

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування сої з обґрунтуванням конструкції
елементів секції робочих органів VESTA-8»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи AI-20M3(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Бондарович Дмитро Ярославович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Дмитро АРТЕМЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація загальна		
Справ. №					Заново розроблена		
	A4			MBC 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
Подп. и дата	A1			MBC 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1	
	A1			MBC 00.002 ТЧ	Операційна карта	1	
					Документація по складальним одиницям		
					Заново розроблена		
Инв. № подл.	A1			MBC 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка УПС 8	1	
	A1			MBC 00.110 СБ	Секція	1	
	A2			MBC 00.120 СБ	Сошник	1	
	A3			MBC 00.130 СБ	Ущільнювач	1	
Взам. инв. №				MBC 00.000 ВП			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Бондарович				Лит.	Лист
	Пров.	Артеменко					Листов
Подп. и дата	Відомість кваліфікаційної роботи					1	
Инв. № подл.	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ	
	Утв.	Свірень				гр. АІ-20МЗ(1,4)	

Копировал

Формат А4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	25
4. Охорона праці	46
5. Економічна частина.....	48
Висновки.....	51
Список використаної літератури.....	52
Додатки	

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Соя, завдяки своєму багатому хімічному складу насіння та багатосторонньому використанню в кормових, харчових та технічних цілях, є найціннішою сільськогосподарською культурою. У сої міститься понад 60% унікального білка та олії, її амінокислотний склад відповідає яловичині вищої категорії, а за лікувально-оздоровчими якостями їй рівних немає. Тому виробництво соєвого зерна у світі щороку зростає, і на початку ХХІ ст. ця культура за валовими зборами вийшла на четверте місце серед польових культур після пшениці, рису та кукурудзи. Соя і в нашій країні стає високоприбутковою культурою, наближаючись по економічній ефективності до соняшнику та цукрових буряків.

Велике і агрономічне значення цієї бобової культури, що є відмінним попередником для зернових і підвищує родючість ґрунту, завдяки здатності засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями-азотофіксаторами.

Одним із важливих етапів вирощування сої є посів насіння. Посів забезпечує найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, це дає можливість прискорити їх появу на денній поверхні та збільшити врожайність культури [1,2,3].

Загортання насіння в ґрунт є заключною стадією посіву, при якій створюються умови найбільш сприятливі для його росту і значно впливають на швидкість проростання насіння [4,5].

В зв'язку з цим актуальною є проблема удосконалення технології загортання насіння сої і конструкції елементів секції робочих органів просапної сівалки, яка направлена на покращення умов проростання насіння.

					МВС 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Бондарович						б
<i>Перевір.</i>		Артемченко						
<i>Н. Контр.</i>		Мачок						
<i>Затверд.</i>		Свірень						
						ЦНТУ гр. АІ-20МЗ (1,4)		

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз технології вирощування сої

Соя - однорічна рослина з грубим стрижневим коренем, що проникає на глибину 1,5-2 м. Від стрижневого кореня відходять довгі бічні корені. Висота рослини коливається від 20 см до 1,5 м і залежить від сорту сої, а також умов її зростання. Плодоносить соя бобами. Розрізняють дрібні боби, довжиною 3-4 см, середні - 4-5 см і великі, що досягають 6-7 см довжини. Боби бувають прямі, мечоподібні та серпоподібні. Зрілі боби жовті, руді, світло-коричневі, числом на рослині в межах від 10 до 400. Залежно від ботанічної форми, боби при дозріванні розтріскуються або залишаються закритими.

У бобі міститься від одного до чотирьох зерен. Маса тисячі штук коливається від 50 до 450 г. Діаметр дрібних зерен 5 - 5,4 мм, середніх 6 - 7 мм та великих 9,5 - 9,8 мм. Забарвлення буває жовтим, зеленим, коричневим, чорним і двоколірним (мармуровим). Рубчик зерен також буває різного кольору: бурий, чорний, коричневий, світло-коричневий або безбарвний. За формою зерна кулясті або овальні, опуклі або плоскі [6].

Вимоги до умов середовища. Соя – типова тропічна рослина, тому культура сої найкраще вирощувати у районах, які за своїми кліматичними умовами наближаються до районів основного ареалу її поширення. Для розвитку сої потрібна сума температур від 2000 до 3000°C, з числом безморозних днів не менше 120–150, за середньодобової температури не нижче +15°C. Найбільші вимоги до тепла соя висуває в період цвітіння та дозрівання бобів. Для нормального проходження цих фаз потрібна середня температура +18...22°C. Порівняно висока температура необхідна і для проростання насіння: оптимальною є температура +15...20°C, а мінімальна температура перебуває у межах +10...12°C. Весняні заморозки в -1 ... 2,5°C соя переносить легко і не вимерзає, затримуючись лише в рості. Осінні заморозки побивають листя.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Соя відноситься до групи культур, середньостійких до посухи. За вегетаційний період вона витрачає у 3 - 4 рази більше вологи, ніж пшениця. Рослини сої легше переносять надмірне зволоження, ніж посуху. Для набухання та нормального проростання насіння потрібно 130 - 160% води від їх ваги. Від сходів до початку цвітіння соя менш вимоглива до вологи та порівняно добре переносить посуху. Найбільші вимоги до вологи, так само як і температури, соя пред'являє під час цвітіння і наливу бобів. Оптимальна вологість ґрунту для сої – 70 - 80% від граничної польової вологоємності, повітря – 70 - 75%. Культура може успішно оброблятися на чорноземних, каштанових та дерново-підзолистих ґрунтах різного механічного складу, а за достатньої кількості поживних речовин – і на піщаних ґрунтах. Оптимальна для сої кислотність ґрунту – рН 6,0 - 7,0.

Для отримання високих урожаїв сої найбільш придатні окультурені, багаті гумусом і вапном, добре удобрені, пухкі ґрунти, що легко прогріваються.

Попередники сої у сівозміні. Посіви сої розміщують у просапних ланках сівозмін, на полях, чистих від бур'янів, з достатніми запасами вологи та поживних речовин у ґрунті. До таких попередників відносяться озима та яра пшениці, озиме жито, ячмінь, кукурудза, картопля, овочеві.

Соя як бобова культура при введенні її в сівозміну сприяє підвищенню культури землеробства та врожайності наступних зернових культур. Соя - один із найкращих попередників для багатьох культур. Вона покращує фізичні властивості ґрунту та завдяки діяльності коренів та бульбочкових бактерій розпушує ґрунт, що сприяє кращому проникненню вологи, економному її витрачання та підвищенню врожаю наступних культур сівозміни [8].

Обробка ґрунту. У систему основного обробітку ґрунту входять лущення стерні і зяблева оранка плугом з передплужником. Лущення стерни підвищує врожай сої. Лущення зберігає своє значення при правильному та своєчасному його проведенні: одночасно з збиранням попередніх колосових культур і не глибше ніж на 5 см. Кращим знаряддям є дисковий луцильник.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зяблеву оранку проводять плугами з передплужниками (культурна оранка), по можливості в більш ранні терміни. Запізнення із проведенням зяблевої оранки знижує врожай сої. Дуже велике значення для врожайності сої має глибина зяблевої оранки. Глибока зяблева оранка сприяє більш високим урожаям сої ніж дрібна, особливо при проведенні її плугами з передплужниками, у поєднанні з попереднім луценням стерни.

Передпосівна обробка ґрунту. Правильна система передпосівної обробки тісно пов'язана із системою зяблевої обробки. На полях, ораних на зяб, першу обробку ґрунту ранньою весною проводять з метою створити на поверхні її ізолюючий шар. Призначення цього шару – зберегти ґрунтову вологу, накопичену за осінньо-зимовий період.

На легких і добре підготовлених з осені ґрунтах ізолюючий шар утворюють шлейфом або волокушою. Ці знаряддя вирівнюють поверхню ґрунту і не розпорошують його. Навесні їх можна використовувати раніше, ніж борони, незабаром після сходу снігу. На ґрунтах важких, злитих застосовують важкі борони, якими можна домогтися кращої обробки ґрунту; як боронування, і шлейфування проводять під кутом до напрямку борозен [8].

Насіння та посів сої. Для посіву необхідно використовувати тільки добре відсортоване та вирівняне по крупності насіння з високою схожістю та енергією проростання. Насіння сої з високим вмістом білка та жиру за поганих умов зберігання швидко втрачає польову схожість і знижує енергію проростання. Тому навесні обов'язково перевіряють якість посівного матеріалу. Насіння має бути добре виконаним, з високою питомою вагою, не мати карантинних бур'янів, живих шкідників та їх личинок, що ушкоджують сою. Іноді після сівби спостерігається різке зниження температури. Насіння та проростки в холодному ґрунті більшою мірою уражаються патогенними мікроорганізмами і не дають сходів. Щоб підвищити польову схожість насіння, перед посівом їх обробляють проти бактеріальних та грибкових захворювань Фентіурамом або іншими аналогами ТМТД. Урожай сої без протруювання насіння буває нижчим, ніж із протруюванням. Насіння сої з

					<i>MBC 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологістю до 14% можна протруювати за один-два місяці до сівби. Завчасна обробка отрутохімікатами оберігає насіння від грибкових та бактеріальних захворювань, не знижує схожість та збільшує врожай на 15% [8].

Терміни посіву та глибина загортання насіння. Соя теплолюбна культура. Її насіння починає проростати при температурі +6...8°C. При сівбі в ґрунт з такою температурою насіння швидко набухає, але проростання його затримується і сходи з'являються через 25 - 30 днів. У цей період грибниця фузаріуму добре розвивається і може викликати фузаріозну гниль насіння та сходів. Польова схожість насіння сильно змінюється залежно від термінів сівби. При надмірно ранніх чи пізніх термінах сівби 30 - 31% насіння не сходять, тому посіви бувають зрідженими.

Посів сої починають, коли ґрунт добре прогріється і стійка середньодобова температура на глибині загортання насіння досягне +10...14°C, мине небезпека весняних заморозків [8].

Терміни сівби залежать не тільки від температурного режиму ґрунту, біологічних особливостей сортів, а й від тривалості вегетаційного періоду, кількості опадів, зволоження та аерації ґрунту. До того ж, при сівбі сої у оптимальні терміни створюються найкращі умови для боротьби з бур'янами, виконання комплексу агротехнічних прийомів. Найбільш ефективними гербіцидами під сою є Фронт'єр 900 (витрата препарату становить 1,2-1,6 літрів на гектар), Харнес 90% (при витраті 1,6-3,0 літрів на гектар), Дуалд Голд 960ЕС (до 1,2 - 1,6 літрів на гектар) та інші.

Величина врожаю сої залежить від поєднання термінів посіву, добрив фону та густоти рослин. Оптимальна глибина закладення насіння сої в основних районах виробництва 4-5 см, на легких ґрунтах - 5-6 см. При пересиханні верхнього шару на структурних ґрунтах вона може бути збільшена до 6-8 см. Встановлюючи сівалки на глибину висіву, необхідно враховувати, що при проростанні насіння сої виносять на поверхню сім'ядолі. Відхилення від оптимальної глибини різко знижує врожай [7].

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глибина загортання насіння сої повинна встановлюватися з урахуванням вологості, температури верхнього шару ґрунту та якості насіння. Мілке загортання (2-4 см) насіння, так само, як і глибока (8-10 см), знижує врожай.

Способи посіву та норми висіву. Умови вологозабезпеченості, біологічні особливості сорту, ступінь та характер засміченості поля, технічна оснащеність господарства визначають спосіб сівби сої. Вона може висіватися широкорядно з міжряддям 45 см просапними сівалками або звичайним рядовим способом зерновими або стерневими сівалками.

Від площі живлення рослин залежить освітленість рослин, забезпеченість водою та поживними речовинами, що впливає на облистяність та показники біометричних вимірювань. При зменшенні площі харчування знижується висота рослин, їх вага, діаметр стебла, кількість гілок, бобів та насіння, збільшується висота прикріплення бобів нижнього ярусу. За оптимальної величини площі харчування основна кількість бобів (61,5–70,6%) формується на головному стеблі. На зріджених посівах більшість їх (71,5%) розташовується на бічних гілках. При оптимальній площі харчування рослини не сильно гілкуються, пагони у них утворюються в міжвузлях середнього та верхнього ярусів, куди більше потрапляє сонячне світло [8].

Догляд за посівами. Для гарного розвитку сої та отримання високого врожаю велике значення має своєчасний та ретельний догляд за посівами. Протягом усієї вегетації треба дбати про те, щоб посіви були чистими від бур'янів, а верхній шар ґрунту пухким. При такому догляді за посівами у ґрунті зберігається достатньо вологи та поживних речовин для рослин та забезпечується хороший доступ до них світла та тепла. Все це сприяє підвищенню врожаю. Суцільну культивуацію рядових посівів, як і боронування, можна проводити, якщо довжина корінців у насіння не перевищує половини довжини насіння та за умови глибокого загортання насіння. Глибину культивації встановлюють на 2-3 см дрібніше за глибину загортання насіння і проводять її вздовж рядків посіву.

Таким чином, система механізованого догляду за посівами сої включає довсходове боронування посівів. Після появи сходів і хорошему позначенні рядків проводять друге боронування легкими боронами впоперек посіву. Кількість міжрядних обробок та терміни їх виконання встановлюють з урахуванням наявності бур'янів: при слабкій засміченості та застосуванні ефективних гербіцидів проводять одну-дві обробки, при сильній засміченості – дві-три.

При першій обробці міжрядь ґрунт розпушують в рядках і захисних зонах за допомогою рядкових борон для прополювання. Додатково обробляють ґрунт лише при появі бур'янів або ущільненні верхнього шару ґрунту. На обробці міжрядь сої найбільш продуктивні широкозахватні агрегати, що складаються з трьох навісних культиваторів КРН-4,2 та зчіпки СН-75. При комплектуванні агрегатів необхідне суміщення ширини захвату прополювального та посівного агрегатів [8].

Хімічна боротьба з бур'янами. Гербіциди дозволяють успішно боротися з основними бур'янами в посівах сої. Застосовують допосівне, довсходове, післяпосівне внесення гербіцидів, а також хімічне прополювання попередників. На сьогоднішній день на сої випробувана велика кількість препаратів. Однак лише деякі з них знищують бур'яни, не пошкоджуючи культурних рослин.

Гербіциди на посівах сої використовують такі (л/га): проти дводольних однорічних бур'янів – Базагран, 48% р.н. - 1,5-3,0; Блазер 2С, 24% В.К. - 1,5-2,5; проти однорічних злаків - Набу, 20% к.е. - 1-3 л/га; Поаст, 20% к.е - 1-3; Продіфокс, 28% к.е. - 3-3,5; Тарга, 10% к.е. - 1-2; Фуроре, 9% к.е. - 0,8-1,2 та ін; проти багаторічних злаків: Тарга супер, 5% к.е. - 2-3; Фюзілад супер, 12,5% к.е. - 2-4 та ін [9].

Збирання сої. Від правильного та своєчасного збирання сої залежить кінцевий результат вирощування цієї культури: кількість та якість продукції. Погане та невчасне збирання культури може призвести до значних втрат урожаю та зниження його якості. У сої показниками терміну збирання

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

більшості сортів є пожовтіння та опадіння листя, пожовтіння та побуріння стебел та бобів. Зерна у бобах при струшуванні рослин видають шум. Насіння набуває властивого даному сорту забарвлення і форму. Збирання сої проводять при повному дозріванні бобів комбайнами.

Тривалість збирання сої не повинна перевищувати 15 днів. Комбайни, які застосовуються для збирання сої, повинні задовольняти такі основні вимоги: зрізати рослини сої не вище 5-7 см від поверхні ґрунту; забезпечувати збирання при вологості зерна, що змінюється протягом дня, в межах 12–16%; давати мінімальне дроблення зерна при обмолоті; добре розділяти купу сої, повністю виділяючи зерно, при можливо меншій його засміченості [10].

2.2 Технологічна карта вирощування сої:

1. Лушіння стерні проводять трактором Case P-195+ борона дискова універсальна УДА-4.5. Після збирання попередника, зернових, наприкінці серпня. Знищення залишків стерні.

2. Внесення добрив. Трактор МТЗ-80 + розкидач мінеральних добрив РМГ-4. Під оранку, на початку вересня. Під оранку вносять Р60 і К60 + 20 т/га гною.

3. Зяблева оранка. Трактор Т-150 + плуг лемішний навісний ПЛН-5-35. Через 2-3 тижні після лушення стерні на глибину 25-30см

4. Протруювання насіння. Протруювач насіння ПСШ-3. За 20 днів до посіву. Протруюють Максимом XL 035 FS 1 л/т.

5. Ранньовесняне боронування. Трактор Т-150 + борони С-18+БЗСС-1. При настанні фізіологічної стиглості ґрунту. Боронують поперек або під кутом до напрямку оранки.

6. Внесення добрив. Трактор МТЗ-82 + розкидач добрив РТТ-4,2. За кілька днів після боронування. При сівбі вносять N30.

7. Передпосівна культивация. Трактор Т-150 + культиватор 2КПС-4. Навесні, наприкінці квітня – на початку травня. Культивують уперек або під кутом до направлення попередніх обробітків. Глибина обробки 5-6см.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Посів. Трактор ЮМЗ 6 + сівалка точного висіву Vesta 8. Сіють при прогріванні ґрунту до +8 - 10°C. (початок – середина травня) на глибину 3-4см, норма висіву 500-800 тис. на га.

9. Прикочування посівів. Трактор МТЗ-80 + кільчасто-шпоровий коток ЗККШ-6. Після посіву на швидкості 6-7км/год.

10. Досходове боронування. Трактор МТЗ-80 + борони БЗСС1,0. Через тиждень після посіву швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 6км/год.

11. Хімічна обробка проти хвороб, бур'янів та шкідників. Трактор МТЗ-82 + причіпний обприскувач Atilla Evo. Після посіву та до появи перших сходів. Від бур'янів вносять гербіциди Фурор 0,8-1,2 л/га, від хвороб – Бенлат – 0,8-1кг на 1га, від шкідників - Карате Зеон 200-400 л/га.

12. Міжрядний обробіток. Трактор ЮМЗ-6Л + Культиватор УМСК-5,4 не пізніше фази бутонізації, проводять долотоподібними розпушувальними лапами, швидкість не повинна перевищувати 9км/ч.

13. Десикація. Обприскувач самохідний Рута-Тісо-PLA-MAP. За 10 днів до збирання. Обприскують Реглоном - 2л/га.

14. Збирання врожаю. Комбайн John Deere у фазі повної стиглості, наприкінці серпня. Прибирають безпосередньо, при вологості 14-16%.

15. Транспортування зерна на тік ГАЗ-53. По мірі вимолоту. Насіння накривають покривалом, перевозять без втрат зерна.

2.3 Операційна технологія посіву при вирощуванні сої

Умови роботи сівалки

В таблиці 1 наведена характеристика умов роботи агрегату.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Характеристика умов роботи

Показник	Значення показника
Сільськогосподарська операція	Посів сої
Марка трактора	ЮМЗ 6
Марка агрегату	Vesta 8
Довжина гонів, L м	900
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	2

2.3.1 Агротехнічні вимоги до посіву сої

Посів необхідно проводити в оптимальні терміни протруєним насінням 1 класу. Тривалість посіву не повинна перевищувати 3-6 днів. Розрив між передпосівною обробкою ґрунту і посівом повинен становити не більше однієї доби. Глибина посіву становить 3-8 см і залежить від ступеня вологості та структури ґрунту, а також глибини передпосівної обробки ґрунту. Глибина загортання насіння у вологий ґрунт – 3-4 см, при пересиханні верхнього шару ґрунту збільшуємо глибину посіву до 5-6 см на важких ґрунтах та до 5-8 см на легких. Якщо посів буде глибше, то сходи будуть важкими.

З метою отримання рівномірного сходів насіння необхідно сіяти у вологий ґрунт і забезпечити шар 0,5-1 см вологого ґрунту над висіяним насінням. Після посіву на легких ґрунтах можна зробити коткування поля, щоб його вирівняти і збільшити зволоження ґрунту. На важких ґрунтах не рекомендується коткування поля, оскільки після атмосферних опадів може утворитися кірка [11].

2.3.2 Підготовка агрегату до роботи.

Підготовка агрегату до роботи включає підготовку трактора і сівалки, складання агрегату, випробування в роботі та проведення щозмінного ТО.

Число машин в агрегаті має відповідати раціональному завантаженню трактора, а оброблювана площа – сумарній денній роботі машини.

Сівалку ставлять на регульовальний майданчик, перевіряють комплектність, точність установки робочих органів, технічний стан висівних апаратів, сошників, насіннєпроводів, механізму передач, причіпного пристрою, поручнів, захисних пристроїв. Сівалку регулюють на норму висіву насіння і добрив

Визначаємо теоретичні швидкості передач (V_m) і відповідні цим передачам номінальне тягове зусилля на гаку [12,13]:

$$\begin{aligned} V_m^{IV} &= 6,55 \text{ км/год} & V_m^V &= 8,05 \text{ км/год} \\ P_{н.зак}^{IV} &= 13,5 \text{ кН} & P_{н.зак}^V &= 11 \text{ кН} \end{aligned}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату на 4 та 5 передачах за формулою:

$$B_{\max} = \frac{P_{зак}}{K_o^V + R_i},$$

Величину питомого опору K_o^V (кН/м) визначаємо за формулою:

$$K_o^V = K_o [1 + \Pi(V_p - V_o)],$$

де K_o - питомий опір ґрунту, при $V_o = 5$ км/год, ($K_o = 1,1 \dots 1,6$ кН/м);

Π - коефіцієнт приросту питомого опору, ($\Pi = 1,0 \dots 1,5\%$);

V_o - швидкість руху агрегату, ($V_o = 5$ км/год);

V_p - робоча швидкість агрегату, км/год.

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right),$$

де V_m - теоретична швидкість, км/год

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Отже,

$$V_p^{IV} = 6,55 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 5,57 \text{ км/год}$$

$$V_p^V = 8,05 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 6,84 \text{ км/год}$$

Тоді:

$$K_o^{IV} = 1,5 \cdot [1 + 0,015(5,57 - 5)] = 1,51 \text{ кН/м}$$

$$K_o^V = 1,5 \cdot [1 + 0,015(6,84 - 5)] = 1,54 \text{ кН/м}$$

Додатковий опір (кН/м), який виникає при русі агрегату на підйом, визначаємо за формулою:

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i,$$

де G_m – маса машини ($G_m = 12,53$ кН)

B_k – конструктивна ширина захвату, ($B_k = 5,6$ м)

Отже:

$$R_i = \frac{12,53}{5,6} \cdot 0,05 = 0,11 \text{ кН/м}$$

Максимальна ширина захвату агрегату:

$$B_{\max}^{IV} = \frac{13,5}{1,51 + 0,14} = 8,9 \text{ м}$$

$$B_{\max}^V = \frac{11}{1,54 + 0,14} = 6,54 \text{ м}$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті за формулою:

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k},$$

$$n_c^{IV} = \frac{8,9}{5,6} = 1,59 - \text{приймаємо 2 сівалки}$$

$$n_c^V = \frac{6,54}{5,6} = 1,17 - \text{приймаємо 1 сівалку}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо тяговий опір агрегату за формулою:

$$R_{aep} = K_o^V B_p n_c + R_{зч}$$

$$R_{aep}^{IV} = 1,51 \cdot 5,6 \cdot 2 + 1,3 = 18,21 \text{ Кн}$$

$$R_{aep}^V = 1,54 \cdot 5,6 \cdot 1 + 1,3 = 9,92 \text{ Кн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора за формулою[12,13]:

$$\eta_{T3} = \frac{R_{aep}}{P_{зак}},$$

$$\eta_{T3}^{IV} = \frac{18,21}{13,5} = 1,35,$$

$$\eta_{T3}^V = \frac{9,92}{11} = 0,9.$$

Визначаємо змінну продуктивність, га/зм:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p,$$

де B_p – робоча ширина захвату, м:

$$B_p = B_k \beta,$$

де B_k – конструктивна ширина захвату, м ($B_k = 5,6$ м);

β – коефіцієнт використання ширини агрегату ($\beta = 0,98 \dots 1,0$)

$$B_p = 5,6 \cdot 1 = 5,6 \text{ м}$$

V_p – робоча швидкість, км/год;

T_p – робочий час зміни, год:

$$T_p = T_{зм} \tau$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год ($T_{зм} = 7$ год);

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

τ - коефіцієнт використання часу зміни ($\tau = 0,82$).

$$T_p = 7 \times 0,82 = 5,74 \text{ год}$$

Змінна продуктивність:

$$W_{3M}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 5,57 \cdot 5,74 = 17,9 \text{ га/зм}$$

$$W_{3M}^V = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,84 \cdot 5,74 = 22 \text{ га/зм}$$

8. Розрахунок витрат палива (кг/га) визначаємо за формулою [12,13]:

$$Q_{ca} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}},$$

де Q_{3M} – витрати палива за зміну, кг;

W_{3M} – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z,$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

$$t_x = t_z = \frac{7 - 5,74}{2} = 0,63 \text{ год}$$

При $\eta_{T3}^{IV} = 0,7$; $Q_p = 16,7 \text{ кг/год}$, $Q_x = 11,4 \text{ кг/год}$, $Q_z = 2 \text{ кг/год}$,

а при $\eta_{T3}^V = 0,87$; $Q_p = 15 \text{ кг/год}$, $Q_x = 9 \text{ кг/год}$, $Q_z = 2 \text{ кг/год}$.

Тоді витрата палива на 1 га:

$$Q_{га}^{IV} = \frac{16,7 \cdot 5,74 + 11,4 \cdot 0,63 + 2 \cdot 0,63}{17,9} = 5,8 \text{ кг/га}$$

$$Q_{га}^V = \frac{15,5 \cdot 5,74 + 9,0 \cdot 0,63 + 2 \cdot 0,63}{22} = 4,2 \text{ кг/га}$$

2.3.3 Підготовка поля до роботи

Перед початком робіт необхідно оглянути поле і очистити його від сторонніх предметів. Перешкоди які неможливо усунути позначити. Обрати спосіб і напрямок руху агрегату.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2.3.4 Організація роботи агрегату в загінці

Обираємо напрямок руху агрегату – вздовж сторони гону $L=900\text{м}$, а спосіб руху – човниковий.

Визначаємо кінематичну довжину агрегату за формулою [12,13]:

$$L_k = l_m + l_{зч} + l_{\text{м}},$$

де $l_m + l_{зч} + l_{\text{м}}$ – відповідно кінематична довжина трактора, зчіпки та сільськогосподарської машини, м.

$$l_m = 4,2\text{м}, l_{зч} = 1,3\text{м}, l_{\text{м}} = 2,2\text{м}.$$

Тоді:

$$L_k = 4,2 + 1,3 + 2,2 = 7,9\text{м}.$$

Визначаємо ширину поворотної смуги агрегату:

При петльовому способі повороту:

$$E_p = 3R_{\min} + e,$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м.

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 5,6 = 6,7\text{м},$$

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 7,9 = 4,74\text{м}.$$

Тоді

$$E_p = 3 \cdot 6,7 + 4,74 = 24,8 \text{ м}$$

Беремо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де K – число кратності ширини захвату, заокруглюється до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{24,8}{5,6} = 4,43$$

$$E_p = 4,43 \cdot 5,6 = 24,8 \text{ м}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення ширини загінки:

$$C = \frac{10^4 (2...3) W_{зм}}{L},$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, га/зм;

L – довжина загінки, м.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 17,9}{900} = 597 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 22}{900} = 733 \text{ м}$$

Кількість загінок визначається за формулою:

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{LC}$$

де F – площа посіву, га;

L – довжина загінки, м.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{900 \cdot 597} = 2,23$$

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{900 \cdot 733} = 1,82$$

На 4 передачі приймаємо за гінку 900м і 450м.

На 5 передачі приймаємо за гінку 900м і 250м.

2.3.5 Контроль якості роботи

На основі проведених розрахунків виконання операції оформлюється операційна технологічна карта на посів насіння цукрових буряків та виконуються додаткові розрахунки показників організації виконання операцій, згідно [12,13].

Визначаємо тривалість одного циклу, хв.

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n,$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L_p – робоча довжина загінки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

t_{Π} – час повороту в кінці загінки, ($t_{\Pi} = 1,5 \dots 2$ хв.)

$$L_p = L - 2 \cdot E_p$$

де L – довжина загінки ($L = 900$ м);

E_p – ширина поворотної смуги ($E_p = 24,2$ м).

Визначаємо робочу довжину загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 24,2 = 852 \text{ м}$$

Отже:
$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 852}{10^2 \cdot 6,84} + 2 \cdot 1,5 = 17,9 \text{ хв} = 0,29 \text{ год}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц:

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

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,84 \cdot 0,29 \cdot 0,82 = 0,91 \text{ га/ц}.$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{17,9}{0,91} = 19,6 \text{ ц / зм},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{22}{0,91} = 24,2 \text{ ц / зм}.$$

Витрати палива за зміну:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}},$$

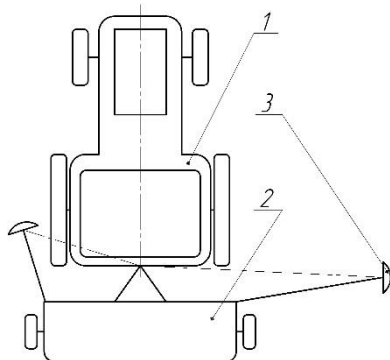
$$Q_{\text{зм}} = 5,8 \cdot 19,6 = 113,7 \text{ кг / зм}$$

$$Q_{\text{зм}} = 4,2 \cdot 24,2 = 101,6 \text{ кг / зм}$$

На основі умов роботи, агротехнічних вимог на посів та проведення розрахунків, заповнюється операційна технологічна карта.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Операційно - технологічна карта посіву сої

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 120 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 733м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина заробляння насіння – 4 см.	 Схема поля
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних сівалок ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини зароблення ± 2 см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор ЮМЗ 6, сівалка Vesta 8, робоча ширина захвату – 5,6 м, мінімальний радіус повороту – 6,7м, кінематична довжина агрегату – 7,9м. Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і сівалки; відрегулювати на задану норму висіву; встановити маркери	 1 – трактор ЮМЗ 6; 2 – сівалка; 3 – маркер
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 24,2м.	

Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	L - довжина гонів, L_p - робоча довжина загінки, E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату, B_p - ширина захвату агрегату.
Швидкість руху	Робоча передача – V, враховуючи буксування, робоча швидкість 7 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 17,9хв, технічна продуктивність за цикл – 0,91 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 22 га/зм, кількість циклів за зміну 23 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить 9-10 насінин на 1 м рядка (2,0-3,0 кг/га) або 1,5-2,0 посівні одиниці.	При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибина посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1м рядка і заміряти відстань між насінням; прямолінійність рядків – на довжині 50м відбити базову лінію і через 0,5м заміряти відхилення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВС 00.000 ПЗ

Арк.

24

3. Наукова частина

Актуальність теми. За останні роки популярність сої як важливої та рентабельної сільськогосподарської культури в нашій країні суттєво зросла, у зв'язку з чим поступово збільшуються площі, зайняті цією рослиною, та обсяги збирання врожаю. Для досягнення більш високих результатів необхідно точно дотримуватися всіх технологічних особливостей. Дуже важливою операцією в технології стає посів, оскільки від нього залежить майбутній врожай. Тому робота над підвищенням врожайності культури за рахунок покращання процесу посіву насіння сої є дуже актуальною і потрібною для впровадження більш продуктивних технологічних процесів вирощування.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності роботи посівної секції просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів борозного котка.

Для досягнення мети поставлено такі задачі:

проаналізувати чинний процес роботи насінневого сошника сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

розробити вдосконалену конструкцію сошника просапної сівалки дослідити процес роботи та обґрунтувати раціональні параметри борозного котка як елемента загортальної системи;

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи борозного котка насінневого сошника секції просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри борозного котка насінневого сошника секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають його роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів борозного котка сошника на виконання процесу загортання борозни та обґрунтовано їх раціональні значення;

					<i>MBC 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досліджено поведінку ґрунту під дією борозного котка від початку руху до моменту прикочування висіяного насіння і показано вплив розмірів його поверхні на якість розподілу насіння в борозні;

виявлено зв'язок між геометричними параметрами поперечного профілю борозного котка та процесом ущільнення стінок борозни та загортання насіння;

аналітично обґрунтовано раціональні параметри елементів профілю борозного котка, що підвищують якість виконання технологічного процесу розподілення насіння і ефективність його роботи.

3.1 Напрями вдосконалення конструкції сошника секції сівалки Vesta 8

Підвищення врожайності просапних культур є основною метою у вирішенні більшості проблем, пов'язаних з удосконаленням технологічних процесів які виконують робочі органи сівалки. Одним з найважливіших етапів вирощування є посів. При посіві важливо створити максимально сприятливі умови для проростання насіння та його подальшого розвитку, це дає можливість прискорити появу рослин на денній поверхні і підвищити врожай.

Найважливішим робочим органом, який безпосередньо впливає на якість посіву, є сошник. На сьогоднішній день алгоритм виконання процесу сошником є чітко структурований і містить такі складові: утворення борозни п'ятою сошника; під час висіву насіння, від осипання в борозні, щоки сошника утримують шари ґрунту; після проходження щік сошника під природним кутом нахилу ґрунт заповнює борозну [14,15]. Такий технологічний процес сошника має один істотний недолік - після проходження сошника падаючий ґрунт закриває борозну на невелику величину менше глибини ходу сошника, що в свою чергу залишає борозну напіввідкритою. Під час самого скидання ґрунту, що потрапляє в борозну, може порушити рівномірність розміщення насіння по глибині. Нерівномірне розміщення насіння на глибині призводить до значних втрат урожаю [14,15]. Тому робота щодо підвищення врожайності

					<i>MBC 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сої шляхом покращення процесу загортання борозни є дуже актуальною та необхідною для впровадження більш продуктивних технологічних прийомів вирощування.

У зв'язку з цим постає проблема вдосконалення технології розміщення насіння в борозні, яка спрямована на покращення умов розміщення насіння по довжині та глибині борозни.

Наведемо короткий опис предмета розробки і недоліків в конструкції, а також способів їх усунення. Сошник для висіву сої (рис. 3.1) складається з щік 1, полоза 2 і кронштейнів для його кріплення 3.

Сошник призначений для створення відкритої борозни шляхом зрізання та розкидання на необхідну глибину верхнього шару ґрунту, залишаючи борозну відкритою на деякий час для забезпечення необхідних умов для розміщення насіння на її дні. Процес формування борозни значною мірою залежить від конструкції передньої частини сошника, функцією якого є безпосереднє розрізання шару ґрунту, та процесу ущільнення посівного ложа від конструкції п'яти сошника [16].

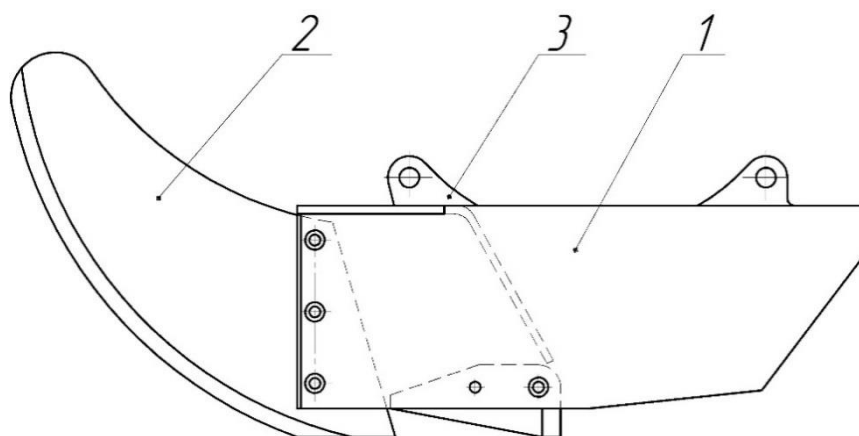


Рис. 3.1 Сошник сівалки для посіву сої:

1 - щіки; 2 - полоз; 3 - монтажний кронштейн

Сошник сівалки для висіву, незважаючи на деякі переваги, має суттєві недоліки. Так, висіяне насіння слід помістити на ущільнений ґрунт борозни та засипати нижніми шарами вологого ґрунту, але через недосконалість щік сошника борозна заповнюється сухим верхнім шаром ґрунту з меншим внутрішнім тертям, що погіршує проростання та розвиток рослин. Насіння, що

відокремлюється від висівних дисків, у певному порядку, при зіткненні зі стінками та дном клинної борозни, випадковим чином перерозподіляється по рядку, внаслідок чого насіння потрапляє на різні відстані в ґрунт, що істотно впливає на точність посіву. Це є причиною недостатнього сходження насіння та зниження врожайності, що неодноразово підтверджено випробуваннями просапних сівалок [17].

Відомі загортаючі пристрої не забезпечують достатнього контакту насіння з вологим ущільненим ґрунтом на дні борозни, що в свою чергу зменшує польову схожість, а це призводить до різної динаміки росту рослин.

На основі проведених досліджень та аналізу літератури ми розробили вдосконалений сошник-відкривач Vesta 8 (рис. 3.2). Запропонований сошник має у своїй конструкції новий робочий елемент – борозний коток, який призначений для створення сприятливих умов для проростання насіння.

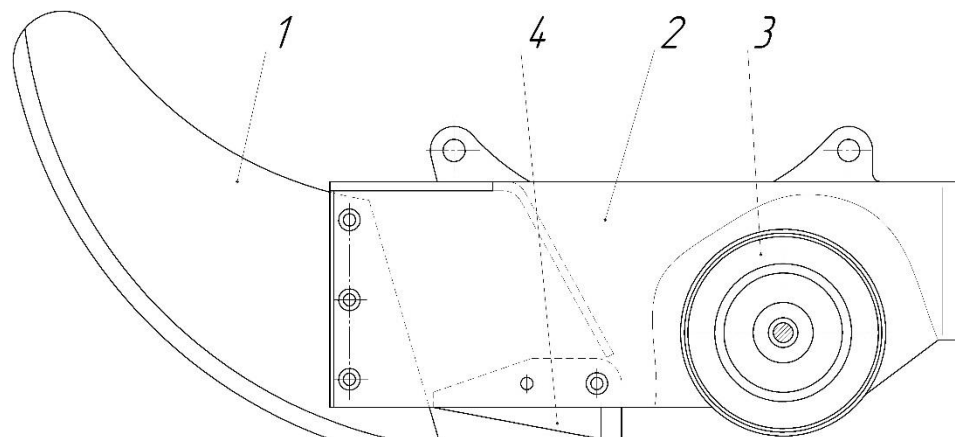


Рис. 3.2 Схема модернізованого сошника:

1 - полоз; 2 - щоки; 3 - борозний коток; 4 - п'ята

Конструкція сошника складається з таких елементів: полоз - призначений для зрізання ґрунту, щоки запобігають осипанню ґрунту під час сівби, п'ята - призначена для утворення борозни, розташований в задній частині щік сошника ущільнювач не тільки розподіляє насіння рівномірно а і ущільнює додатково стінки борозни для підтягування капілярної вологи до нього. Конструкція борозного котка показана на рис. 3.3.

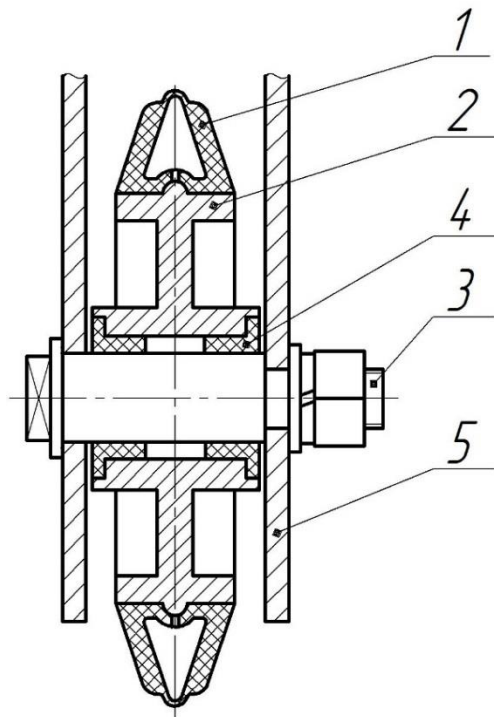


Рис. 3.3 Конструкція борозенного котка:

1 - обід; 2 - диск; 3 - вісь; 4 - підшипники ковзання; 5 – щоки сошника

Борозний коток складається з: пружного обода 1, який призначений для рівномірного розміщення насіння по глибині борозни та ущільнення її стінок, пружний обід має конструкцію у вигляді конічної поверхні з кутом нахилу, більший за кут п'яти яка утворює борозну, а зовнішній контур краю є радіальним меншою товщиною внутрішньої стінки, ніж бічні поверхні і є пружним, ширина виступу більша за розмір висіваємого насіння; диск 2, на який натягнутий пружний обід, в центрі диска виконано радіальний виступ для можливості усунення зміщення обода в горизонтальному напрямку; борозний коток обертається на осі 3 в підшипниках ковзання 4; вся конструкція встановлена між щоками сошника 5, що дає можливість уникнути значного налипання ґрунту на поверхню ущільнювача.

Сошник із запропонованим робочим органом працює наступним чином. Під час руху полоз сошника зрізає шар ґрунту, а п'ята утворює насіннєве ложе. Насіння сої, яке подає висівний апарат, потрапляє в борозну і вкладається на різній глибині. Дисковий ущільнювач борозни при переміщенні зовнішньої виступаючої радіальної поверхні, внаслідок деформації її поверхні, м'яко

притискує насіння до дна борозни, вирівнюючи глибину їх розміщення. Більший кут поверхні кромки дискового ущільнювача зміщує невелику частину ґрунту до дна борозни і покриває насіння, а стінки борозни додатково ущільнюються притягуючи до насіння капілярну вологу. Щоки сошника зрушують в борозну спочатку вологі, а потім сухіші шари ґрунту.

Ефективність нового сошника забезпечується наступними факторами:

1. Протягом усього часу роботи борозний коток створює оптимальні умови для висіву насіння на певну глибину, а насіннева борозна не тільки має ущільнені стінки, але й повністю загортається вологими шарами ґрунту.

2. Завдяки конічній конструкції та деформації поверхні обода внутрішня частина сошника між щоками не забивається вологим ґрунтом під час роботи борозного котка.

3. За рахунок зовнішньої виступаючої радіальної поверхні на поверхні ободу насіння рівномірно розміщується по глибині борозни, що дає можливість отримати рівномірні сходи.

3.2 Обґрунтування технологічно-конструктивних параметрів борозного котка

Визначення реакцій ґрунту, що діє на борозний коток.

Борозний коток перекочується на глибині h_0 під дією тягового зусилля P , а заглиблюється під дією вертикальної сили G (рис. 3.4). При цьому на нього з боку ґрунту діє реакція R .

Приймаючи систему координат xoy , розкладемо реакцію на осі x і y :
на вісь y

$$R_y = R_{1y} + 2R_{2y} \quad (3.1)$$

на вісь x

$$R_x = R_{1x} + 2R_{2x} \quad (3.2)$$

де R_{1x} , R_{1y} – складові реакції на циліндричній частині борозенного котка;

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R_{2x} , R_{2y} – складові реакції на конічній частині борозного котка.

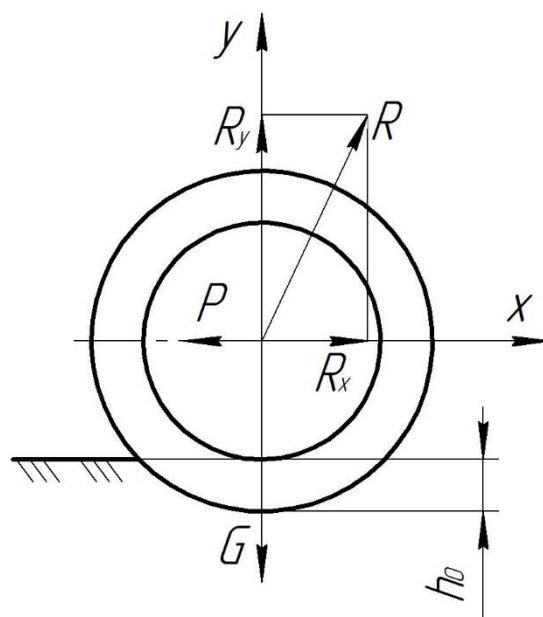


Рис. 3.4 Схема взаємодії борозного котка і ґрунту

Для визначення значень реакцій, Летошневим М.Н [18] запропоновані наступні співвідношення:

$$R_{1x} = q \cdot \frac{h_0^2}{2} \cdot b_1 \quad (3.3)$$

$$R_{1y} = \frac{2}{3} q b_1 \sqrt{2r_1 h_0^{1.5}} \quad (3.4)$$

где R_{1x} , R_{1y} – горизонтальна і вертикальна реакції, Н

b_1 – ширина циліндричної частини борозенного котка, м

r_1 – радіус циліндричної частини борозенного котка, м

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, Н/м³

h_0 – глибина занурення борозного котка в ґрунт, м.

В.Ф. Бабковим [19], який, з урахуванням (3.3) та (3.4), навів такі рівняння:

$$R_{1x} = q \cdot \frac{h^{\mu+1}}{\mu+1} \cdot b_1 \quad (3.5)$$

$$R_{1y} = \left(1 - \frac{\mu}{3}\right) q b_1 \sqrt{2r_1 \cdot h_0^{0.5+\mu}} \quad (3.6)$$

де μ - коефіцієнт, що характеризує ступінь зростання навантаження при зминанні.

При $\mu = 1$ рівняння (3.5) та (3.6) стають ідентичними з (3.3) та (3.4).

Однак, значення вертикальної складової реакції, що обчислюється за виразом (3.4), визначено М.Н. Летошнієвим [18] приблизно. Для подальшого розрахунку необхідно уточнити значення реакції.

При випадку, коли борозенний коток перекочується в ґрунті на глибині h_0 (рис. 3.5), нормальна реакція на ободі змінюється з глибиною h .

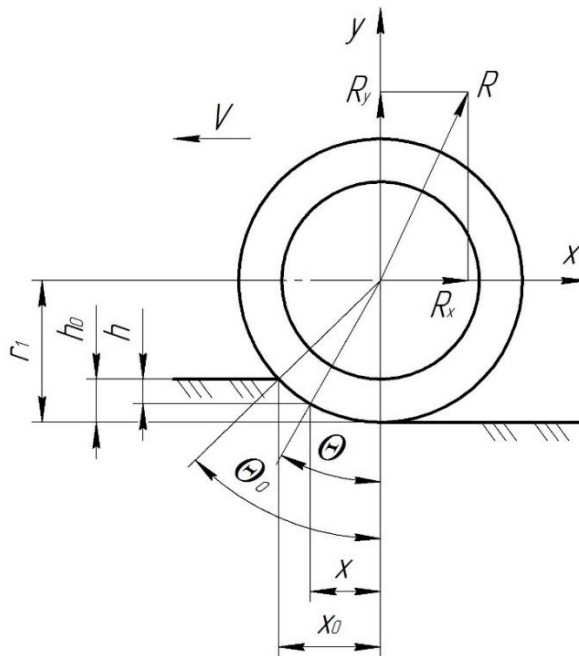


Рис. 3.5 Схема сил, що діють на циліндричну частину борозного котка

Тоді елементарна нормальна реакція

$$dR_1 = q h b_1 dS \quad (3.7)$$

де dS – елемент довжини обода.

Вертикальна складова реакції на обод

$$dR_{1y} = dR_1 \cos \Theta \quad (3.8)$$

де Θ – поточний кут на обід.

Тому що $dS \cos \Theta = dx$ то:

$$R_{1y} = \int_0^{x_0} qhb_1 dx \quad (3.9)$$

Представимо:

$$h = h_0 - r_1 + r_1 \cdot \cos \Theta, \quad x = r_1 \sin \Theta \quad (3.10)$$

Тоді:

$$R_{1y} = \int_0^{\Theta_0} b_1 q (h_0 - r_1 + r_1 \cos \Theta) dr_1 \sin \Theta \quad (3.11)$$

Вирішуючи інтеграл отримуємо:

$$R_{1y} = \frac{qb_1 r_1^2}{2} \cdot (\Theta_0 - \sin \Theta_0 \cdot \cos \Theta_0) \quad (3.12)$$

де $\Theta_0 = \arccos \frac{r_1 - h_0}{r_1}, \text{ рад} \quad (3.13)$

Нормальна реакція на обод:

$$R_1 = \sqrt{R_{1y}^2 + R_{1x}^2} \quad (3.14)$$

Реакцію можна виразити через рівняння (3.7). Для цього представимо:

$$S = 2r_1 \sin \frac{\Theta}{2} = \sqrt{2r_1} \cdot \sqrt{h_0 - h} \quad (3.15)$$

Тоді:

$$R_1 = \int_0^{h_0} \frac{1}{2} b_1 q \sqrt{2r_1} \cdot \frac{hdh}{\sqrt{h_0 - h}} \quad (3.16)$$

Вирішуючи інтеграл (3.16), отримаємо:

$$R_1 = \frac{2}{3} b_1 q \sqrt{2r_1} \cdot h_0^{1.5} \quad (3.17)$$

Порівнюючи вирази (3.16), (3.17), (3.4) приходимо до висновку, що вертикальна реакція R_{1y} , обчислена за виразом (3.4), буде дещо більшою, ніж насправді.

Отримані вирази (3.3), (3.12), (3.17) визначають значення реакцій, що діють на обод або циліндричну частину борозного котка.

На конічну частину борозного котка крім нормальної реакції N діє сила тертя F_{tp} (рис. 3.6), тому загальна реакція R_2 , визначиться з виразу:

$$R_2 = N \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \alpha + N \sin \alpha = \frac{N \sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} \quad (3.18)$$

де φ - кут тертя ґрунту об поверхню борозного котка.

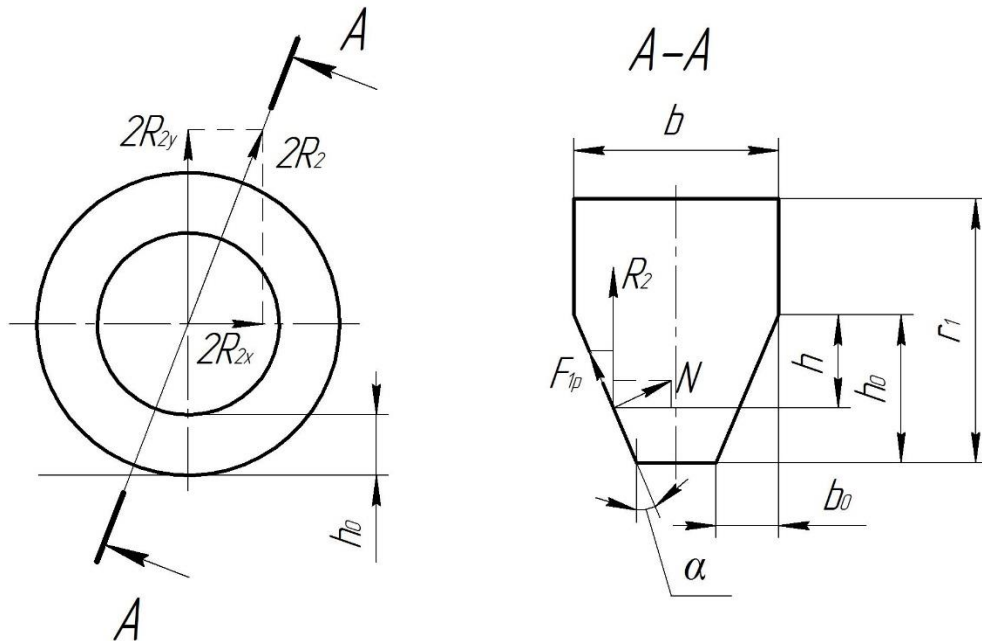


Рис. 3.6 Схема сил, які діють на конічну частину борозного котка

Представимо конічну частину борозного котка, що складається з нескінченно великого числа циліндричних дисків шириною db , на кожен з яких діє елементарна нормальна реакція. Тоді елементарна реакція dR_2 , що діє на елементі db ширини конічної частини, згідно (3.17) та (3.18) дорівнює:

$$dR_2 = \frac{2}{3} qdb \sqrt{2r} \cdot h_0^{1.5} \cdot \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} \quad (3.19)$$

де

$$h = \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad r = r_1 - h_0 + \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (3.20)$$

Тоді:

$$R_2 = \int_0^{b_0} \frac{2\sqrt{2}}{3} q \cdot \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} \cdot \sqrt{r_1 - h_0 + \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha}} \cdot \left(\frac{b}{\operatorname{tg} \alpha}\right)^{1.5} db \quad (3.21)$$

Вирішуючи інтеграл (3.21), отримаємо:

$$R_2 = \frac{\sqrt{2}}{72} q \sin \alpha (\operatorname{tg} \alpha + f) \cdot (2\sqrt{r_1 h_0} (8r_1 h_0 + 3h_0^2 - 3r_1^2) - 3(r_1 - h_0)^3 \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0} - 1}}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0} + 1}} \right|) \quad (3.22)$$

де f – коефіцієнт тертя ґрунту об борозний коток.

Елементарна горизонтальна реакція на конічній частині борозного котка:

$$dR_{2x} = \frac{h^2}{2} q db \cdot \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} \quad (3.23)$$

Тоді:

$$R_{2x} = \int_0^{b_0} q \frac{b^2}{2 \operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} db \quad (3.24)$$

Вирішуючи інтеграл (3.24), отримали:

$$R_{2x} = \sin \alpha (\operatorname{tg} \alpha + \varphi) q \frac{h_0^3}{6} \quad (3.25)$$

Вертикальна реакція на конічній частині бороздного котка:

$$R_{2y} = \sqrt{R_2^2 - R_{2x}^2} \quad (3.26)$$

Рівняння (3.3), (3.12), (3.25) і (3.26) визначають значення реакції, що діють на борозний коток. Для практичних розрахунків можна прийняти, з достатньою ступенем точності, що $R_{1y} \approx R_1$; $R_{2y} \approx R_2$ (згідно роботам В.П. Горячкина [20]). Тоді, виходячи із виразів (3.17) і (3.22), отримано:

$$R_{1y} = \frac{2}{3} q b_1 \sqrt{2r_1} \cdot h_0^{1.5} \quad (3.27)$$

$$R_{2y} = \frac{\sqrt{2}}{72} q \sin \alpha (tg \alpha + f) \cdot (2\sqrt{r_1 h_0} (8r_1 h_0 + 3h_0^2 - 3r_1^2) -$$

$$- 3(r_1 - h_0)^3 \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0} - 1}}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0} + 1}} \right| \quad (3.28)$$

А сумарні реакції, які діють на борозний коток, виходячи із рівнянь (3.1), (3.2), (3.3), (3.25), (3.27) і (3.28), будуть:

Горизонтальна складова

$$R_x = q h_0 \cdot \left(\frac{h_0 b_1}{2} + \sin \alpha (f + tg \alpha) \cdot \frac{h_0^2}{3} \right) \quad (3.29)$$

Вертикальна складова

$$R_y = \frac{2\sqrt{2}}{3} q (b_1 \sqrt{r_1} \cdot h_0^{1.5} + \frac{1}{24} \sin \alpha (tg \alpha + f) \cdot (2\sqrt{r_1 h_0} (8r_1 h_0 +$$

$$+ 3h_0^2 - 3r_1^2) - 3(r_1 - h_0)^3 \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0} - 1}}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0} + 1}} \right|)) \quad (3.30)$$

Визначення щільності ґрунту на дні борозни

Тиск який здійснює борозний коток на дно борозни, визначається за формулою:

$$p = \frac{R_1}{b_1 l_0} \quad (3.31)$$

де l_0 – довжина ділянки зминання, м (рис. 3.7)

b_1 – ширина ділянки зминання, м

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

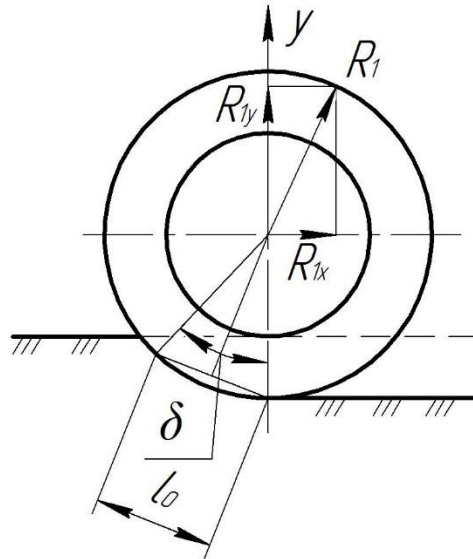


Рис. 3.7 Визначення тиску, що чинить обод котка на дно борозни

Як видно з рисунка 3.7:

$$l_0 = 2r_1 \sin \delta \quad (3.32)$$

$$p = \frac{R_1}{2b_1 r_1 \cdot \sin \delta} \quad (3.33)$$

Підставив значення R_1 з (3.17) в (3.33), отримали:

$$p = \frac{\sqrt{2} q h_0^{1.5}}{3\sqrt{r_1} \cdot \sin \delta} \quad (3.34)$$

так як:

$$\sin \delta = \frac{R_{1x}}{R_1} = \frac{3h_0^{1.5}}{4\sqrt{2}r_1} \quad (3.35)$$

отримали:

$$p = \frac{8qh_0}{9} \quad (3.36)$$

Щільність ґрунту на дні борозни можна визначити за коефіцієнтом пористості, що визначається як [21]:

$$\varepsilon = \frac{\gamma}{\rho} - 1$$

а щільність:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$\rho = \frac{\gamma}{\varepsilon + 1} \quad (3.37)$$

Для визначення коефіцієнта пористості при тиску В.Ф. Бабковим запропоновано залежність [19]:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \frac{1}{B_I} \ln \frac{p}{9,8 \cdot 10^4} \quad (3.38)$$

де p - тиск, Па,

ε_0 - коефіцієнт пористості, Па,

B_I - ступінь зміни коефіцієнта пористості при навантаженні.

Підставивши (3.16) до (3.18), а (3.18) до (3.17), отримаємо:

$$\rho = \frac{\gamma B_I}{B_I (1 + \varepsilon_0) - \ln \left(\frac{q h_0}{1,1 \cdot 10^5} \right)} \quad (3.39)$$

Обґрунтування оптимальних параметрів борозного котка посівної секції сівалки

Обґрунтування діаметра борозного котка

При роботі борозного котка повинна утворюватись борозна шляхом зминання ґрунту. Для цього необхідно, щоб борозний коток, переміщуючись у ґрунті на певній глибині, перекочувалася по ній, а не зминав ґрунт перед собою. Це можна досягти при достатньому коефіцієнті тертя ґрунту об поверхню борозного котка.

Процес кочення здійснюватиметься у тому випадку, якщо момент опору при коченні менший, ніж момент опору при ковзанні [23], тобто:

$$R_{1x} r_1 + M_n < R_1 f r_1 \quad (3.40)$$

де R_1 - нормальна реакція на обід, Н;

R_{1x} - тяговий опір на ободі котка, Н;

f – коефіцієнт тертя ґрунту по борозному котку;

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

M_n – момент опору у підшипнику борозного котка, Н/м.

Момент опору в підшипнику:

$$M_n < f_n \frac{d}{2} Q \quad (3.41)$$

де Q – навантаження на підшипник,

d – діаметр внутрішнього кільця підшипника,

f_n - наведений коефіцієнт тертя в підшипнику.

Оскільки $Q = R_1$, то умова (3.40) після перетворення запишеться:

$$\frac{R_{1x}}{R_1} r_1 + K < f r_1 \quad (3.42)$$

де $K = f_n \frac{d}{2}$.

Підставляючи значення R_1 і R_{1x} в (3.42), отримаємо:

$$2r_1 > \frac{2 f K + \frac{9}{32} h_0 + \sqrt{\frac{9}{8} h_0 f K + \frac{81}{1024} h_0^2}}{2} \quad (3.43)$$

де $2r_1$ – діаметр котка, м.

Умова (3.43) є умова перекочування диска з борозенної ковзанки на глибині h_0 . Однак, диск не повинен також згруджувати грудки, що знаходяться на поверхні ґрунту. Отже, для нормальної роботи необхідно защемлення грудок, тобто. повинна дотримуватись умова:

$$\lambda \geq \varphi_1 + \varphi_2 \quad (3.44)$$

де λ - кут защемлення,

φ_1 - кут тертя грудки ґрунту об диск,

φ_2 - кут тертя грудки об ґрунт (внутрішнє тертя) (рис. 3.8)

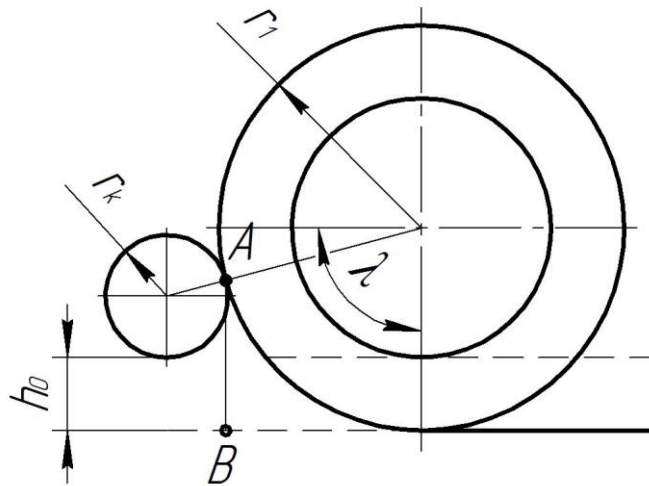


Рис. 3.8 Схема взаємодії борозного котка і грудки

З рис. 3.8 маємо:

$$AB = h_0 + r_k + r_k \cos \lambda \quad (3.45)$$

де r_k - радіус грудки, м.

Також:

$$AB = r_1 - r_1 \cos \lambda \quad (3.46)$$

Звідки:

$$2r_1 = 2 \frac{h_0 + r_k (1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2))}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

Згідно з умовою (3.44):

$$2r_1 \geq 2 \frac{h_0 + r_k (1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2))}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} \quad (3.47)$$

Таким чином, умови (3.43) і (3.47) визначають допустимий діаметр борозенного котка, який визначається глибиною його ходу та тертям ґрунту об диск і ґрунту об ґрунт.

З залежностей (3.43) та (3.20) видно, що зі збільшенням коефіцієнтів тертя мінімальний допустимий діаметр зменшується.

За дослідженнями П.У. Бахтіна [22] коефіцієнт тертя ґрунту об сталь для звичайного чорнозему становить при вологості 16...25% - 0,62...0,89, а коефіцієнт внутрішнього тертя 0,5...0,6.

Для мінімальних значень коефіцієнтів тертя і радіуса грудки $r_k = 0,5$ см за виразами (3.23) і (3.27) мінімальний діаметр борозного котка може становити 0,12м.

Обґрунтування ширини обода та висоти конічної частини борозного котка

Ширина обода борозного котка визначають шляхом вимірювання ширини дна борозни, на яку укладатиметься насіння.

Ширина дна борозни повинна бути достатньою для укладання насіння, що надійшло від апарата і хорошого контакту їх з ущільненим ґрунтом. Для цього необхідно, щоб ширина обода була більша за максимальну довжину насіння, що укладається, тобто:

$$b_1 > l_{\max} \quad (3.48)$$

Висота конічної частини борозного котка вибирається виходячи з оптимальної глибини загортання насіння в ґрунт, що становить 0,06м. Перевищення цього значення при даному куті конусності недоцільне через збільшення матеріаломісткості борозного котка за конструктивними параметрами.

Таким чином приймаємо висоту конічної частини борозного котка $h_k = 0,06...0,08$.

Обґрунтування кута конусності конічної частини борозного котка

Кут конусності конічної частини борозного котка визначає кут нахилу стінок борозни. Стінки борозни не повинні передчасно обсипатися, що призведе до закриття ущільненого дна та укладання насіння на пухкий шар ґрунту.

Осипання ґрунту зі стінок борозни відбувається під дією сили тяжіння, що діє на ґрунтові частки. Перешкоджає цьому процесу сила внутрішнього тертя у ґрунті, крім того, у зв'язних ґрунтах діє сила зчеплення частинок ґрунту

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

одна з одною. Мірою опору руху ґрунтових частинок у зв'язному ґрунті служить коефіцієнт зсуву, який грає таку роль, як коефіцієнт внутрішнього тертя в сипких матеріалах. Причому коефіцієнт зсуву f_c для ґрунтів, що деформуються, є величиною змінної і залежить від величини зовнішнього навантаження, прикладеної до ґрунту.

Коефіцієнт зсуву визначається:

$$f_c = \frac{\tau}{\sigma} \quad (3.49)$$

де τ - дотична напруга, Па,

σ - нормальна напруга, Па.

Відповідно до досліджень П.У. Бахтина [21] σ і τ пов'язані між собою прямолінійною залежністю:

$$\tau = k_1 \sigma + k_2 \quad (3.50)$$

де k_1 і k_2 - коефіцієнти, що залежать від вологості ґрунту.

Нормальний тиск на стінку борозни визначається, виходячи з виразів (3.18) та (3.22):

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{R_2 \cos \varphi}{S \cdot \sin(\alpha + \varphi)} = \frac{\sqrt{2}}{S \cdot 72} q \cdot \operatorname{tg} \alpha (2\sqrt{r_1 h_0} (8r_1 h_0 + 3h_0^2 - 3r_1^2) - 3(r_1 - h_0)^3 \cdot \lg \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} - 1}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} + 1} \right|) \quad (3.51)$$

де N - нормальна реакція стінки борозни, Н;

S - площа впливу реакції N , м².

Площа S визначається площею трапеції $ABCD$ (рис. 3.9).

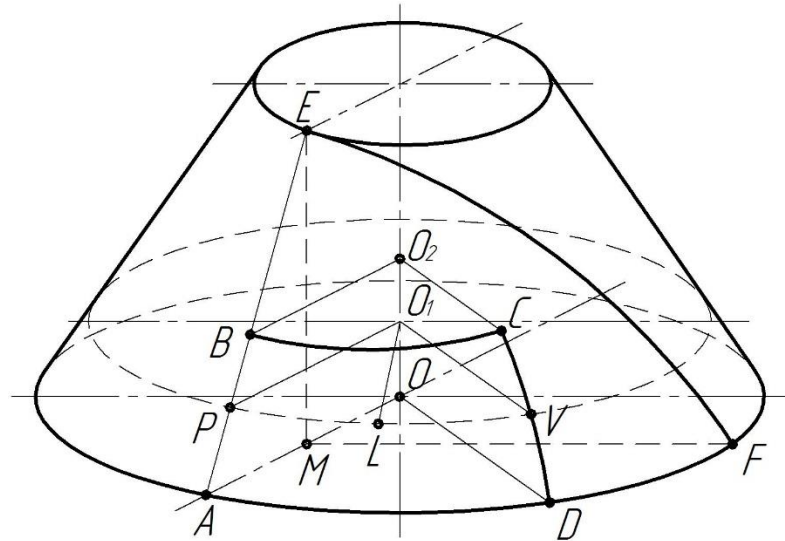


Рис. 3.9 Схема до визначення площі дії реакції N на борозний коток

Тут $\angle AOF = \angle \theta_0$ – кут контакту борозного котка з ґрунтом, $AM = h_0$ – глибина ходу борозного котка.

Поверхня AEF – поверхня контакту конічної частини борозного котка з стінкою борозни. Точка L – точка докладання рівнодіючої нормальної реакції ґрунту N . Кут $\angle PO_1V = 2\angle PO_1L$.

де $PO_1L = \arcsin R_{2x} / R_2$ - кут відхилення реакції N ,

де реакції R_{2x}, R_2 .

Тоді:

$$\angle PO_1L = \arcsin\left(\frac{12h_0^3}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{r_1h_0}} (8r_1h_0 + 3h_0^2 - 3r_1^2) - 3(r_1 - h_0)^3 \cdot \lg \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} - 1}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} + 1} \right| \right) \quad (3.52)$$

Площа S трапеції $ABCD$:

$$S = \sqrt{AB^2 - \left(\frac{AD - BC}{2}\right)^2} \cdot \frac{AD + BC}{2} \quad (3.53)$$

де

$$AB = \frac{AP}{0,4} = \frac{AE}{1,2} = \frac{h_0}{1,2 \cos \alpha} \quad (3.54)$$

$$AD = \sqrt{2AO^2 \cdot (1 - \cos PO_1V)} \quad (3.55)$$

$$BC = \sqrt{2O_2B^2 \cdot (1 - \cos PO_1V)} \quad (3.56)$$

Підставивши (3.54), (3.55) і (3.56) в (3.53), отримаємо:

$$S = \sqrt{\frac{4(r_1^2 + r_2^2) \cdot (r_1 - r_2)^2}{\cos^2 \alpha} \sin^2 PO_1L - 4(r_1^4 - r_2^4) \sin^4 PO_1L} \quad (3.57)$$

Підставивши, а (3.57) в (3.50), отримаємо:

$$\sigma = \frac{q \cdot \sin \alpha \cdot k^3}{864h_0^3 \sqrt{(r_1^2 + r_2^2) \cdot (r_1 - r_2) \cdot \sqrt{k^2(r_1 - r_2) - 72h_0^6 \cos^2 \alpha (r_1 - r_2)}}} \quad (3.58)$$

де

$$k = 2\sqrt{r_1 h_0} (8r_1 h_0 + 3h_0^2 - 3r_1^2) - 3(r_1 - h_0)^3 \cdot \lg \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} - 1}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} + 1} \right| \quad (3.59)$$

Підставивши (3.58) і (3.50) в (3.49), отримаємо коефіцієнт зсуву:

$$f_c = k_1 + \frac{k_2 \cdot 864 \cdot h_0^3 \sqrt{(r_1^2 + r_2^2) \cdot (r_1 - r_2) \cdot \sqrt{k^2(r_1 - r_2) - 72h_0^6 \cos^2 \alpha (r_1 - r_2)}}}{q \cdot \sin \alpha \cdot k^3} \quad (3.60)$$

На частинку ґрунту, що знаходиться на стінці борозни, діє сила тяжіння G , сила опору зсуву T та нормальна реакція N (рис. 3.10).

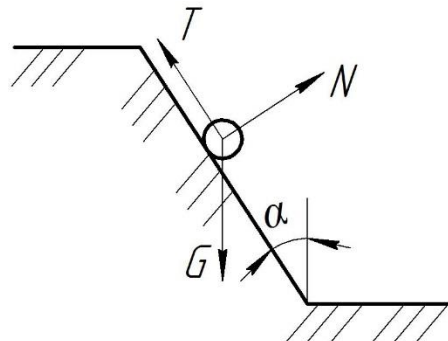


Рис. 3.10 Схема сил, що діють на частинку ґрунту яка знаходиться на стінці борозни

Тоді виходячи з умови рівноваги [23]:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$\begin{cases} T - G \cos \alpha = 0 \\ N - G \sin \alpha = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N f_c - G \cos \alpha = 0 \\ N = G \sin \alpha \end{cases} \Leftrightarrow \sin \alpha \cdot f_c - \cos \alpha = 0 \Leftrightarrow f_c = \operatorname{ctg} \alpha \quad (3.61)$$

Підставляючи вираз (3.40) в (3.42), отримаємо квадратне рівняння для $\operatorname{tg} \alpha$:

$$\operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \left(\frac{k_2^2 \cdot 864^2 \cdot h_0^6}{q^2 k^4} (r_1 + r_2)^2 \cdot (r_1 - r_2)^2 - k_1^2 \right) + \operatorname{tg} \alpha (2k_1) + \left(\frac{k_2^2 \cdot 864^2 \cdot h_0^6 (r_1^2 + r_2^2) \cdot (k^2 (r_1 - r_2)^2 - 72h_0^6 \cos^2 \alpha (r_1 - r_2))}{q^2 \cdot k^6} - 1 \right) = 0 \quad (3.62)$$

Звідки:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right) \quad (3.63)$$

$$\text{де } a = 7,5 \cdot 10^5 \frac{k_2^2 \cdot h_0^6}{q^2 k^4} (r_1 + r_2)^2 \cdot (r_1 - r_2)^2 - k_1^2$$

$$b = 2k_1$$

$$c = 7,5 \cdot 10^5 \frac{k_2^2 \cdot h_0^6 (r_1^2 + r_2^2) \cdot (k^2 (r_1 - r_2)^2 - 72h_0^6 (r_1^2 - r_2^2))}{q^2 k^6} - 1$$

Так, для чорноземів при вологості 20...25% із дослідження П.У. Бахтіна коефіцієнти $k_1 = 0.5$; $k_2 = 24500 \text{ Па} = 24,5 \text{ кПа}$. При глибині ходу $h_0 = 0,06 \text{ м}$ та $q = 10^6 \text{ Н/м}^3$ визначаємо $\alpha = 13^\circ$

4. Охорона праці

4.1 Вимоги безпеки та охорони праці

Суворо слідуйте інструкціям і дотримуйтесь розпорядження по безпеці. Категорично забороняється вести або доручати вести агрегат особам, що не мають водійських прав, недосвідченим і з поганим станом здоров'я.

Перед запуском агрегату перевірте абсолютну цілісність усіх захистів для транспортування і експлуатації. Необхідно опустити зчіпний пристрій перед закінченням роботи трактора, відключити мотор, включити стоянчне гальмо, ключ вийняти.

Приймання, навантажувально-розвантажувальні роботи, роботи з підготовки, обслуговування, постановці (зняття) на зберігання проводити з використанням вантажопідйомних механізмів, що виключають підняття важких частин вручну; домкрати повинні встановлюватися у вказаних на рамі місцях: коло, відмітного кольору від основного кольору сівалки; при виконанні монтажних робіт допускається піднімати і переміщувати вручну вантажі відповідно до чинного законодавства з охорони праці [25-27].

4.2 При експлуатації агрегату: необхідно забезпечити подовжню стійкість агрегату при якому не менше 20% ваги трактора повинні доводитися на передню вісь, керуючись рекомендаціями розділу «Правила експлуатації сівалки і регулювання»; при виявленні несправностей негайно зупинити агрегат, усунути несправність; на майданчику з ухилом поставте трактор на гальмо; при від'єднанні сівалки від трактора встановіть сівалку на стійки транспортного пристрою і опору; монтаж, збірку, технічне обслуговування, усунення несправностей, сівалки, що начіплена на трактор, проводить тільки з вимкненим двигуном і після установки сівалки на стійки транспортного пристрою і опору; регулярно перевіряти затягування кріпильних виробів, при необхідності підтягти; регулярно перевіряйте тиск в шинах опорно-приводних коліс; перед запуском агрегату перевірте зону навколо нього, щоб там не було

					<i>MBC 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

сторонніх осіб, особливо дітей і тварин; забезпечте хороший огляд. Проводити експлуатацію в належному одязі. Не надягайте просторий одяг, який може потрапити в частини сівалки, що обертаються [25-30].

Забороняється: експлуатація з будь-якими несправностями сівалки і трактора; знаходитися в зоні роботи гідравлічного маркера, бути між трактором і сівалкою, або поблизу агрегату під час навішування сівалки на трактор, сідати на раму або бункери для насіння і добрив; бути в зоні викиду вентилятором повітряного потоку; при роботі двигуна ходити попереду сівалки і трактора, сходити і сідати на трактор під час руху.

Під час роботи агрегату: проводити розворот з працюючим вентилятором; проводити розвороти з опущеною в робоче положення сівалкою; з опущеною в робоче положення сівалкою здавати назад; на сівалці і тракторі проводити будь-які регулювання; проводити підтяжку гайок, заміну деталей; очищати висіваючі апарати у разі забивання; проводити заправку насінням і добривами; мішки з насінням і добривами класти на сівалку, а також інші сторонні предмети [25-30].

4.3 При транспортуванні сівалки: перевезення людей на сівалці - категорично забороняється; транспортування сівалки завантаженою насінням і добривами - категорично заборонено; транспортування сівалки проводити тільки в положенні дальнього транспорту, при цьому подовжувачі маркерів повинні бути максимально засунуті, встановлені в транспортне положення і зафіксовані; підготовку сівалки для транспортування проводити у відповідності з розділом «Транспортування»; проводити транспортування агрегату по дорогах загального користування відповідно до «Правил дорожнього руху» [25-30].

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність сівалки з удосконаленням робочим органом

Економічна ефективність нової конструкції робочого органу розраховувалась на основі:

аналізу відповідності запропонованої конструкції сошника оснащеного борозним котком агротехнічним вимогам на загортання насіння сої;

оцінки переваг модернізованого робочого органу перед серійним;

визначення економічного ефекту від впровадження в господарстві.

Економічна ефективність від покращення якісних показників нового робочого органу визначалась на основі прогнозування результатів потенційної врожайності культури в господарстві від його використання.

Порівняння ефективності використання технологічного процесу із удосконаленням робочим органом та базовим показали, що врожайність сої при використанні нового технологічного процесу може підвищити врожайність на 2 ц/га в порівнянні із базовим.

Оскільки економічний ефект по новому технологічному процесу є результатом збільшення врожайності культури то ми можемо записати залежність отримання споживачем додаткової економічної користі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$D_{ек} = \Delta\Pi_y \cdot C_z \cdot H_c, \quad (5.1)$$

де $\Delta\Pi_y$ – мінімальний приріст врожайності, ц;

C_z – мінімальна закупівельна ціна, грн/ц;

H_c – нормативний наробіток машини за сезон, га.

Нормативний наробіток машини за сезон визначає наступна залежність:

$$H_c = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{ез} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

де B – ширина захвату сівалки, м;

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

V_p – швидкість руху сівалки, км/год;

K_{ez} – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

T_z – мінімальне завантаження сівалки за сезон, год.

Очікуваний річний економічний ефект на одну модернізовану машину:

$$E_p = D_{ek} - E_n \Delta K_{dk}; \quad (5.3)$$

де D_{ek} – додаткова економічна користь, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

ΔK_{dk} – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний річний економічний ефект на гектар посівної площі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_c,$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайності сої по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц сої [31]; значення нормативних величин [32]; технічних характеристик модернізованої машини [16]. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$D_{ek} = 2 \cdot 1500 \cdot 119,34 = 358020 \text{ грн}$$

$$H_c = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,8 \cdot 0,65 \cdot 50 = 123,76 \text{ га}$$

$$E_p = 358020 - 0,15 \cdot 200 = 357990 \text{ грн}$$

$$E_n = 357990 / 123,76 = 2892,6 \text{ грн/га}$$

Результати розрахунку економічної ефективності зведені в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

**Порівняльні показники економічної ефективності впровадження
модернізованої сівалки**

Показники	Один. вим.	Серійна сівалка	Модернізована сівалка
Наробіток за сезон	га	120	
Продуктивність за 1 годину по експлуатаційному часі	га/год	2,37	
Маса секції робочих органів	кг	44,5	44,8
Робоча швидкість	км/год	6,8	
Врожайність	ц/га	24	26
Очікуваний річний економічний ефект споживача	грн	—	357990
Економічна ефективність	грн/га	—	2892,6

Висновки

1. Проведений аналіз агротехніки вирощування сої дозволив зробити наступні висновки. Технологія вирощування сої характеризується високим ступенем механізації і хімізації виробництва, своєчасністю і високою якістю виконання всіх технологічних операцій, це дозволяє вирощувати високі врожаї з мінімальними витратами, на одиницю продукції, праці і коштів.

2. Аналіз існуючої технології вирощування сої свідчить про те, що значного зниження собівартості її вирощування можна досягти, покращивши якість процесу посіву, а це впливає на рівномірність і дружність сходів.

3. Теоретично встановлено, закономірності впливу геометричних параметрів борозного котка сошника на виконання процесу загортання борозни та обґрунтовано їх раціональні значення;

4. Аналітично досліджено поведінку ґрунту під дією борозного котка від початку руху до моменту прикочування висіяного насіння і показано вплив розмірів його поверхні на якість розподілу насіння в борозні;

5. Виявлено зв'язок між геометричними параметрами поперечного профілю борозного котка та процесом ущільнення стінок борозни та загортання насіння;

6. Обґрунтовано раціональні параметри елементів профілю борозного котка, що підвищують якість виконання технологічного процесу розподілення насіння і ефективність його роботи.

7. В процесі модернізації сівалки Vesta 8 нами був розроблений удосконалений сошник який має у своїй конструкції новий робочий елемент – борозний коток, який призначений для створення сприятливих умов для проростання насіння.

8. Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час сої.

9. Розроблена конструкція сошника сівалки Vesta 8, дає можливість покращити процес посіву насіння сої і збільшити врожайність до 10%.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ананьева В.В. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сои: Методические рекомендации М.: "Росинформагротех", 2008. С. 56
2. Бельшикина М.Е. Приоритетные направления развития производства сои // Агро XXI. - 2013. - №10-12. - С. 9-11
3. Арабужиев С.Д., Горанова К.А. Соя М.: Колос, 1981. С. 197
4. Головашич А.П. Индустриальная технология производства сои М.: Россельхозиздат, 1985. С. 238
5. Баранов В.Ф., Корреа У.Т. Оптимизация глубины заделки семян при разных сроках посева сои // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2006. – Вып. 2 (135). – С. 100-103.
6. Вавилов П.П. Растениеводство М.: Агропромиздат 1986. - 512с.
7. Шепілова Т.П., Петренко Д.І., Лещенко С.М., Скриннік І.О., & Артеменко Д.Ю. (2021). ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ. Вісник Полтавської державної аграрної академії, (1), 37-42.
<https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.04>
8. Бабич А.О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля: [монографія] – К.: Аграр. наука, 1998. – 271 с.
9. Корнійчук О. Ефективний захист сої від хвороб // Зерно. – 2015. – № 5. – С. 146 - 149.
10. Занько М. Особливості збирання сої // Пропозиція. – 2013. – № 8. – С. 124 - 127.
11. Кудлай І. Технологічні прийоми вирощування сої / І. Кудлай, А. Осипчук, О. Осипчук // Тваринництво України. – 2013. – № 5. – С. 11–16.
12. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладизинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.

13. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.

14. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Высшая школа, 1977. – 328 с.

15. Босой Е.С. Теория и расчет с/х машин / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов – М.: Машиностроение, 1978. – 526 с.

16. ОАО «Червона зирка». Сеялки универсальные пневматические УПС-6, УПС-8, УПС-12 и их модификации. Руководство по эксплуатации (для оператора). Кировоград, 2010. – 87 с

17. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева сельскохозяйственных культур. – М.: Машиностроение, 1976. – 296 с.

18. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины □Текст. - Л.: Сельхозгиз, 1995. -764 с.

19. Бабков В.Ф., Безрук В.М. Основы грунтоведения и механики грунтов [Текст] - М.: Высшая школа, 1976. - 328 с.

20. Горячкин В. П. Собрание сочинений □Текст□ в 3 т. – М.: Колос, 1965. - Т. 1. – 720 с.

21. Ма С. А. Технологические основы посева сельскохозяйственных культур и перспективы развития сеялок // Сб. н. тр. ВИМ. - М.: 1998. - Т. 124. Технологические и теоретические основы посева сельскохозяйственных культур. - С. 6-16.

22. Бахтин П.У. Исследование физико-механических и технологических свойств почв – М.: Колос, 1969. - 271 с.

23. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: В 2-х томах. Т.2. Динамика. – 6-е изд., перераб. и доп. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М.: Наука, 1983. – 640 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

24. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. Изд. 2-е, исправленное; М.: Наука, 1966. – 300 с.
25. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.
26. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. АО "Кодекс", М.: Стандартинформ, 2019. – 60 с.
27. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машинаи сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.
28. СП 4282-87. Санитарные правила по устройству тракторов и сельскохозяйственных машин. М.,1987. - 13 с.
29. ГОСТ 25942-90. Тракторы и сельскохозяйственные машины. Устройства быстросоединяющие. Требования к конструкции. М., 1990. – 4 с.
30. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецкий – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.
31. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни.
<https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>
32. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

Додатки

MBC 00.001 T4

					МВС 00.001 Т4			
Відділ	№ документа	Лист	Лист	Операційна карта		Лист	Масштаб	Місцевість
Розвідка	Ідентифікаційна					Лист		
Знайдено	Діагностична			-		Лист		Масштаб
Ліквідація	Відмова					20.01.2014 МЗ(14)		
Відмова	Відмова			Копія		Відмова		Ліквідація

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			MBC 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
					Складальні одиниці		
		1		MBC 00.000.01	Опорно приводне колесо	2	
		2		MBC 00.000.02	Маркери	2	
		3		MBC 00.000.03	Вентилятор	1	
		4		MBC 00.000.04	Секція робочих органів	8	
		5		MBC 00.000.05	Коробка зміни передач	2	
		6		MBC 00.000.06	Туковисівний апарат	3	
		7		MBC 00.000.07	Сошник туковий	8	
		8		MBC 00.000.08	Система трубопроводів	8	
		9		MBC 00.000.09	Механізм передач	2	
Подп. и дата				10	MBC 00.000.10	Механізм навіски	1
				11	MBC 00.000.11	Повітряпровод	2
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.000	
	Разраб.	Бондарович				Універсальна пневматична сівалка Vesta 8	
	Пров.	Артеменко					
	Н.контр.	Мачок					
	Утв.	Свірень				Лист. Лист Листов 1 1 1	
						ЦНТУ гр. АІ-20МЗ(1,4)	

Копировал
Формат А4



- [illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A1			MBC 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A4	1		509.046.1250	Поводок	1	
	A4	3		509.046.1270	Натяжник	1	
	A4	10		509.046.1440	Опора	1	
	A4	16		509.046.1490A-1	Поводок	1	
	A4	20		509.046.2050A	Кронштейн	1	
	A2	28		MBC 00.140	Сошник	1	
	A4	33		509.046.4720	Винт регулювальний	1	
Взам. инв. №	A2	36		509.046.4750A	Каток передній	1	
	A2	38		MBC 00.120	Прикочуючий каток	1	
	A0	40		MBC 00.130	Ущільнювач	1	
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.110	
	Разраб.	Бондарович				Лит.	Лист
	Пров.	Артеменко					Листов
	Н.контр.	Мачок				1	
	Утв.	Свірень				ЦНТУ	
						гр. АІ-20МЗ(1,4)	
Копировал						Формат А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Деталі		
A4		42	С 4.602	Штур	1	
A3		45	С 48.601-09	Вісь	1	
A4		54	ССГ 00.121	Вкладиш	1	
A4		57	ССГ 00.647	Винт	1	
A3		60	СУПА 00.016	Ролик	1	
A4		63	509.046.0023	Шкала	1	
A4		65	509.046.4107A	Зацеп	1	
A4		70	509.046.669-01	Ось	1	
A4		73	509.046.6026	Штур	1	
A4		78	509.046.6108	Штур	1	
A4		79	509.046.6201	Штур	1	
A4		82	552.6.008	Пружина	1	
A3		84	552.7.005	Пружина	1	
A3		87	552.7.016	Пружина	1	
Инв. № подл.			МВС 00.110			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат A4

Копировал

Формат А4

Формат		Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Стандартні вироби		
		95			Болт М10-6dх50.66.019 ГОСТ 7796-70	2	
					Гайки ГОСТ 5915-70 М10-6Н.8.019	2	
		98			М12-6Н.6.019	1	
		99					
		102			Шайба 10 65Г 019 ГОСТ 6402-70	2	
					Шайби ГОСТ 11371-78 С 8.01.10.019	1	
		105			С 10.01.10.019	1	
		106			С 12.01.10.019	6	
		107			С 16.01.10.019	1	
		109					
					Шпінти ГОСТ 397-79 2х14.019	1	
		112			3,2х18.019	5	
		113			4х20.019	2	
		114			5х28.019	5	
		115					
		120			Кільце В40 ГОСТ 13940-86	1	
		</					

Копіював

Формат А4

1. Критичний момент запалювання деталеї поз. 95 і поз. 98 – 19–23 тн (19...23 кгс/м).
2. Всі шарнірно з'єднані деталі повинні вільно рухатись одна відносно одної без заїждань і перекосів.
3. *Розміри для надбавок.
4. Інші технічні вимоги згідно ТУ У 29:3-057844-37-255:2005

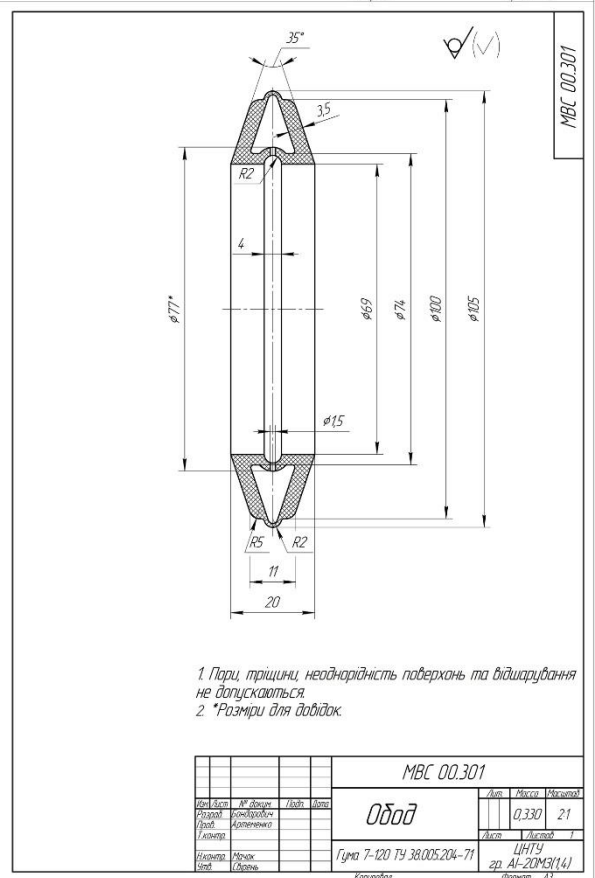
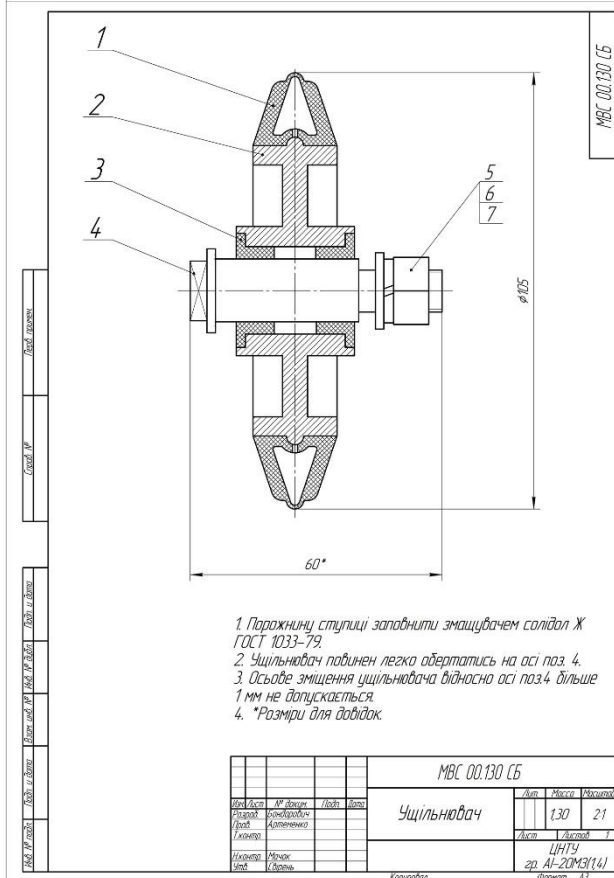
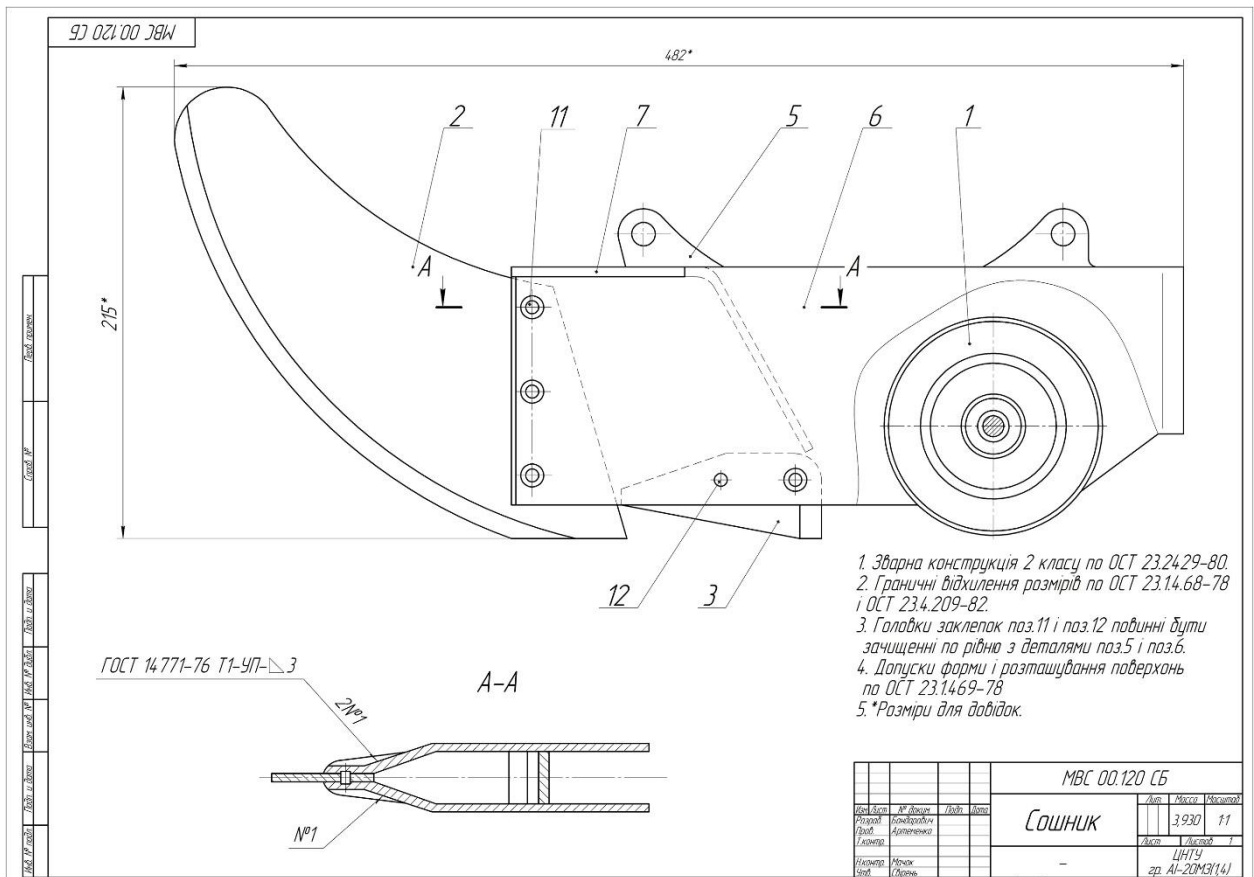
[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документація			
	A2			MBC 00.120 СБ	Складальне креслення			
					Складальні одиниці			
	A2	1		MBC 00.120.01	Ущільнювач	1		
					Деталі			
	A2	2		MBC 00.120.02	Полос	1		
	A3	3		MBC 00.120.03	П'ята	1		
	A3	5		MBC 00.120.05	Щока	1		
	Б/4	6		MBC 00.120.06	Щока	1		
	Б/4	7		MBC 00.120.07	Полиця	1		
	Б/4	11		MBC 00.120.11	Заклепка	3		
	Б/4	12		MBC 00.120.12	Заклепка	1		
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.120		
	Разраб.	Бондарович						
	Пров.	Артеменко						
	Н.контр.	Мачок						
	Утв.	Свірень						
СОШНИК						Лист.	Лист	Листов
								1
						ЦНТУ		
						гр. АІ-20МЗ(1,4)		

Копировал

Формат А4

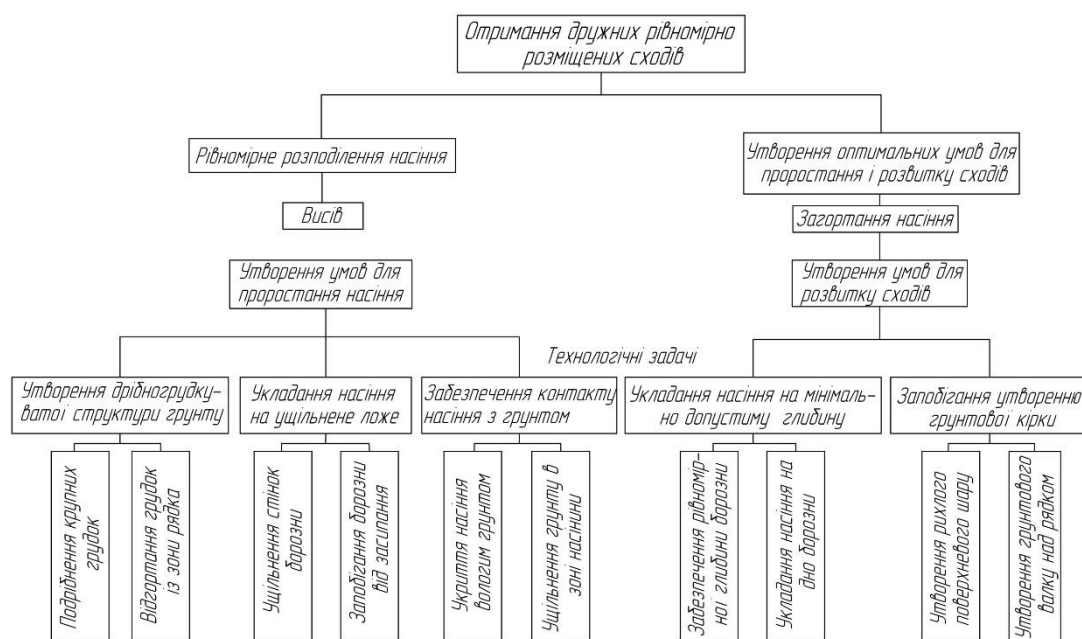
Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A2			MBC 00.130 СБ	Складальне креслення			
					Складальні одиниці			
	A3	1		MBC 00.301	Одод	1		
	A2	2		MBC 00.130.02	Ступиця	1		
	A3	3		MBC 00.130.03	Підшипник	2		
Подп. и дата	A3	4		MBC 00.130.04	Ось	1		
		5			Стандартні вироби Гайка М8-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70	1		
		6			Шайба 8 65Г 019 ГОСТ 6402-70	1		
		7			Шайба С 8 01.10.019 ГОСТ 11371-78	1		
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.130		
	Разраб.	Бондарович						
	Пров.	Артеменко						
	Н.контр.	Мачок						
	Утв.	Свірень						
Ущільнювач						Лит.	Лист	Листов
								1
						ЦНТУ		
						гр. АІ-20МЗ(1,4)		
Копіював						Формат А4		



MBC 00.001 H4

Для досягнення мети поставлено такі **задачі**:
проаналізувати чинний процес роботи насіннєвого сошника
сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;
розробити вдосконалену конструкцію сошника просапної сівалки
дослідити процес роботи та обґрунтувати раціональні
параметри борозного котка як елемента загортальної системи;
оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого
робочого органу.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри борозного котка насінневого сошника секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають його роботу.



Структурна схема технологічного процесу отримання дружних сходів

[illegible]

Обґрунтування технологічно-конструктивних параметрів борозного котка

Визначення реакцій ґрунту, що діє на борозний коток

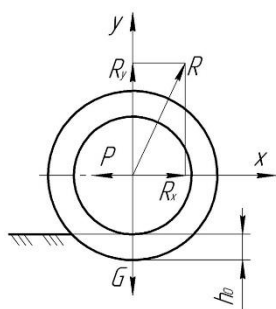


Схема взаємодії борозного котка і ґрунту

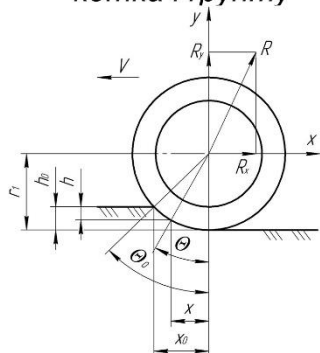


Схема сил, що діють на
циліндричну
частину борозного котка

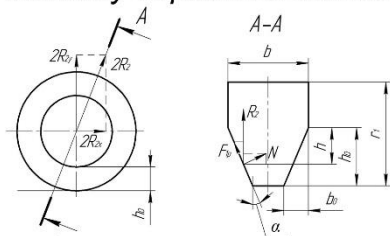
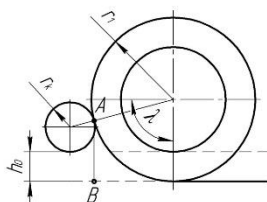


Схема сил, які діють
на конічну
частину борозного котка



*Схема взаємодії борозного
котка і грудки*

$$R_{lx} = q \cdot \frac{h^{\mu+1}}{\mu+1} \cdot b_1 \quad (1)$$

$$R_{1y} = \left(1 - \frac{\mu}{3}\right) q b_1 \sqrt{2r_1 \cdot h_0^{0.5+\mu}} \quad (2)$$

Нормальна реакція на обод котка

$$R_1 = \frac{2}{3} b_1 q \sqrt{2r_1} \cdot h_0^{1.5} \quad (3)$$

Реакції які діють на бічну стінку обода

$$R_x = qh_0 \cdot (\frac{h_0 b_1}{2} + \sin \alpha (f + t \tan \alpha) \cdot \frac{h_0^2}{3}) \quad (4)$$

$$R_y = \frac{2\sqrt{2}}{3} q(b_1\sqrt{r_1} \cdot h_0^{1.5} + \frac{1}{24} \sin \alpha (tg \alpha + f) \cdot (2\sqrt{r_1 h_0} (8r_1 h_0 + 3h_0^2 - 3r_1^2) - 3(r_1 - h_0)^3 \ln \left| \frac{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} - 1}{\sqrt{\frac{r_1}{h_0}} + 1} \right|)) \quad (5)$$

Щільність ґрунту на дні борозни

$$\rho = \frac{\gamma B_I}{B_I(1 + \varepsilon_0) - \ln\left(\frac{qh_0}{1.1 \cdot 10^5}\right)} \quad (6)$$

Діаметр борозного котка

$$2r_1 \geq 2 \frac{h_0 + r_k (1 + \cos(\varphi_1 + \varphi_2))}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} \quad (7)$$

[illegible]