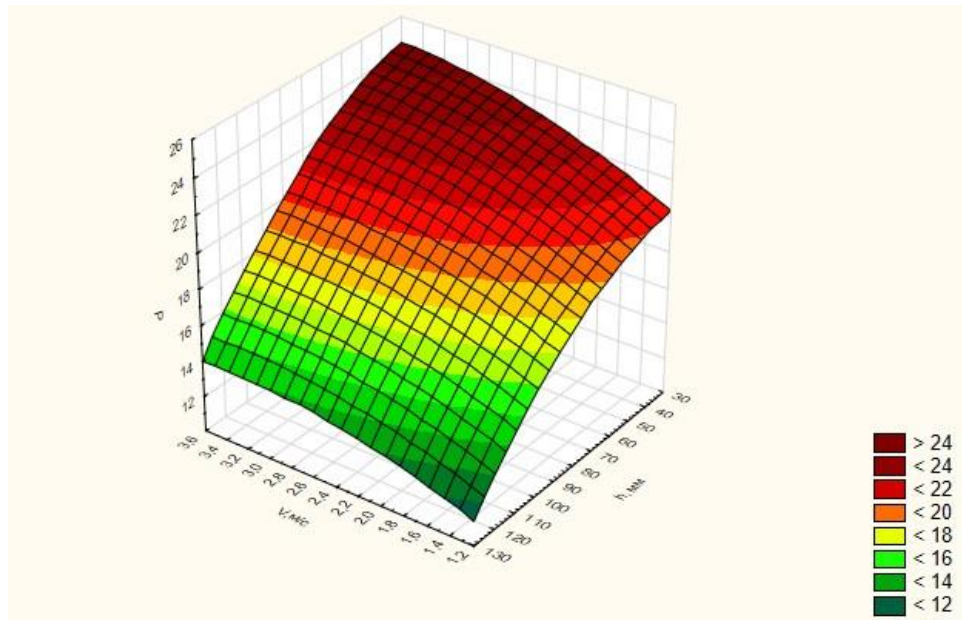


Рис. 14. Графічне зображення залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині $\rho(\%)$ від установчої глибини ходу сошника h_0 (мм) та робочої швидкості виконання технологічного процесу V , (м/с), для сошника обладнаного утримуючою п'яткою.

$$\rho = 36,6225 - 2,5475 \cdot h - 0,1967 \cdot v + 1,6074 \cdot h^2 - 0,029 \cdot h \cdot v + 0,001v^2 \quad (2.4)$$

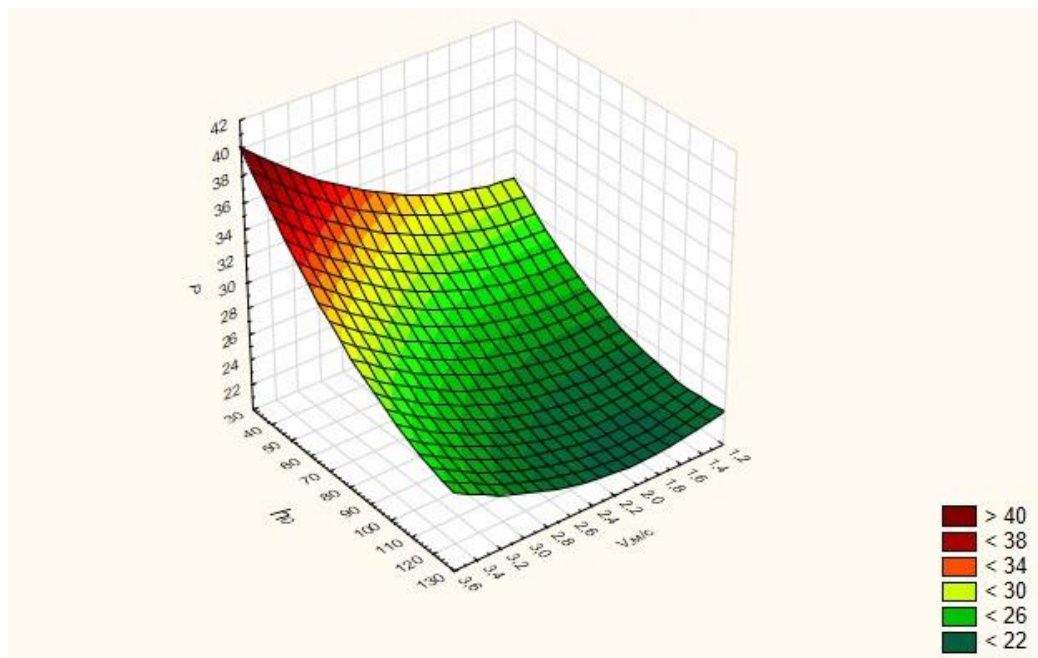


Рис.15. Графічне зображення залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині $\rho(\%)$ від установчої глибини ходу сошника h_0 (мм) та робочої швидкості виконання технологічного процесу V , (м/с), для сошника без утримуючої п'ятки.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що обох конструкційних варіантів сошників, кращого показника рівномірності загортання насіння $\rho(\%)$ можна досягти при максимальному значенні установчої глибини ходу сошника h_0 (мм) (отже і глибини загортання насіння) та мінімальному значенні робочої швидкості агрегату V , (м/с).

Більший вплив на показник якості має зміна робочої швидкості, інтенсивність впливу глибини ходу сошників дещо менша, але в сукупності вони забезпечують зміну показника якості до 10 – и та 13-и відсотків відповідно. Показник якості загортання насіння для сошника обладнаного п'яткою кращий за показник роботи сошника без п'ятки. Так коефіцієнт варіації для сошника з п'яткою, в межах реальних глибин загортання насіння та робочих швидкостей виконання технологічного процесу знаходиться в межах від 13,0 до 23,8%, порівняно з сошником без п'ятки, для якого даний показник перебуває в межах 22,0...35,5 %.

Отже, результати проведених експериментальних досліджень підтверджують досить високу ефективність використання сошників, які обладнуються додатковими конструкційними елементами, в нашому випадку – утримуючою п'яткою.

Результати експериментальних досліджень будуть враховані при розробці конструкції посівної секції і будуть відображені в графічній частині дипломної роботи.

3. Конструкторська частина

3.1. Стан питання про машину що модернізується.

Зернотукова напівпричіпна, гідрофікована сівалка, обладнана пристроєм автоматичного контролю за процесом сівби та сигналізацією про наявність відхилень в системі висіву. Основне призначення - забезпечення рядових способів сівби зернових та зернобобових культур при одночасному внесенні в рядки гранульованих і порошкоподібних мінеральних добрив. Конструкція посівних систем сівалки передбачає прикочування ґрунту в рядках. Машину можна використовувати для сівби зернових, як в засушливих зонах так і підлеглих вітровій ерозії.

Сівалка (рис. 3.1) складається з ряду основних складальних одиниць: рами і причіпного пристрою 1, ящика з інструментами, зернотукового ящика 2, коробки зміни передач 3, маркерів 4, опорно-привідних коліс 5, сошників 6, механізму підйому і опускання сошників 7, насіннєпроводів, уніфікованої системи контролю, транспортного механізму та ряду інших конструкційних вузлів. Для стійкого положення при зберіганні передбачені підставки 8.

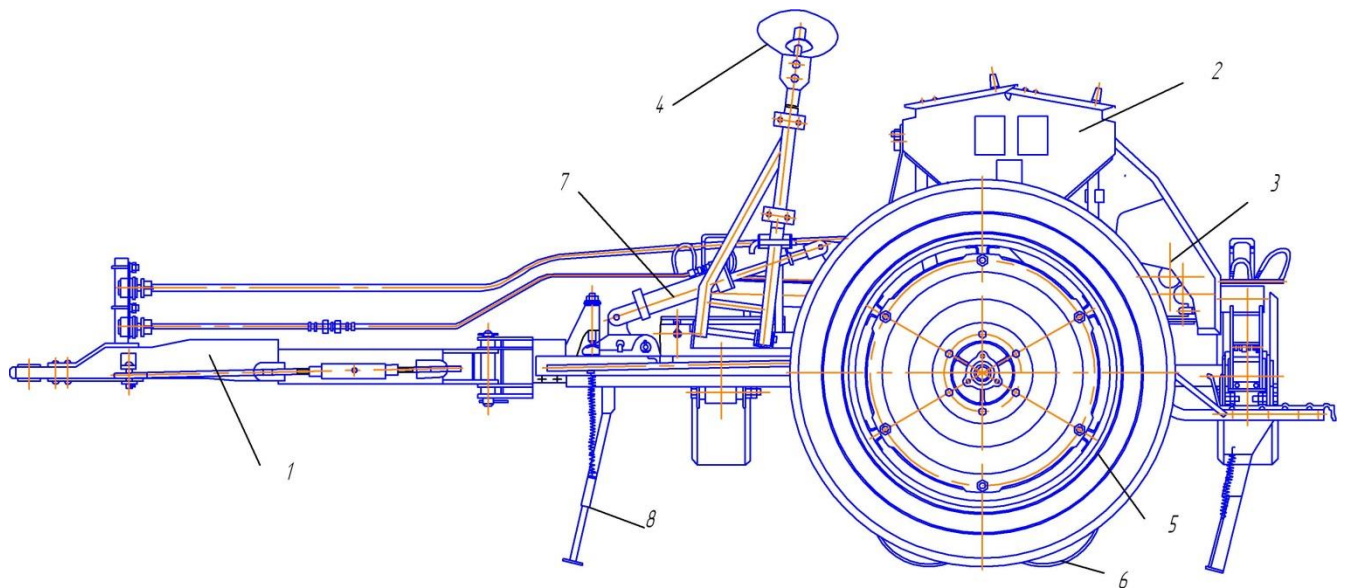


Рис. 3.1. Сівалка СЗ-5,4

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		32

Функції формування борізки та загортання в них насіння виконують сошники, які радіально повідками з'єднані з сошниковим брусом рами. На рамі закріплений зернотуковий ящик, до дна зернової його частини закріплені зернові висіваючі апарати, а на туковій частині катушково-штифтові туковисівні апарати. Основним дозуючим елементом зернових висівних апаратів є катушка-жолобчастого типу, а тукових апаратів – катушка штифтового типу.

Для додержання стикового міжряддя сусідніх сівалок при роботі в шеренговому багатосівалковому агрегаті та стійкості її ходу, сівалки з'єднуються шарнірною ланкою і обладнуються гідрофікованими маркерами. Принцип роботи сівалки наступний. При переміщенні сівалки з робочими органами по полю, катушки зернових і тукових висівних апаратів, обертаються, захоплюють насіння та добрива і подають їх у лійки насіннєпроводів. По насіннєпроводу, під дією сил тяжіння насіння просипається до сошників, де спрямовується на дно утворених борідок. На першому етапі загортання насіння ґрунтом відбувається в результаті природного осипання ґрунту зі стінок утворених борідок, закінчується процес додатковим обвалюванням стінок борозни прикочуючими котками, які крім цього ущільнюють ґрунт навколо насіння і забезпечують задану глибину залягання посівного матеріалу.

3.2. Агротехнічні вимоги

Технологічний процес сівби можна розділити на слідуючи складові [15]:

- транспортування насіння з насіннєвого ящика до сошників;
- формування борізки, вкладання в неї посівного матеріалу та загортання останнього вологим ґрунтом на задану глибину.

У зв'язку з цим до сівалок марок СЗ-5,4 ставляться наступні агротехнічні вимоги.

1. Посівний матеріал по площі повинен бути розподілений рівномірно.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		33

2. Висівні апарати сівалки повинні здійснювати рівномірний висів насіння і добрив. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати 4%. Маса чи кількість посівного матеріалу в кожному рядку повинна бути однакою і відповідати встановленим нормам.

3. Нестійкість норм висіву (Відхилення загальної маси висіяного насіння від норми) не повинна перевищувати більше 3%. Насіння при сівбі не повинно пошкоджуватись як у висівних апаратах, сошниках так і при контактіві з і іншими елементами механізмів сівалок.

4. Сошники сівалки повинні утворювати ущільнене дно борізки, глибина борізок повинна бути однаковою. Насіння розміщене на ущільненім дні борізки повинне загортатися вологим шаром ґрунту. Відхилення від заданої глибини загортання насіння допускається в межах 0,7 - 1,0 см при глибині сівби 4-8 см. відповідно .

3.3. Зміст конструкційного удосконалення загортаючого робочого органу

З метою забезпечення можливості виконання технологічного процесу сівби за умови мінімальної для цього підготовки ґрунту, а також підвищення його технологічної надійності пропонується для використання у складі зернової сівалки нова конструкція посівної секції (рис. 3.2.).

Пропонуєма посівна секція з'єднується з брусом рами за допомогою паралелограмної навіски з повідками 2,3, що повинно забезпечити стабільне її положення при роботі в горизонтальній площині і задану глибину загортання насіння. Сталість переміщення секції у вертикальній площині забезпечує натискна штанга з пружиною 4.

Перерізання пожнивних решток в зоні дії самого сошника 5 з гострим кутом входження в ґрунт забезпечує диск 1, який завдяки закріпленню до нижнього повідка паралелограмної навіски, практично завжди зберігає стале взаємне положення відносно самого сошника і здатен постійно виконувати покладені на нього функції.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

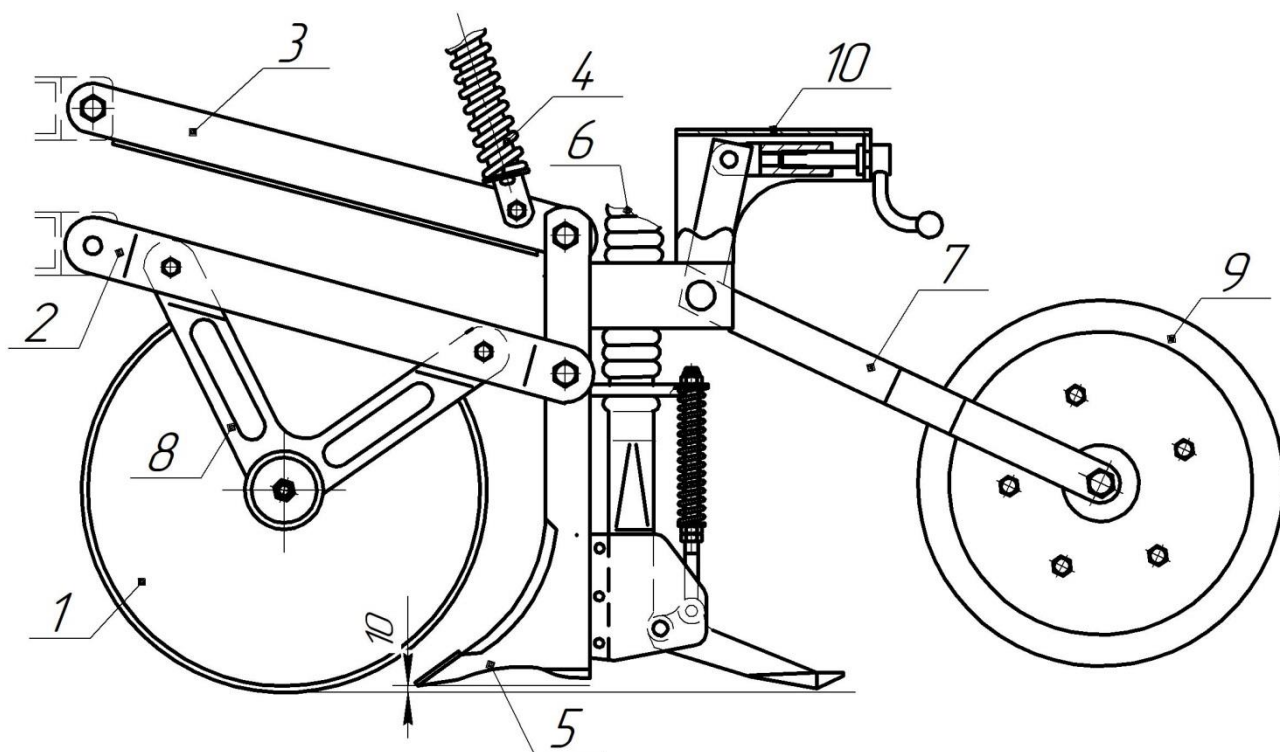


Рис. 4.2. Сошник для прямої сівби зернових культур.

Враховуючи те, що ширина робочої частини сошника не перевищує 25 мм. , сошник не повинен чинити значного опору на переміщення його в ґрунті. Задні щоби сошника утримують ґрунт від миттєвого осипання, а утримуюча п'ятка стабілізує насіння на заданій глибині до закриття борідки ґрунтом. Прикочуючий коток 9, з'єднаний з механізмом регулювання вилкою 7, забезпечує виконання двох функцій: ущільнення ґрунту навколо посівного матеріалу в борідках та забезпечення заданої глибини загортання насіння і добрив. Посівний матеріал потрапляє до сошника через туконасіннепроводи 6, а глибину його загортання можна змінювати гвинтовим механізмом регулювання 10. Принцип роботи такої секції полягає в наступному. При переміщенні по полю диск 1 секції прорізає ґрунт і рослинні рештки на глибину дещо більшу за глибину ходу сошника, останній утворює боріздку заданої глибини, утримуюча п'ятка утримує посівний матеріал на заданій глибині до повного осипання ґрунту зі стінок боріздки і унеможлиблює його перерозподіл у вертикальній площині. Прикочуючий коток примусово додатково обвалює ґрунт зі стінок боріздки і ущільнює ґрунт навколо насіння.

3.4. Технологічні розрахунки

3.4.1. Розрахунок параметрів сошника

Якісний показник виконання технологічного процесу сівби зернових культур, яким є рівномірність загортання насіння у ґрунт в значній мірі залежить від конструкційних особливостей та параметрів посівної секції чи сошника.

До основних параметрів сошника належить його форма, розміри формуючого боріздку елемента, відстань між щоками сошника, розміри та параметри обрізів щік [16].

Найкращі показники поздовжньої рівномірності висівання та най-меншу ширину рядка висіяного насіння мають кілеподібні сошники (з тупим кутом входження у ґрунт), гірші анкерні сошники (з гострим кутом входження у ґрунт), але такі властивості притаманні даній групі сошників із-за впливу рослинних решток в зоні дії сошника. Наявність диска, що розрізає дані рослинні рештки відкриває нові можливості для використання даних сошників. Сильно розкидають насіння по боках та мають найгірші показники поздовжньої та вертикальної рівномірності висівання дискові сошники.

У конструкціях ряду сошників дуже важливим елементом є щоки. Це дві вертикальні стінки, розміщені одна проти одної, які запобігають осипанню ґрунту зі стінок боріздки. В умовній порожнині під сошником, що обмежена щоками сошника, обсипаний ґрунт утворює похилу площину, нахил якої спрямовано до носка сошника під кутом α природного укосу.

При проектуванні сошника, необхідно, щоб відстань L від заданого обрізу щік до задньої окрайки наральника була більша за глибину L_0 осипання ґрунту в середину сошника при малих швидкостях руху посівного агрегату.

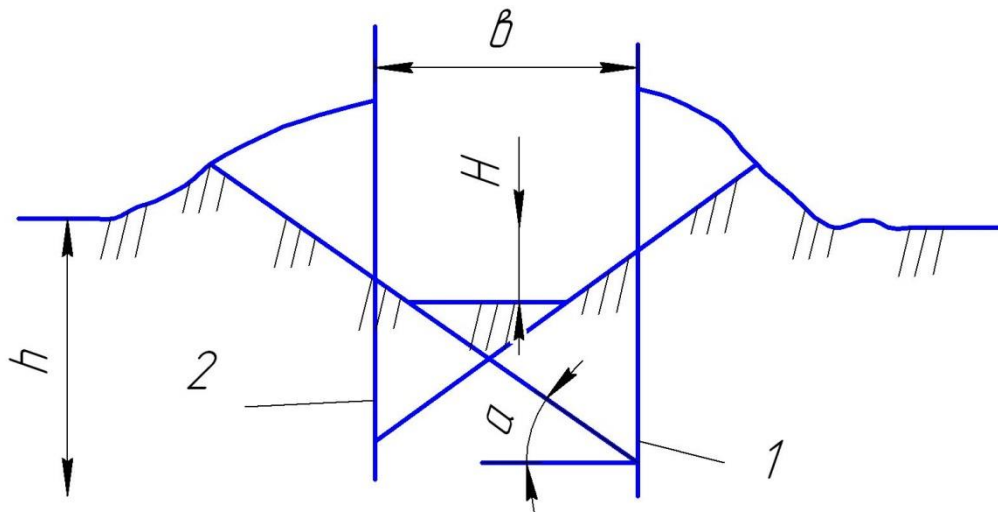


Рис. 3.3. Характер осипання ґрунту між щоками сошника.

Визначимо довжину осипання L_0 ґрунту [16].

$$L_0 = (h - ac^n) / \operatorname{tg} \alpha + 0,5c \quad (3.1)$$

де h – глибина ходу сошника, мм;

c – відстань між щоками сошника;

a та n – експериментальні коефіцієнти;

α – кут природного укосу ґрунту

$$L_0 = (90 - 7,245 \cdot 30^{0,367}) / \operatorname{tg} 35^\circ + 0,5 \cdot 20 = 30,07 \text{ мм}$$

На якість загортання насіння ґрунтом відповідно впливає нижній обріз як щік так і наральника сошника. Насіння повинне загортатися нижнім, більш вологим шаром ґрунту, якщо нижній задній обріз щоки виконано твірною конуса осипання, тобто з нахилом під кутом β , що дорівнює природному куту укосу ґрунту. За таких умов, спочатку будуть обсіпатись нижні, більш вологі частинки ґрунту, а потім верхні, які довше утримувались від осипання верхніми обрізами щік сошника.

3.4.2. Розташування сошників на сівалці

При рухові сошника у ґрунті, останній утворює перед сошником горбик, який поширюється на деяку відстань уперед та в боки.

Відстань між сошниками a_c повинна бути більшою за ширину b_x горбка перед сошником, тобто має виконуватись умова $a_c > b_x$ (рис. 3.4)[16,17].

Відстань від заднього ряду сошників до переднього має бути більша за зону деформації ґрунту у поздовжньому напрямі тобто $a_p > L_x$. У разі недотримання цих умов горбки перед сошниками зникають і утворюють суцільний вал.

Величину зон деформації ґрунту у поздовжньому напрямі визначають як:

$$L_x = (h/tg\varphi + 0/5b)\sin(\eta/2 + \varphi) \quad (3.2)$$

де b – ширина сошника, мм;

η - кут розхилу щік сошника, град;

φ - кут тертя ґрунту, град;

$$L_x = (9/tg35 + 0/5 \cdot 30b)\sin(10 + 35) = 19,5 \text{ мм.}$$

Величину зон деформації ґрунту у поперечному напрямі обчислюємо:

$$b_x = (2h/tg\varphi + b) \cdot \cos(\eta/2 + \varphi) \quad (3.3)$$

$$b_x = \left(\frac{18}{tg35} + 3 \right) \cdot \cos(10 + 35) = 20 \text{ мм.}$$

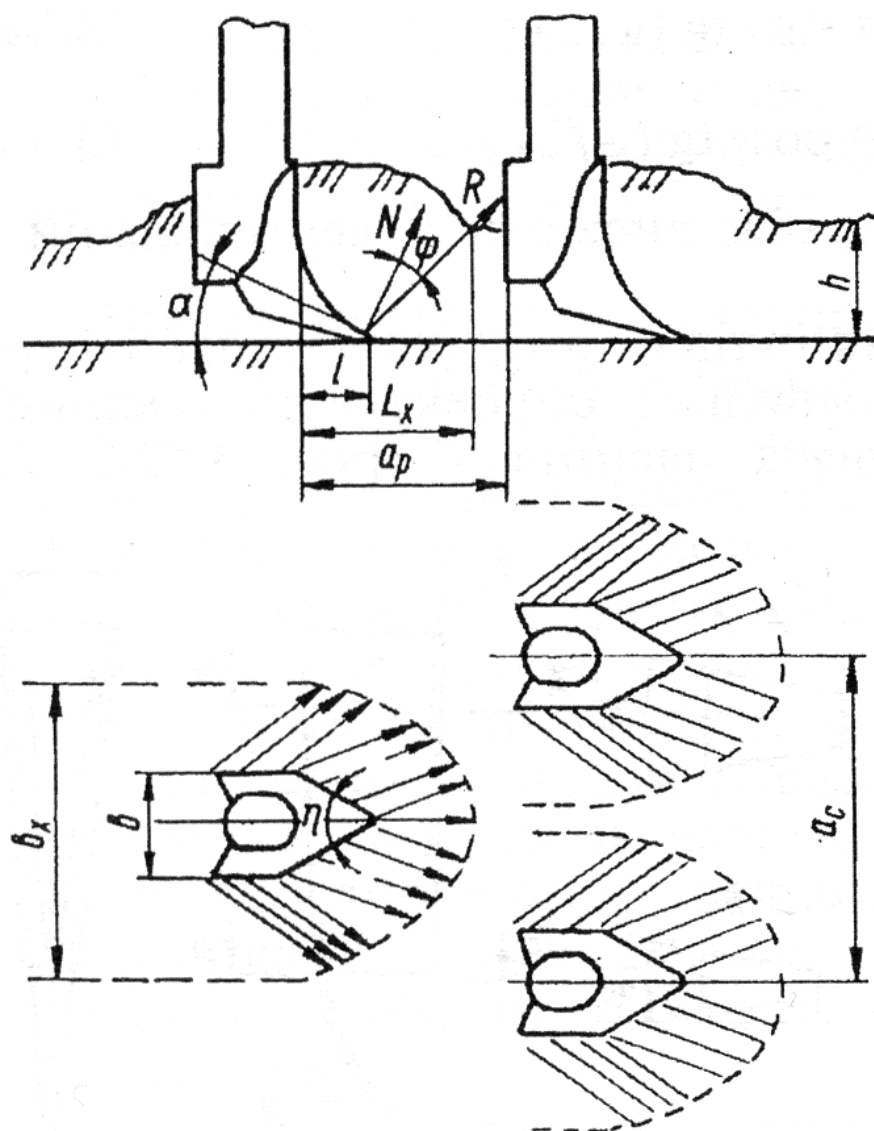


Рис.3.4. Схема розташування сошників.

3.5. Кінематичні розрахунки.

3.5.1. Розрахунок передаточних відношень механізмів приводу до апаратів сівалок рядової сівби.

Згідно технічних умов, сівалка повинна забезпечувати висів мінімальних і максимальних норм насіння ряду сільськогосподарських культур. Визначимо

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ

Арк.

39

передаточне відношення при мінімальній нормі висіву і мінімальній довжині робочої частини катушки [16,17].

$$i_1 = \pi D_{\text{к}} b Q_{\text{мін}} / S_c \gamma L_{\text{мін}} (1 - \varepsilon) \quad (3.4)$$

де $D_{\text{к}}$ – діаметр опорно-приводного колеса в мм;

b – ширина міжряддя, мм;

$Q_{\text{мін}}$ – мінімальна норма висівання, кг/га (2кг);

γ – питома маса посівного матеріалу, г/дм³;

$L_{\text{мін}}$ – мінімальна робоча довжина катушки, мм;

ε – коефіцієнт прослизання опорно-приводного колеса.

$$S_c = Sz\mu + \pi d_k (1 - e^{-b_0 c_1}) / b_0 \quad (3.5)$$

де S – площа поперечного перетину жолобка, мм²;

z – кількість жолобків, шт;

μ – коефіцієнт заповнення жолобків посівним матеріалом, ($\mu = 0.75$);

d_k – зовнішній діаметр катушки, мм;

c_1 – зазор на виході між катушкою та днищем, мм;

b_0 – коефіцієнт пропорційності, ($b_0 = 0.32$).

Площу поперечного перетину жолобка знаходимо за формулою

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (3.6)$$

$$\text{де } S_1 = 0,52^2 (\pi - \alpha_1 - \sin(\pi - \alpha_1)) \quad (3.7)$$

$$\alpha_1 = 2(0,5d + \beta) = 2(0,5 \cdot 25,41 + 6) = 37^{\circ} 4'$$

$$S_2 = 0,125 d_k^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha) \quad (3.8)$$

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

$$S_3 = (b_{\alpha}^2 - 4\eta^2 \cos^2 0,5\alpha_1) / 4tg0,5\alpha_1 \quad (3.9)$$

$$\alpha = 2 \arcsin(b_{\alpha} / d_k) = 2 \arcsin(11 / 50) = 75^{\circ} 4'$$

$$S_1 = 0,5 \cdot 5,5^2 (3,14 - 0,65 - \sin(180 - 37,4)) = 25,8 \text{ мм}^2.$$

$$S_2 = 0,125 \cdot 50^2 (0,44 - \sin 23,41) = 6,25 \text{ мм}^2$$

$$S_3 = \frac{10 - 4 \cdot 5 \cos^2 \frac{27}{2}}{4 \cdot tg \frac{37}{2}} = 20,2 \text{ мм}^2$$

$$S = 6,25 + 20,2 + 25,8 = 52,27 \text{ мм}^2$$

Знаходимо S_c

$$S_c = 52,27 \cdot 12 \cdot 0,75 + 3,14 \cdot 50 (1 - e^{-0,32 \cdot 4}) / 0,32 = 922,6 \text{ мм}^2$$

Тоді

$$i_1 = 3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 15,0 \cdot 2 / 922,6 \cdot 670 \cdot 5 \cdot (1 - 0,2) = 0,045$$

Перевіряємо діапазон норм висівання при знайденому значенні i_1 , беручи $L_k = L_{\max}$

$$Q_1 = i_1 \cdot S_c \cdot \gamma \cdot L_{\max} (1 - \varepsilon) / \pi \cdot D_k \cdot b \quad (3.10)$$

$$Q_1 = 0,045 \cdot 922,6 \cdot 670 \cdot 34 \cdot (1 - 0,2) / 3,14 \cdot 1200 \cdot 15,0 = 13,33 \text{ кг/га}$$

Отже, для висівання такої культури як ріпак достатньо одного значення передаточного відношення $i_1 = 0,045$, при цьому, норму висівання можна регулювати зміною довжини робочої частини котушки.

Але, враховуючи те, що сівалка повинна бути універсальною, вона повинна забезпечувати значно більші норми висіву інших зернових культур.

Для цього, за наведеними вище формулами, виконаємо розрахунки для насіння і інших культур, наприклад ячменю. Максимальна норма висіву для якого $Q_{\max} = 350$ кг/га

$$i_2 = \ddot{D}_k b Q_{\max} / S_c \mathcal{L}_{\max} (1 - \varepsilon) \quad (3.11)$$

$$i_2 = 3,14 \cdot 1200 \cdot 15 \cdot 350 / 922,6 \cdot 650 \cdot 34 \cdot 0,8 = 1,21$$

За результатами наведених підрахунків бачимо, що сівалка повинна забезпечувати передаточні відношення в діапазоні від 0.045 до 1.21.

3.6. Силовий аналіз механізмів машини.

3.6.1. Силовий розрахунок механізмів приводу

до апаратів сівалки.

Визначаємо максимальний крутний момент, який може забезпечити опорно-приводне колесо [16,17].

$$M = f \cdot G \cdot D_k / 2k \quad (3.12)$$

де k – кількість опорних коліс, 2;

f – коефіцієнт зчеплення, ($f = 0.4$);

D_k – діаметр опорно-приводного колеса, м, (1,17);

G – частина сили ваги сівалки, що припадає на колеса сівалки

$$G = G_c - n(R_l + G_1) \quad (3.13)$$

де G_c – сила ваги сівалки із наповненими бункерами насінням та добривами в Н;

n – кількість посівних секцій на сівалці в шт;

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

G_1 – сила ваги одної секції, 12,4 Н;

R_i – сила тиску пружини натискної штанги сошника

$$G = 3090 \cdot 9,8 - 36 \cdot (12,4 \cdot 9,8 + 4,5 \cdot 9,8) = 2481 \text{ Н}$$

Тоді

$$M = 0,4 \cdot 2481 \cdot 1,17 / 2 \cdot 2 = 290,3$$

Визначимо крутні моменти на валах приводу зернових апаратів за формулою

$$M_j = M_{j-1} \cdot \eta_j / i_j \quad (3.14)$$

Вал контр-привода (рис.3.5):

$$M_{II} = M_I \cdot \eta_{II} / i_{II} = 290,3 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 1,14 = 226,8 \text{ Нм}$$

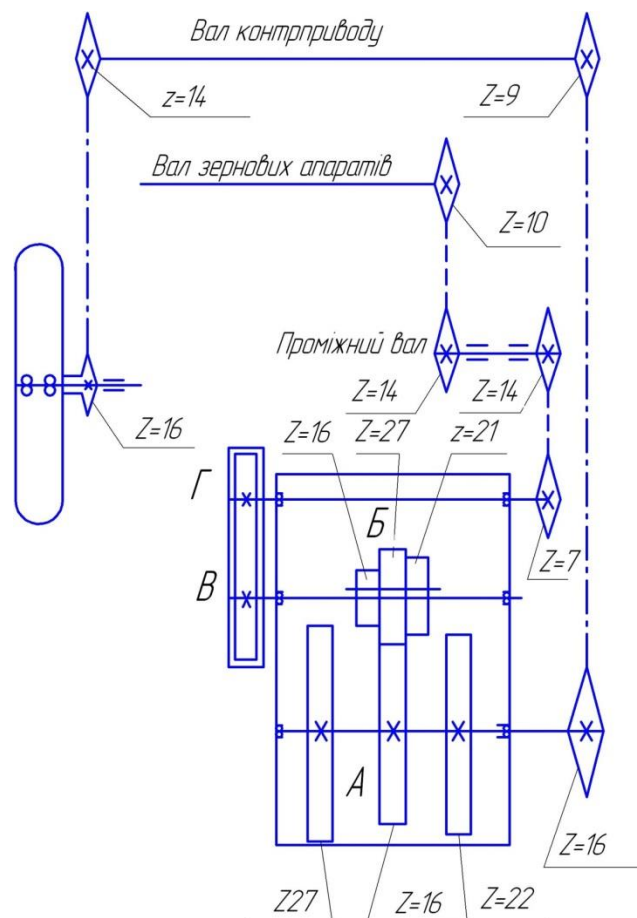


Рис. 3.5. Кінематична схема механізму приводу зернових апаратів.

Вал контр-привода:

$$M_{II} = M_I \cdot \eta_{II} / i_{II} = 226,8 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 1,14 = 177,3 \text{ Нм}$$

Вхідний вал коробки передач:

$$M_{III} = M_{II} \cdot \eta_{III} / i_{III} = 177,3 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 0,56 = 282,1 \text{ Нм}$$

Середній вал коробки передач:

$$M_{IV} = M_{III} \cdot \eta_{IV} / i_{IV} = 282,1 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 0,59 = 426 \text{ Нм}$$

Вихідний вал коробки передач:

$$M_V = M_{IV} \cdot \eta_V / i_V = 426 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 0,54 = 757,6 \text{ Нм}$$

Проміжний вал:

$$M_{VI} = M_V \cdot \eta_{VI} / i_{VI} = 757,6 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 0,43 = 1569 \text{ Нм}$$

Вал зернових апаратів:

$$M_{VII} = M_{VI} \cdot \eta_{VII} / i_{VII} = 1569 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 0,7 = 1569 \text{ Нм}$$

Знаходимо крутні моменти на валах приводу тукових апаратів (рис.3.6) за формулою (3.14)

Вал контр-привода:

$$M_{II} = M_I \cdot \eta_{II} / i_{II} = 293,3 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 1,14 = 226,8 \text{ Нм}$$

Вхідний вал коробки передач:

$$M_{III} = M_{II} \cdot \eta_{III} / i_{III} = 226,8 \cdot 0,98 \cdot 0,9 / 0,56 = 357,2 \text{ Нм}$$

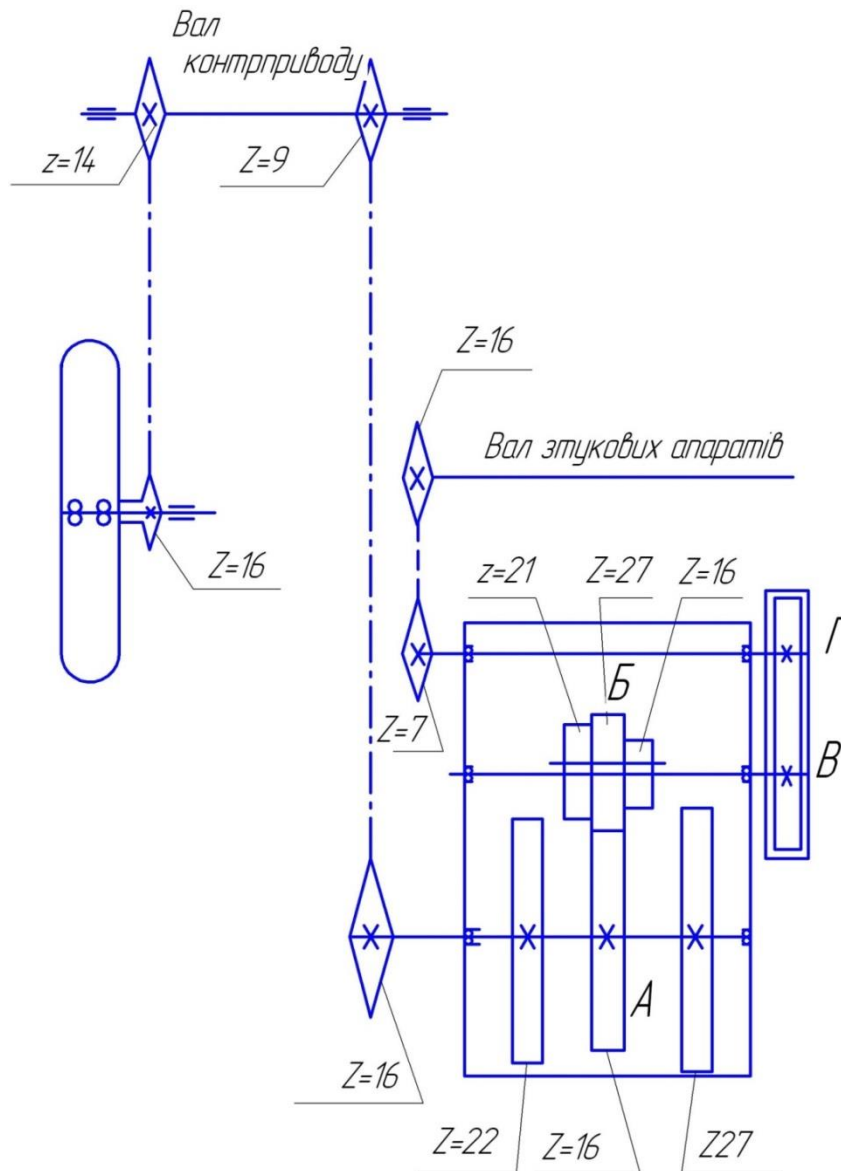


Рис. 3.6. Привід тукових апаратів.

Середній вал коробки передач:

$$M_{IV} = M_{III} \cdot \eta_{IV} / i_{IV} = 357,2 \cdot 0,99 \cdot 0,97 / 0,59 = 581,4 \text{ Нм}$$

Вихідний вал коробки передач:

$$M_V = M_{IV} \cdot \eta_V / i_V = 581,4 \cdot 0,99 \cdot 0,97 / 0,54 = 1033 \text{ Нм}$$

Вал тукових апаратів:

$$M_{VI} = M_V \cdot \eta_{VI} / i_{VI} = 1033 \cdot 0,99 \cdot 0,9 / 0,43 = 2140 \text{ Нм.}$$

3.7. Енергетичні розрахунки

Вибір енергетичного засобу для агрегатування удосконаленої сівалки

Вибираємо трактор за його тяговими характеристиками. Оптимальним завантаженням трактора вважається таке, коли [16,18]

$$R_m = (1.03 \dots 1.1) P_c \quad (3.15)$$

де: R_m – сила тяги трактора;

P_c – тяговий опір сівалки.

$$P_c = nR_x + \mu(G_c - G' - nR_H) \pm G_c \sin \alpha \quad (3.16)$$

де: n – кількість сошників;

R_x – сила опору одного сошника;

G_c, G' – сила ваги відповідно сівалки із заправленим насінням та добривами та сошників сівалки;

$$G' = nQ$$

Q – сила ваги одного сошника;

μ – коефіцієнт перекошування коліс по обробленому полю;

α – кут нахилу поля;

R_H – сила реакції пружини натискної штанги сошника.

$$P_c = 36 \cdot 0.2 + 0.2(30.9 - 4.46 - 36 \cdot 0.57) = 6.16 \text{ кН}$$

За формулою (3.15) визначаємо

$$R_m = 1.1 \cdot 6.16 = 6.77 \text{ кН}$$

В даному випадку сівалку можна агрегувати із тракторами тягового класу 2, у яких сила тяги на крюку $R_T = 13 \text{ кН}$.

Визначимо показник завантаження трактора

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		46

$$\eta = (1 - \frac{R_{\delta} - R_p}{R_{\delta}}) \cdot 100\% \quad (3.17)$$

$$\eta = (1 - \frac{13 - 6,77}{13}) \cdot 100\% = 47,9\%$$

З даних розрахунків бачимо, що завантаження трактора дозволяє агрегатувати сівалку СЗПП-5,4 на більш широкому діапазоні швидкостей порівняно з класичними посівними машинами, що потребуватиме додаткових затрат енергії, але забезпечуватиме підвищення продуктивності праці, можливість для чого відкриває нова конструкція посівної секції.

3.8. Розрахунок на міцність деталей та вузлів.

3.8.1. Розрахунок вала на міцність.

Перевіримо на міцність вхідний вал коробки зміни передач механізму приводу [19,20,21]. Складаємо розрахункову схему та підрахуємо навантаження у вертикальній площині.

$$H = R_f g q a \quad (3.8)$$

де H – сила натягу ланцюга.

де R_f – коефіцієнт прогину ланцюга, ($R_f=4$);

g – маса одного метра ланцюга, кг;

q – прискорення сили тяжіння, ($q=9.8 \text{ м/с}^2$)

a – міжосьова відстань, м;

$$H = 4 \cdot 0.65 \cdot 9.8 \cdot 0.65 = 16.56 \text{ Н}$$

$$F_{t_1} = \frac{2T_1}{d\omega_1} \quad (3.19)$$

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		47

$$F_{t_1} = \frac{2 \cdot 282,1}{0.081} = 6965,4H$$

де T_1 – крутний момент

$d\omega$ - початковий діаметр шестерні

$$d\omega_1 = mz \quad (3.20)$$

$$d\omega_1 = 3 \cdot 27 = 81 \text{ мм}$$

Для знаходження реакції в опорі А складемо суму моментів відносно опори В і прирівнюємо до 0. (рис.3.7)

$$\sum M_B^x = H \cdot 102 + F_t \cdot 74 - R_A^x \cdot 148 \quad (3.21)$$

Звідки

$$R_A = \frac{H \cdot 102 + F_t \cdot 74}{148} \quad (3.22)$$

$$R_A = \frac{16.56 \cdot 102 + 6965,4 \cdot 74}{148} = 3494.1 \text{ Н}$$

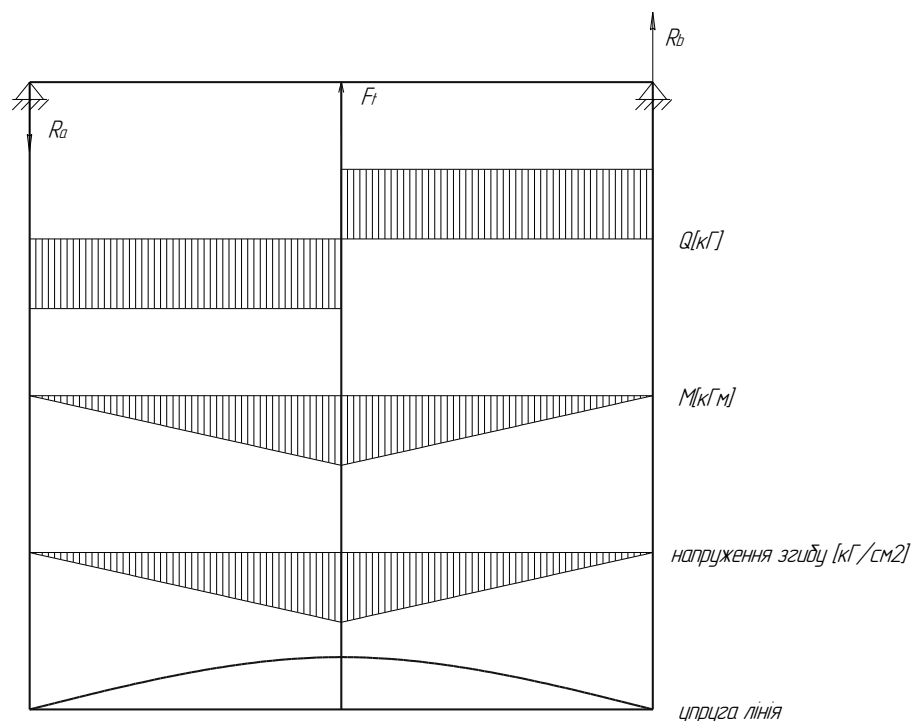


Рис. 3.7. Схема навантаження та епюри моментів вхідного вала коробки зміни передач

Для знаходження реакції в опорі В складемо суму моментів відносно опори А і прирівняємо до 0.

$$\sum M_A^x = -F_t \cdot 74 - R_B^x \cdot 148 + H \cdot 102 \quad (3.23)$$

Звідки

$$R_B^x = \frac{F_t \cdot 74 - H \cdot 250}{148} \quad (3.24)$$

$$R_B^x = \frac{6965,4 \cdot 74 - 16.56 \cdot 250}{148} = 3510 \text{ Н}$$

Перевіримо правильність знаходження реакцій

$$\begin{aligned} \sum X &= R_A^x - F_t + R_B^x H = 0 \\ \sum X &= 3491 - 6965 + 3510 \approx 0 \\ 0 &\approx 0 \end{aligned}$$

Реакції в опорах знайдено вірно.

Підраховуємо навантаження в горизонтальній площині У.

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha \omega = 6965,4 \cdot \operatorname{tg} \alpha \omega = 3953,3 \text{ Н} \quad (3.25)$$

де F_r – радіальна сила.

Для знаходження реакції в опорі А складемо суму моментів відносно опори В і прирівняємо складену суму моментів відносно опори В до 0.

$$\sum M_B = -R_A^y \cdot 148 + F_r \cdot 74 = 0 \quad (3.26)$$

Звідки

$$R_A^y = \frac{F_r \cdot 74}{148} \quad (3.27)$$

$$R_A^y = \frac{3953,3 \cdot 74}{148} = 1976,7 \text{ Н}$$

Для знаходження реакції в опорі В складемо суму моментів відносно опори А і прирівнюємо складену суму моментів відносно опори В до 0.

$$\sum M_A = -F_r \cdot 74 + R_B^Y \cdot 148 = 0 \quad (3.28)$$

Звідки

$$R_B^Y = \frac{F_r \cdot 74}{148} \quad (3.29)$$

$$R_B^Y = \frac{3953.3 \cdot 74}{148} = 1976.7 \text{ Н}$$

Перевіримо правильність знаходження реакцій

$$\sum Y = -R_A^Y + F_r - R_B^Y = 0 \quad (3.30)$$

$$\sum Y = -1976.7 + 3953.3 - 1976.7 = 0$$

$$0 \approx 0$$

Реакції в опорах знайдено вірно.

Знаходимо сумарні моменти і будуємо епюру

$$M_u = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (3.31)$$

$$M_u = \sqrt{329.54^2 + 146.27^2} = 360.5 \text{ Нм}$$

Підраховуємо значення приведених моментів і будуємо епюру

$$M_{np} = \sqrt{M_u^2 + (\alpha T)^2} \quad (3.32)$$

де α -- коефіцієнт, що враховує різницю в характеристику циклів напружень стику і кручення. У даному випадку $\alpha=1$.

$$M_{np}^c = \sqrt{360.5^2 + 282.1^2} = 457 \text{ Нм}$$

$$M_{np}^B = \sqrt{1.68^2 + 282.1^2} = 282 \text{ Нм}$$

Згідно епюри безпечний діаметр вала в даній точці становитиме

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{np}}{0.1[\sigma_{-1}]}} \quad (3.33)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{457000}{120}} = 21.8 \text{ мм}$$

Для виготовлення приймаємо Ø25 мм.

Висновки по розділу

Проведені конструктивні, технологічні і міцні сні розрахунки запропонованих елементів і вузлів конструкції сівалки свідчать про можливу надійну і ефективну їх роботи в складі посівної машини.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		51

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації зернової сівалки.

В процесі експлуатації модернізованої зернової сівалки, особливо при виконанні прямої сівби зернових культур можуть мати місце ряд небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До основної групи небезпечних і шкідливих **фізичних** виробничих факторів належать:

- машини та їх рухомі частини-механізми (маневрування самого агрегату, обертання окремих механізмів сівалки -: механізм приводу висівних та тукових апаратів, коробки зміни передач та інші);
- незахищені рухомі елементи сівалки (колеса, шестерні, ланцюги та ін.);
- потрапляння до робочих органів сівалки сторонніх предметів та матеріалів, а також рослинних решток , які знаходяться на полі;
- безпосередньо посівний матеріал та добрива з відповідними хімічними та фізичними властивостями;
- надмірна запиленість та загазованість повітря в робочій зоні механізатора та обслуговуючого персоналу;
- температурний стан поверхні та окремих елементів обладнання і матеріалу;
- температурний стан повітря в робочій зоні;
- надмірний рівень шуму та рівень вібрації в зоні робочого місця;
- підвищений рівень звукових коливань;
- ряд кліматичних факторів та явищ - зміни барометричного тиску, підвищена або понижена вологість та рухомість повітря, іонізація повітря у робочій зоні та їх різке коливання;
- електричний струм у мережі, замкнення якої може статися через тіло людини при виконанні ремонтних чи інших робіт, сівбі під лініями електропередач;
- наявність умов для підвищення рівня статичної електрики;
- відсутність або недостатнє освітлення при виконанні сівби в темний час доби;

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

- підвищений рівень ультрафіолетової радіації.

При роботі з паливно-мастильними матеріалами, мінеральними добривами та протруєним насінням має місце дія **хімічних** небезпечних і шкідливих факторів

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі фактори можуть виникнути під час регулювання вузлів і механізмів сівалки чи трактора та складанні МТА, фізичних та нервово-психічних перевантажень під час ТО чи ремонту.

Біологічно небезпечні та шкідливі фактори спричиняються мікроорганізмами (бактерії, віруси тощо) і макроорганізмами (рослини та тварини).

Найбільш поширеними джерелами шкідливих і небезпечних факторів є: зовнішні метеорологічні фактори, енергетичні засоби та робочі машини, збої в роботі технологічних систем, інженерних комунікацій, ручні роботи і їх наслідки у вигляді фізичного і нервово-психічного перевантаження.

4.2. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на посівному агрегаті.

Під час експлуатації посівного агрегату з сівалкою для прямої сівби можливі наступні нещасні випадки та неполадки, які потрібно знати і звертати на них увагу, щоб не потрапити в шкідливу чи небезпечну ситуацію та не отримати травму чи інше пошкодження:

- наїзд посівного агрегату на працюючих, які його обслуговують;
- попадання одягу, частин тіла механізатора чи обслуговуючих робітників у рухомі механізми сівалки;
- попадання мастил із гідравлічної системи чи інших технічних рідин в лице чи інші частини тіла механізатора під час роботи з агрегатом;
- пошкодження пальців рук чи інших частин тіла гострими елементами конструкції сівалки;
- опіки в результаті загорання паливно-мастильних матеріалів;

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

- травмування які можуть виникнути при знаходженні між трактором і сівалкою під час комплектування посівного агрегату;
- при недотриманні вимог до поздовжньої та поперечної стійкості можливе перевертання агрегату;
- можливе травмування в результаті зіткнення посівного агрегату з іншими транспортними засобами на дорогах загального призначення;
- роз'єднання агрегату в робочому чи транспортному положенні..

З метою запобігання наведеним вище нещасних випадків і аварій в конструкції сівалки передбачено ряд технічних рішень, а при її експлуатації ряд організаційних заходів.

- конструкція вузлів і механізмів сівалки їх розташування передбачає безпечне обслуговування та ремонт машини спеціально навченим персоналом;
- рухомі частини захищені захисними кожухами і позначені кольором який відрізняється від загального кольору [22];
- механізм передач сівалки мають запобіжні пристрої на випадок перевищення допустимих навантажень;
- конструкція гідросистеми виключає можливість самовільного опускання робочих органів сівалки;
- Сівалка комплектується чистиком для очищення сошників та інших робочих органів при їх забиванні;
- З'єднана з трактором сівалка не перешкоджає доступу тракториста на робоче місце, необхідному огляду оператора з кабіни трактора для виконання технологічної операції, а також має вільний доступ для обслуговування вузлів і механізмів сівалки;
- важкі елементи конструкції сівалки мають петлі і місця для піднімання, встановлення домкратів з відповідними позначками жовтого кольору;
- на видному місці сівалки встановлена табличка з інформацією про можливі небезпечні та шкідливі фактори, які можуть виникнути при її експлуатації;

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		54

- система контролю за протіканням технологічного процесу, дозволяє контролювати роботу сівалки з кабіни трактора без участі обслуговуючого персоналу.

4.3. Інструкція з охорони праці під час роботи на посівному агрегаті.

Особи, які обслуговують сівалку і трактор повинні суворо дотримуватися правил охорони праці. Тракторист і обслуговуючий персонал мають ознайомитися з безпечними методами праці з урахуванням особливостей конструкції машини.

Проводити роботи по прийманню, підготовці сівалки до роботи і обслуговуванню, навантаженні, розвантаженні, а також при постановці на збереження під керівництвом відповідальної особи з використанням відповідних вантажопідійомних механізмів, які виключають підняття важких частин вручну.

Стропування сівалки і її окремих вузлів проводити тільки в окремих місцях при завантажувально-розвантажувальних роботах, передбачити заходи проти самовільного перевертання сівалки. Категорично забороняється знаходитися будь-кому між трактором і сівалкою, чи поблизу сівалки під час з'єднання її з трактором.

Транспортувати сівалку габаритним автотранспортом на великі відстані і поганими дорогами дозволяється за умови надійного закріплення її в кузові.

В разі необхідності транспортування сівалки дорогами загального призначення з інтенсивним рухом кронштейни маркерів повинні бути надійно зафіксовані.

При транспортуванні забороняється будь-кому знаходитись на сівалці.

Транспортувати сівалку в темний час доби за недостатньої видимості та інших несприятливих умов не рекомендується.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		55

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

В сільськогосподарському виробництві основними показниками ефективності використання машин залишаються їх продуктивність, вартість, надійність конструкції та надійність і якість виконання технологічного процесу.

Основним недоліком більшості зернових сівалок вітчизняного виробництва є низька якість виконання технологічного процесу в плані рівномірності загортання насіння по глибині. Основною причиною даного недоліку є конструкція дискових сошників, використання яких обумовлене високою надійністю виконання технологічного процесу, але вкрай низькою якістю загортання насіння по глибині. До того ж сошники даного типу можуть використовуватися тільки при традиційних способах сівби з ретельною підготовкою ґрунту.

Для вирішення даної проблеми запропоновано нову конструкцію посівної секції, яку можна встановлювати без додаткового переобладнання на серійні зернові сівалки марок СЗ. Запропоновані посівні секції відрізняються тим, що до їх складу входить сошник з гострим кутом входження в ґрунт та розрізаючий диск, які дозволяють використовувати сівалки з такими секціями для сівби з мінімальною чи нульовою підготовкою ґрунту під сівбу. Також в результаті обладнання даного сошника утримуючою п'яткою суттєво підвищується якісний показник рівномірності загортання насіння по глибині, що підтверджено результатами польових експериментальних досліджень. Крім цього, конструкція секції на базі сошника з гострим кутом входження в ґрунт, дозволяє підвищити робочу швидкість агрегату без зниження якісних показників виконання технологічного процесу та зменшення глибини залягання посівного матеріалу, як це спостерігається у дискових сошників.

В результаті викладеного вище можна зробити висновок про те, що проведене удосконалення зернової сівалки дозволить отримати економічний ефект в результаті: підвищення універсальності машини (можливість використання для прямої сівби), продуктивності праці (підвищення робочої

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		56

швидкості), надійності та якості виконання технологічного процесу (спрощення конструкції самого сошника та підвищення рівномірності загортання насіння по глибині). Очікуваний агрономічний ефект – дружність сходів, рівномірність дозрівання і як наслідок підвищення валового збору врожаю.

Виробник удосконаленої сівалки матиме незначні додаткові затрати які потрібно буде перекривати підвищенням реалізаційної ціни.

					<i>СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		57

Список використаної літератури

1. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1991. –213 с.
2. В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: Навчальний посібник.-Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2022.220с: іл..ISBN 978-617-7813-62-9
3. Лузан О.Р. Обґрунтування параметрів загортаючих робочих органів для прямої сівби зернових культур. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва». 2013р., м Кіровоград, ЦНТУ.
4. Дисковий сошник. https://images.prom.ua/900517206_diskovij-soshnik-1.jpg
5. Однодисковий сошник
<https://www.google.com/search?client=opera&q=%D0%9E%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9+%D1%81%D0%BE%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%BA&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8#imgsrc=nWCNb1hiJRNsfM>
6. В. Сало, О. Гайденок Основні типи сошників для прямої сівби зернових культур / Механізація АПК / Серeda, 09 листопада 2016
<https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html>
7. Сисолін П.В. Конструкторські розробки нових вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні: [наукове видання] / Петро Васильович Сисолін.– Кіровоград: КОД, 2009.- 128 с.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		58

7. Пат. 9590 Україна, А01С7/20. Дисковий сошник / Шмат С.І.; заявник і власник Кіровоградський національний технічний університет. – №– а 200501015; заявл. 04.02.2005; опубл. 17.10.2005, Бюд.№ 10/2005

8. Пат. 35268 Україна, А01С7/20. Дводисковий сошник / Шмат С.І.; заявник і власник Кіровоградський національний технічний університет. – №– а 200804455; заявл. 08.04.2008; опубл. 10.09.2008, Бюд.№ 17/2008

9. Пат. 9543 Україна, А01С7/20. Дводисковий сошник / Шмат С.І.; заявник і власник Кіровоградський національний технічний університет. – №– а 200804455; заявл. 22.11.2004; опубл. 17.10.2005, Бюд.№ 10/2005

10. Пат. 9366 Україна, А01С7/20. Дводисковий сошник / Шмат С.І.; заявник і власник Кіровоградський національний технічний університет. – №– а 200502812; заявл. 28.03.2005; опубл. 15.09.2005, Бюд.№ 9/2005

11. Сошник анкерний.

https://bazresurs.com.ua/product/snica_pricepnogo_ustroistva_centralnogo_sz36

12. . Пат.57787 Україна, А01С7/20. Полозковий сошник / Сисолін П.В. Сало В.М., Ляшенко А.С., Бойченко С.Ф., Мартиненко С. В.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – №99126642; заявл. 07.12.1999; опубл. 15.07.2003, Бюл. №7.

13. Пат. 63312 Україна, А01С7/20. Посівна секція / Сало В.М.; заявник і власник Кіровоградський національний технічний університет. – и 201101578; заявл. 11.02.2011; опубл. 10.10.2011, Бюд.№ 19/2011.

14. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016 р. 204 с.

15. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; за ред. В.Д. Гречкосія.– 2-е вид. Перероб. і доп.– К.: Урожай, 1991.– 400 с.

16. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини, /Теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва/ За ред М.І. Черновола – К. Урожай, 2000.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		59

17. Проектування сільськогосподарських машин. Навчально-методичний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. – Кам'янець-подільський: ФОП Сисин О.В., 2010. – 640с. ISBN 978-611-539-016-8.

18. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. – К. Вища шк., 1995. – 237 с.

19. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студ. машинобуд. спец. усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 275 с.

20. Устюгов І.І. Деталі машин. К.: Вища школа, 1988. 400с.

21. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник / В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 560 с.

22. Лесенко Г.В. Техніка безпеки на механізованих роботах: Вид. 2-е, допов. перероб. / Г.В. Лесенко. – К.: "Урожай", 1978. – 216 с.

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		60

ДОДАТКИ

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		61

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
				Знову розроблена		
A1			СЗПП- 5,4 00. 000 СБ	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	СЗПП-5,4 000 01.	Ящик зернотуковий	3	
		2	СЗПП-5,4 000 02.	Маркер	2	
		3	СЗПП-5,4 000 03.	Колесо	2	
		4	СЗПП-5,4 000 04.	Сниця	1	
		5	СЗПП-5,4 000 05.	Причеп	1	
		6	СЗПП-5,4 000 06.	Підставка	1	
		7	СЗПП-5,4 000 07.	Посівна секція	36	
		8	СЗПП-5,4 000 08.	Підножка	3	
		9	СЗПП-5,4 000 09.	Транспортні колеса	2	
		10	СЗПП-5,4 000 10.	Кронштейн	6	
		11	СЗПП-5,4 000 11.	Гідравлична система	1	
		12	СЗПП-5,4 000 12.	Розтяжка	2	
		13	СЗПП-5,4 000 13.	Механізм регулювання	1	
		14	СЗПП-5,4 000 14.	Механізм передач	2	
		15	СЗПП-5,4 000 15.	Кронштейн транспортних	2	
				коліс		

					СЗПП 5,4 00.000				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Сівалка зернова прямого посіву	Літера	Аркуш	Аркуш	
Розробив	Куліш В.О.						1	2	
Перевірив	Сало В. М.								
						ЦНТУ гр. ГМ-22-1			
Н. контр.	Мачок Ю.В.								
Затвердив	Лещенко С.М.								

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				62

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Деталі</u>		
		16	СЗПП 5,4 00.812	Насіннепровід	36	
		17	СЗПП 5,4 00.402	Накладка	2	
		18	СЗПП 5,4 00.608	Пружина	36	
		19	СЗПП 5,4 00.507	Палець	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болти ГОСТ 7796-70		
		22		M10-6g×25.58.019	8	
		23		M12-6g×40.66.019	16	
		24		M16-6g×120.66.019	16	
				Гайки ГОСТ 5915-70		
		25		M10-6H.6.019	8	
		26		M12-6H.6.019	16	
		27		M16-6H.6.019	16	
		28		Шайба 10.65Г.019	8	
				ГОСТ 6402-70		
		29		Шайба 12.65Г.019		
				ГОСТ 6402-70	16	
		30		Шайба 16.65Г.019		
				ГОСТ 6402-70	16	
		31		Гідроциліндр ГЦ200	1	
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	СЗПП- 5,4 00.000	
					Аркуш	
					2	

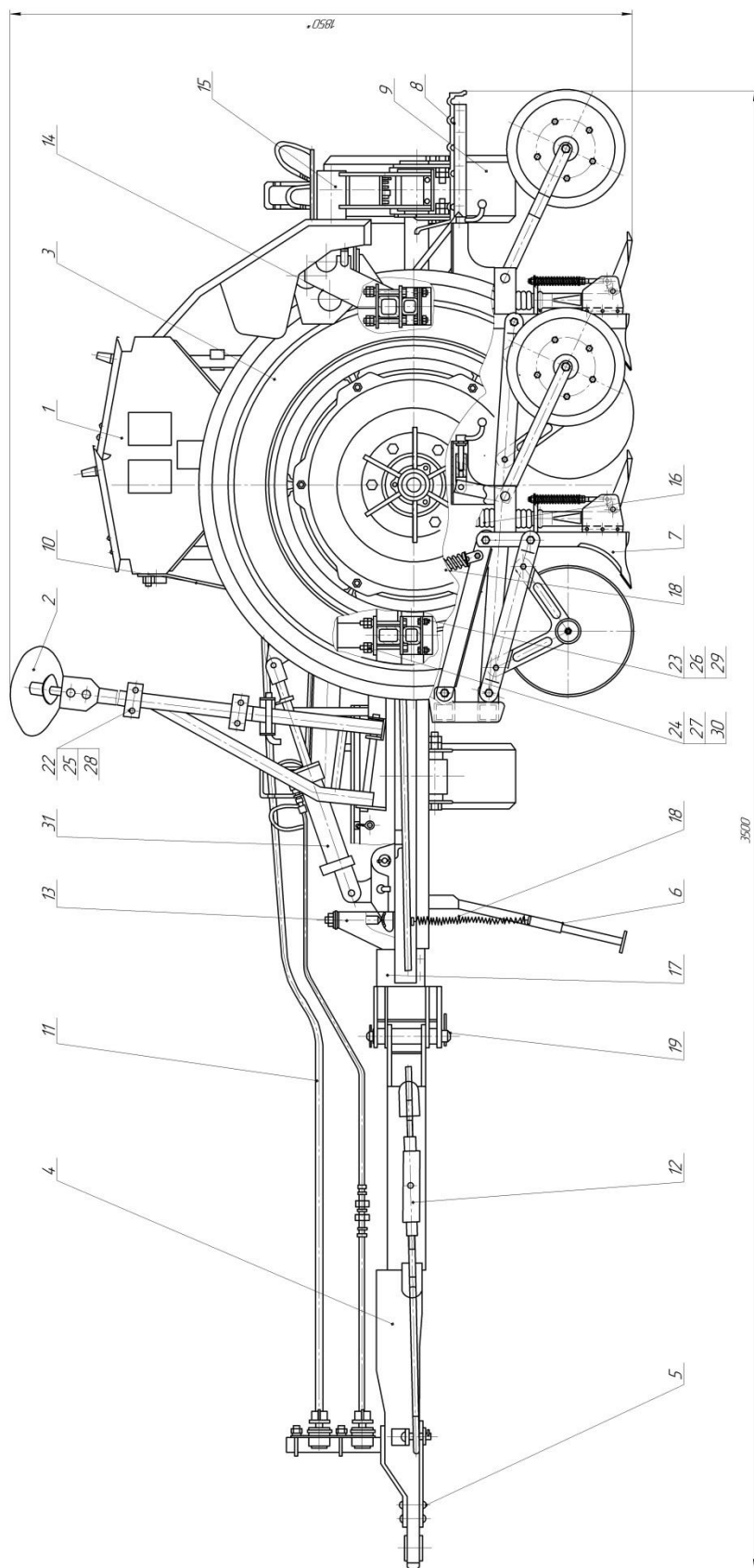
					<i>СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ</i>		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			63

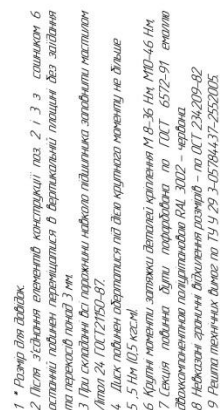
Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
				Знову розроблена		
A			C3 5,4 00. 000 СБ	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	C3 01. 000 СБ	Диск	1	
		2	C3 02. 000 СБ	Поводок нижній	2	
		3	C3 03. 000 СБ	Поводок верхній	1	
		4	C3 04. 000 СБ	Натискна штанга	1	
		5	C3 05. 000 СБ	Сошник	1	
		6	C3 06. 000 СБ	Туконасіннепровід	1	
		7	C3 07. 000 СБ	Вилка	1	
		8	C3 08. 000 СБ	Вилка	1	
		9	C3 09 000 СБ	Коток прикочуючий	1	
		10	C3 10 000 СБ	Механізм регулювання	1	
				<u>Деталі</u>		
				<u>Стандартні вироби</u>		
		11		Болт М10-6g×35.58.019	3	
				ГОСТ 7796-70		

					СЗ 5,4 07. 000			
Зм.	Аркуш		Підпис	Дата				
Розробив	Куліш В.О.				Посівна секція	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Сало В. М.						1	2
						ЦНТУ гр. ГМ-22М-1		
Н. контр.	Мачок Ю.В.							
Затвердив	Лещенко С.М.							

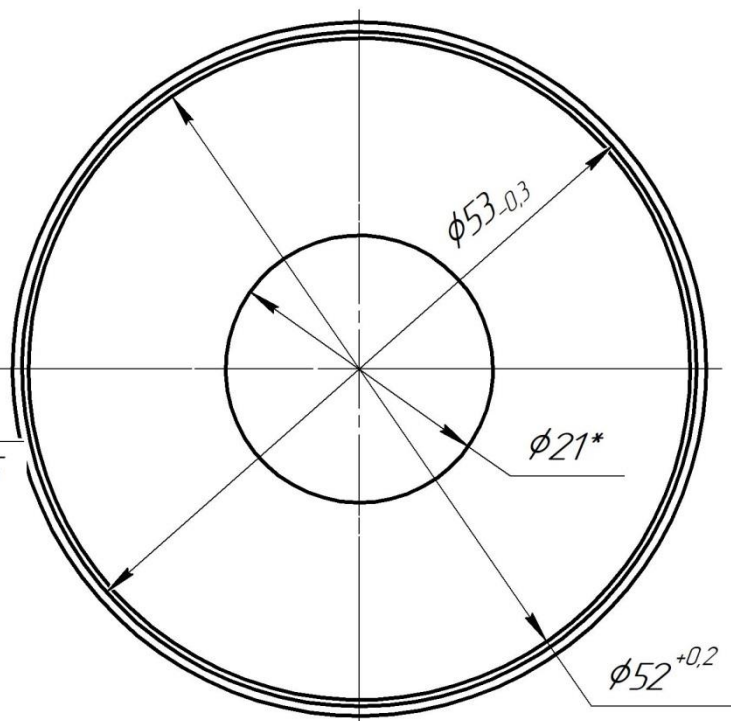
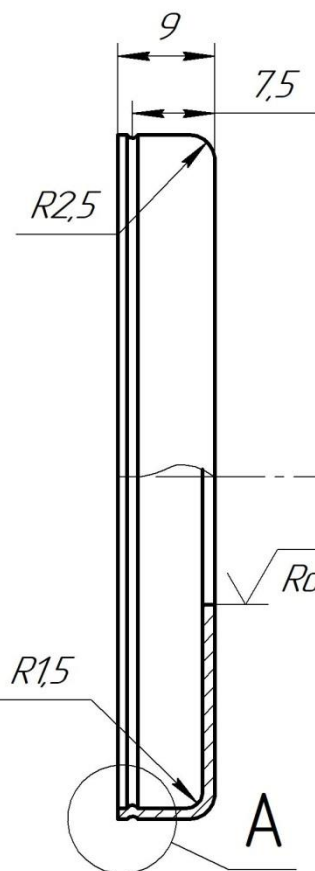
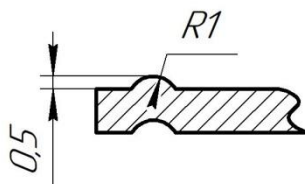
					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

					СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		65

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

✓ (✓)

 $A(4:1)$ 

1. * Розмір для довідок
2. Спосіб виготовлення деталі – гаряча штамповка

Заглушка

ЛУСМ Б-ПН-0-0.6 ГОСТ19903-74
См5Гнс2 ГОСТ14637-89

Лум.	Маца	Мацмад
	0,035	2:1
Лумт	Лумов	1

ЦНТУ
зр. ГМ-22М-1

Копировал

Формат А4

СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ

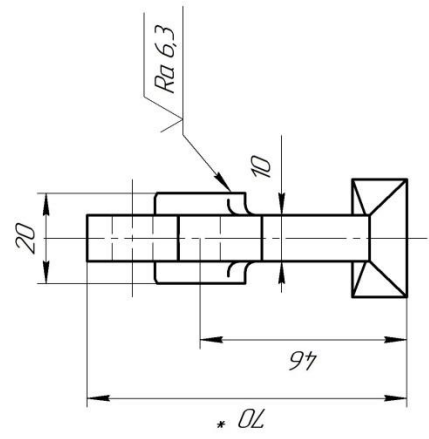
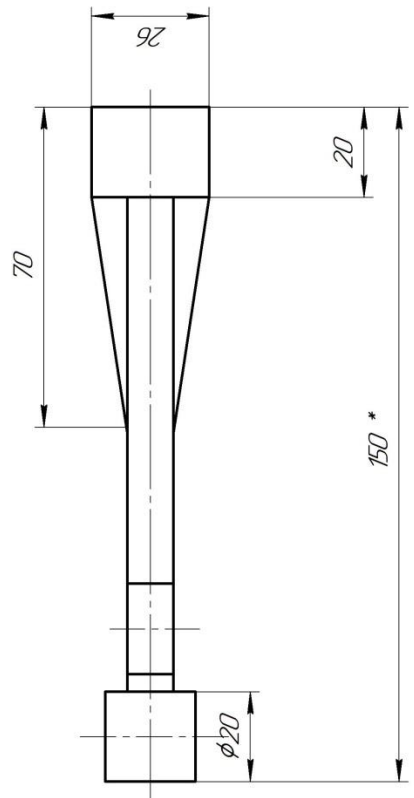
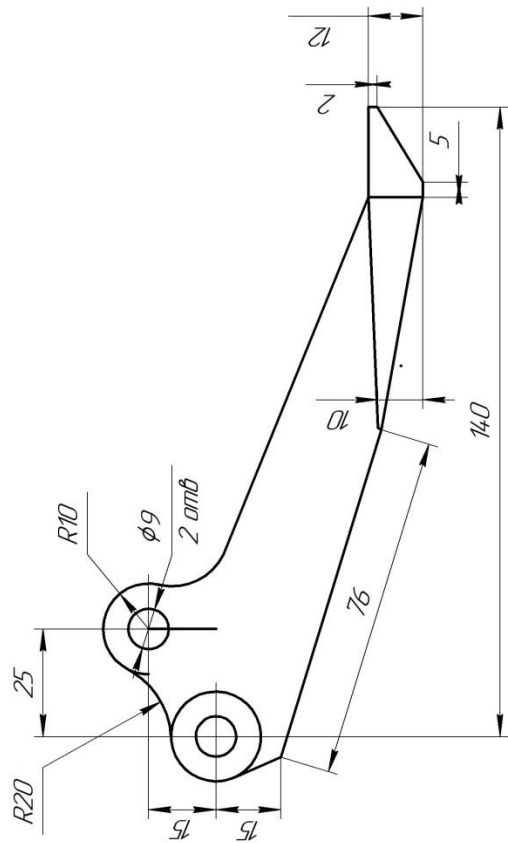
Арк.

70

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

1/1

СЗ 07.05.102



1. НВ 4.00.4.77.
2. Невказані граничні відхилення розмірів по 9 класу точності по ГОСТ 23.4.209-82.
3. Невказані лубарні радіуси R 3мм.
4. Лубарні нахили по ГОСТ 3212-80.
5. Поверхня деталі повинна бути чистою без тріщин та раковин.
6. Покриття Ц 15 хр по ГОСТ 9 306-85.
7. * Розміри для довідок.

СЗ 07.05.102		П'ятка		СЧ 20 ГОСТ 14.12-85		ЦНТУ		Зр. ПМ - 22М-1	
Мен. Лист	№ док.м	Підп.	Дата	Лист	Маса	Лист	Лист	Лист	Лист
Разраб.	Кулиш В.О.								
Проб.	Соло В.М.								
Т.контр.									
Н.контр.	Менчик Ю.В.								
Утв.	Васильченко С.М.								

Копіювати А3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

СЗПП-5,4 00. 000 ПЗ

ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Обґрунтування доцільності використання утримуючої пятки в конструкціях сошників з гострим кутом входження в ґрунт.

Аналіз існуючих конструкцій сошників для сівби зернових культур

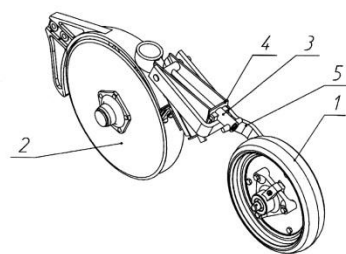
Приклади технічних рішень спрямованих на покращення рівномірності ходу сошника по глибині



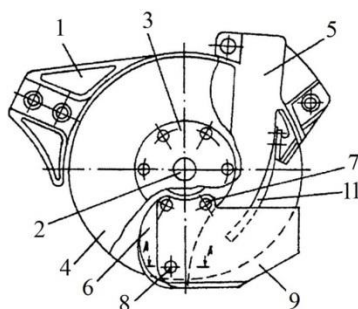
Дисковий сошник з реборою



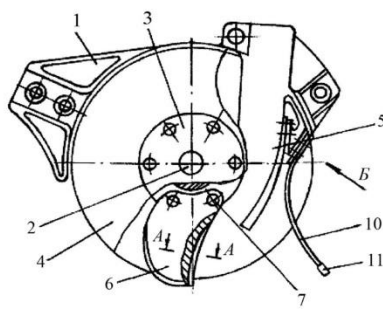
Дводискові сошники з прикочуючим котком



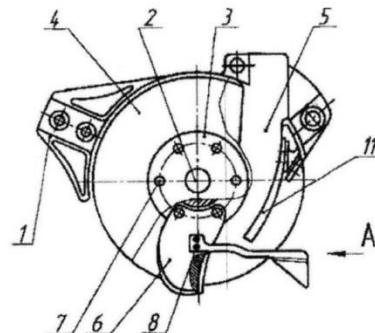
Приклади технічних рішень спрямованих на покращення рівномірності загортання насіння по глибині



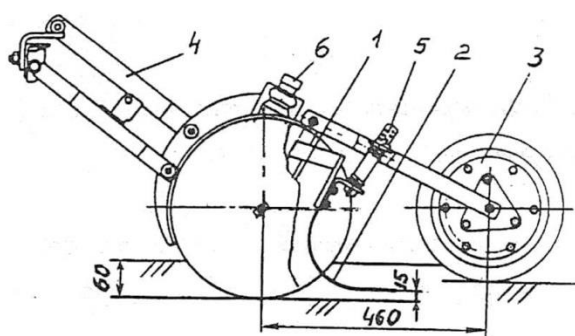
Дводисковий сошник зі щоками 9



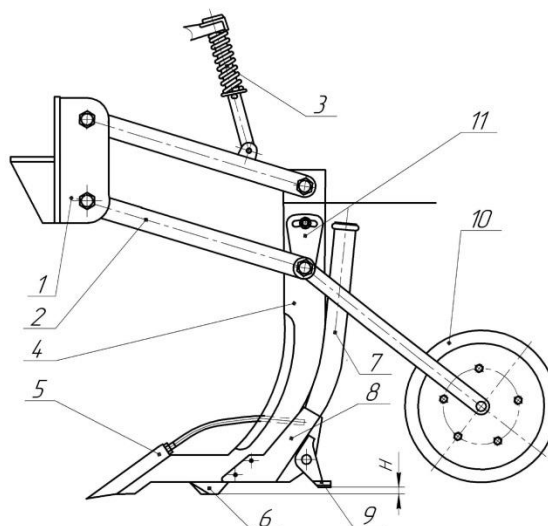
Дводисковий сошник з п яткою 6 та прутками 10



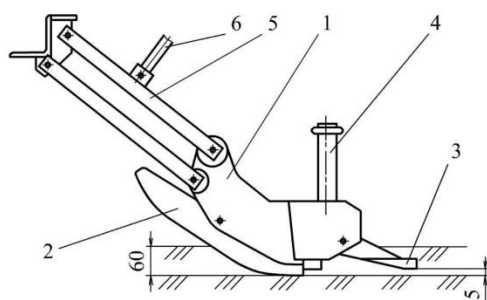
Сошник з п яткою та загортачем



Посівна секція з дисковим сошником, утримуючим прутком 2 та прикочуючим котком 3



Посівна секція на базі сошника з гострим кутом входження в ґрунт, утримуючою пяткою 9 та прикочуючим котком 10



Загальний вигляд сошника конструкції П.В. Сисоліна

СЗПП-5,4 00.000 ДЧ									
Лист	Дет.	№ докум.	Лист	Дет.	Дослідницька частина				
Розроб.	Курси ВН				Лист	Дет.	Лист	Дет.	Лист
Вибір	Серед ВН								
Викон.									
Перевір.	Механ. ВН								
Затв.	Виконані ВН								
СЗПП-5,4 00.000 ПЗ									

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Ефективність обладнання сошників утримуючою п'яткою

Мета дослідження - встановлення ефективності використання в конструкції сошників конструктивного елемента здатного підвищити рівномірність загортання посівного матеріалу по глибині залягання.

Об'єкт досліджень - процес загортання посівного матеріалу в ґрунт на задану глибину з застосуванням сошника оригінальної конструкції.

Предмет досліджень: Залежність рівномірності загортання посівного матеріалу по глибині від одночасного впливу робочої швидкості та установчої глибини ходу сошників.

Задачі досліджень:

- розробити програму та методику оцінки показника ефективності роботи сошників без обладнання утримуючою п'яткою та без неї;
- провести попередні польові експериментальні дослідження процесу сівби насіння пшениці з використанням класичного сошника з гострим кутом входження в ґрунт та сошника обладнаного утримуючою п'яткою;
- встановити залежності показника ефективності роботи сошників від заданої глибини сівби та обочої швидкості агрегату;
- виконати обробку отриманих результатів досліджень;
- провести аналіз результатів дослідження та оцінити доцільність обладнання сошників додатковим конструктивним елементом у вигляді утримуючої п'ятки

Наукова новизна. встановлена ефективність використання в складі сошників додаткового конструкційного елемента утримуючої п'ятки та залежності показника рівномірності загортання посівного матеріалу від одночасного впливу робочої швидкості та установчої глибини ходу сошників.

Технічне забезпечення досліджень та вихідні дані



Розташування деяких сошників на сівалці з використанням якої проводили польові експериментальні дослідження

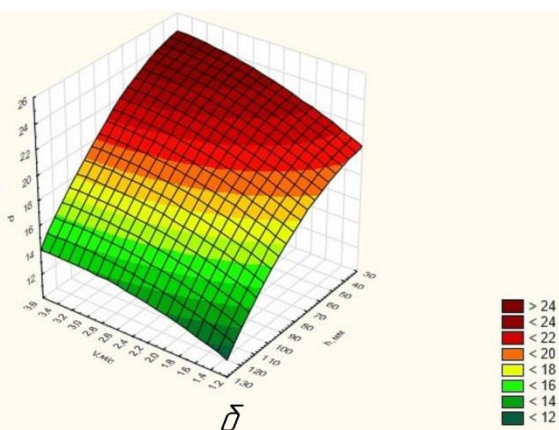
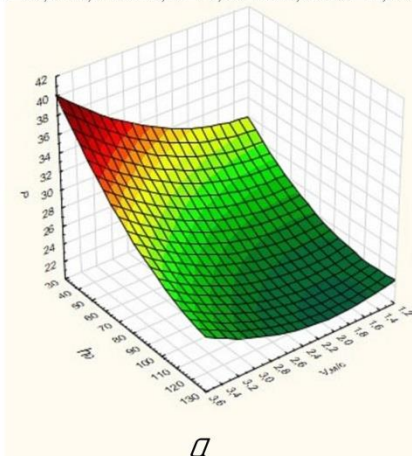
№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Установочна глибина ходу сошників (h_0 , мм)	X_1	120	40	20
2	робоча швидкість агрегату (V , м/с).	X_2	3,4	1,4	0,4

Вихідні дані до проведення експериментальних досліджень

Результати досліджень

$$P = 36,62 - 0,197 h_0 - 2,53v + 0,001 h_0^2 - 0,029 h_0v + 1,603 v^2$$

$$P = 15,133 + 0,043h_0 + 4,69V - 0,00078 h_0^2 - 0,0066 h_0 V - 0,566 V^2$$



Графічне зображення залежності показника рівномірності загортання насіння по глибині $c(\%)$ від установчої глибини ходу сошника h_0 (мм) та робочої швидкості виконання технологічного процесу V , (м/с), для сошника: а- без утримуючої п'ятки; б - з утримуючою п'яткою.

СЗПП-5,4 00.000 ПЗ					
Дир. АС	№ докум.	Вид.	Дата	Дослідницька частина	Акт
Розроб.	Кутин ВД				Місто
Виб.	Солов'як				Місяць
Викон.					Рік
Перевір.					
Начальн. БУ	Рибак ВВ				
Інв.	Дубинко ГМ				