

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування кормових бобів з розробкою
прикочуючого котка для агрегату передпосівної обробки ґрунту»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-22М(1,4)
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Муленко Костянтин Андрійович
« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____Дмитро АРТЕМЕНКО
« ____ » _____ 2023 р.
Рецензент
д.т.н, професор КрНУ
_____Микола МОРОЗ
« ____ » _____ 2023 р.

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документація загальна			
						Заново розроблена			
		A4			МВКБ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка			
						Документація по технологічній частині			
						Заново розроблена			
		A1			МВКБ 00.001 ТЧ	Операційна карта	1		
						Документація по складальним одиницям			
						Заново розроблена			
		A1			МВКБ 00.000 СБ	Культиватор причіпний універсальний КПУ 4	1		
		A1			МВКБ 00.110 СБ	Коток	1		
		A2			МВКБ 00.120 СБ	Ступиця	1		
						Документація по деталях			
		A3			МВКБ 00.110.03	Ущільнювач	1		
		A3			МВКБ 00.120.02	Диск	1		
					МВКБ 00.000 ВП				
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
					Разраб.	Мценко			
					Пров.	Артеменко			
					Н.контр.	Мачок			
					Утв.	Лещенко			
Відомість проекту						Лит.	Лист	Листов	
								1	
						ЦНТУ зр. АІ-22М(1,4)			

Копіював
Формат А4

[illegible]

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	24
4. Охорона праці	44
5. Економічна частина.....	46
Висновки.....	49
Список використаної літератури.....	50
Додатки	

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Вирощування кормових бобів в сільському господарстві України відіграє важливу роль у забезпеченні високоякісних кормів для тваринництва та підтриманні родючості ґрунтів. Ця культура є дуже перспективною через високу врожайність, високу харчову та кормову цінність, здатність азотфіксації, а також спроможність поліпшувати структуру ґрунту. Кормові боби мають високий вміст білка та інших поживних речовин, що робить їх важливою складовою для виробництва кормів для тварин. Боби покращують структуру ґрунту, зменшують його ерозію та підвищують його вологовбирання, це є важливим елементом в системі сівозмін [1,2].

Одним із важливих етапів вирощування кормових бобів є передпосівний обробіток ґрунту. Передпосівний обробіток забезпечує: вирівнювання ґрунту, усунення залишків рослинності, проводить рівномірне ущільнення ґрунту допомагає створити оптимальні умови для росту кореневої системи рослин, забезпечуючи їм доступ до необхідного повітря та вологи. Правильний передпосівний обробіток допомагає не лише зберегти вологу в ґрунті, що особливо важливо під час сухих періодів, а і покращенню структури ґрунту, сприяє його водопроникності та вентиляції, а це напряду впливає на врожайність кормових бобів [3,4].

Вирощування кормових бобів українськими аграріями має значний потенціал, а збільшення урожайності та попиту на кормові боби створює обґрунтовані можливості для розвитку цього сектора [5,6].

Тому в даній роботі вирішується проблема вдосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту та конструкції котка з робочими елементами кулачкового типу, що спрямована на покращення умов проростання насіння.

					МВКБ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Муленко			Пояснювальна записка		
Перевір.		Артемченко					
Н. Контр.		Мачок					
Затверд.		Лещенко					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						6	
					ЦНТУ зр. АІ-22М(1,4)		

2. Технологічна частина

2.1 Основні вимоги до вирощування кормових бобів

Кормові боби (рис. 2.1) є важливою культурою, яка має високу цінність у харчовому та кормовому використанні. Зерно цієї культури містить значну кількість крохмалю (50-55%), білка (25-35%), клітковини (3-6%), золи (2,6-4,1%) та жиру (0,8-1,5%). Це високоефективний концентрований корм, який містить 1,29 кормових одиниць і 280 г перетравного протеїну в 1 кг зерна.



Рис. 2.1 Кормові боби

Зерно використовується для виготовлення комбикормів та має велику кількість незамінних амінокислот. Крім того, воно багате вітамінами, необхідними для нормального розвитку тварин. Бобові культури відносяться до біологічно цінних білкових кормів з високою перетравністю зеленої маси (72%) та зерна (98%). Зелена маса бобів застосовується як зелений корм та для силосування. Кормові боби є важливим компонентом рослинних трав, оскільки мають високу стійкість до вилягання та можуть бути використані як зелене добриво на важких ґрунтах [7,8].

Температура. Кормові боби є відносно морозостійкою культурою. Насіння проростає при температурі 3-4°C, але сходи можуть пережити приморозки від мінус 3-5°C і виживають лише до мінус 6-7°C. З початком осінніх заморозків при температурі 3-4°C вегетація припиняється. Оптимальна температура для нормального росту і розвитку бобів становить

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

15-18°C, але для цвітіння і утворення плодів - 15-20°C. Вищі температури, особливо понад 30°C, можуть пригнічувати ріст рослин [8,9].

Волога. Кормові боби - вологолюбна культура, особливо важлива волога на початковому етапі появи сходів і під час цвітіння. Для проростання насіння потрібно 110-120% від власної ваги води. Недостатня волога призводить до поганого росту, втрати листя і стрімкого падіння врожаю, однак, зайвий залишок вологи також небажаний, оскільки це може викликати перезволоження і набухання плодів [8,9].

Світло. Кормові боби є рослинами, які вимагають тривалого світлового дня. Вони краще ростуть та дозрівають на південних широтах, де вегетаційний період триває від 95 до 130 днів.

Ґрунт. Найкращі урожаї бобів на родючих ґрунтах, зокрема глибоких чорноземах і темно-сірих суглинках. Вони також успішно ростуть на висохлих заплавах ґрунтах та на зв'язаних глинистих. Але вони не витримують перезволоження ґрунту і не ростуть на ґрунтах із низьким рівнем підзолистості або на піщаних. Боби добре використовують важкорозчинні фосфорні і кальцієві сполуки з нижніх шарів ґрунту і виносять їх у верхні шари, де вони стають доступними для інших рослин. Ці культури засвоюють більше азоту, калію і фосфору з ґрунту порівняно з іншими рослинами, тому збагачують його поживними речовинами [8,9].

2.2 Технологія вирощування кормових бобів

Попередники. Боби висіваються після просапних культур, таких як цукрові буряки, картопля і кукурудза. Ці культури залишають поле практично вільним від бур'янів. Також, до цих культур зазвичай застосовують органічні та мінеральні добрива, що підвищує продуктивність ґрунту для подальшого ефективного використання кормовими бобами. Застосування мінеральних добрив дозволяє вирощувати боби після будь-яких зернових культур. Проте розміщення їх після озимих зернових є найбільш доцільним варіантом. Боби, завдяки потужній кореневій системі є чудовим попередником для різних зернових культур. Їх розвинене коріння формує

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

порожнини в ґрунті, забезпечуючи його пухкість та доступність поживних речовин для кореневої системи наступних культур. Боби не можна вирощувати після інших бобових або злакових трав, а також після зернових бобових культур. Повторне висівання на тій же площі може призвести до захворювань кореневої системи та збільшення шкідників, тому ці культури необхідно вирощувати на тому ж полі не раніше, ніж через 4-5 років. Організація сівозміни також важлива: кормові боби мають бути віддалені від багаторічних трав на відстані не менше 500 метрів, щоб уникнути спільних шкідників. Кормові боби також можуть використовуватися як цінне сидеральне добриво, яке покращує врожай зерна під час вирощування озимої пшениці [8,9].

Обробіток ґрунту. Обробіток ґрунту перед посівом бобів залежить від попередника. Після просапних культур застосовується зяблева оранка на глибину 25-27 см. У разі, якщо перед кормовими бобами були зернові культури, зяблювання може бути обмежене дисковими чи лемішними лущильниками. В залежності від ґрунту і погодних умов, доцільно використовувати важкі борони БЗТС-1,0 або культиватор КПС-4, щоб знищити бур'яни та підготувати ґрунт до сівби. Весною, якщо планується швидка сівба, боронування може бути пропущено, а сівбу можна провести безпосередньо після оранки. Глибина передпосівної культивації складає 10-12 см. Дві культивації проводять на важких ґрунтах: першу глибиною 6-8 см, другу під кутом до першої глибиною 10-12 см. Для збереження вологи у ґрунті, час між оранкою і сівбою має бути невеликим - не більше години. Це дозволяє проводити сівбу в одному напрямку, не чекаючи закінчення обробки усієї ділянки [10-12].

Удобрення. Кормові боби активно використовують поживні речовини з ґрунту, тому вони успішно ростуть на родючих ґрунтах зі сприятливою реакцією, наближеною до нейтральної. Для отримання 1 центнера зерна та відповідної кількості соломи потрібно використовувати 1,5-2,1 кілограмів фосфору, 6-7 кілограмів азоту, 2,2-2,8 кілограмів кальцію та 2,5-2,8

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кілограмів калію. Найбільше поживних речовин надходить у рослину на етапі інтенсивного росту стебла та утворення бобів. Кормові боби сприймають органічні та мінеральні добрива не лише на бідних, але й на родючих ґрунтах. Норми мінеральних добрив встановлюються залежно від родючості ґрунту, запланованого врожаю та інших факторів і можуть коливатися від Р40-90К40-90. Всю кількість добрив рекомендується вносити під час зяблевої оранки. Весняне внесення під час культивуації може знизити ефективність фосфорних та калійних добрив. Обробка насіння бактеріальними добривами є важливою складовою системи добрив для бобів. Мікродобрива, такі як марганець, бор, кобальт, мідь, магній і молібден, сприяють збільшенню врожаю та покращенню якості насіння. Мідь позитивно впливає на розвиток кормових бобів, а молібден особливо ефективний на кислих ґрунтах [10-12].

Насіння. Більшість сортів кормових бобів характеризується рослинами які мають високе стебло і відносно маленьке насіння - маса 1000 шт становить 250-650 грамів. Для сівби використовують велике та однакове насіння. Насіння обробляють бактеріальними добривами у затемнених приміщеннях в день сівби, щоб захистити його від прямих сонячних променів, які можуть шкодити бактеріям. Також протруювання поєднують з використанням мікродобрив. Україна наразі не має зареєстрованих препаратів для протруєння насіння кормових бобів. Дослідження Львівського державного аграрного університету, показали ефективність використання ризоторфіну для підвищення урожайності та якості зерна кормових бобів. Також, за впливу ризоторфіну, в зерні кормових бобів зросли вміст найбільш дефіцитних незамінних амінокислот, таких як метіонін, лізин і треонін [10-12].

Способи сівби. Кормові боби висівають широкорядним способом (з міжряддями 45 см), хоча на полях без бур'янів із використанням гербіцидів доцільніше використовувати звичайний рядковий метод. Сівбу здійснюють за допомогою різних сівалок, таких як УПС-12, овочеві та зернові сівалки.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Важливо дотримуватись оптимального зазору між висівною катушкою та нижнім клапаном у сівалці СЗ-3,6, що складає 0,8 мм. При використанні рядкового методу можна залишати технологічні колії, що є характерним для інтенсивної технології вирощування зернових культур [8,9].

Глибина сівби. Кормові боби не виводять на поверхню ґрунту свої сім'ядолі, тому для підвищення врожайності важливо сіяти їх на достатню глибину. Найбільш оптимальна середня глибина становить 7-8 см, проте на важких ґрунтах цю глибину зменшують до 4-5 см, а на легких - збільшують до 10 см. У випадку сухості ґрунту, глибину сівби слід збільшити на 1-2 см.

Норма висіву. В Україні рекомендована оптимальна норма висіву для бобів при широкорядному способу сівби - 350-400 тисяч насінин на гектар, а на Поліссі - 450-500 тисяч насінин на гектар. Для звичайного рядкового методу норма висіву збільшується на 25-30% і становить 600-700 тисяч насінин на гектар. Вагова норма висіву залежить від розміру насіння та способу сівби, варіюється від 100 до 250 кг на гектар [11-15].

Строк сівби. Кормові боби потребують великої кількості води для проростання насіння, але вони відносно маловимогливі до тепла. Тому їх рекомендується сіяти якнайшвидше. Рання сівба дозволяє отримати рослини з більшою листовою площею, меншим ризиком пошкоджень від шкідників і хвороб, швидшим дозріванням і вищим врожаєм. Крім того, зерно з ранніх посівів має більше білка і жиру, а менше клітковини [11,13,15].

Боротьба з бур'янами. У суху погоду після посіву проводять коткування, щоб поле було однорідним. Протягом 5-6 днів після сівби, до появи сходів, застосовують боронування для усунення корки ґрунту і бур'янів на стадії росту білої ниточки. Другу обробку боронуванням виконують на стадії рослин з трьома до п'яти листків, коли рослини мають висоту 5-6 см. У холодну погоду сходи можуть з'явитися через 16-20 днів, тому можна здійснювати дві-три обробки. При широкорядних посівах також використовують розпушування ґрунту в міжряддях два-три рази 4-6 см глибиною. Під час останнього розпушування рядки підгортаються. Цей

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

процес повинен бути завершений до фази бутонізації. На полях із бур'янами або при неефективності агротехнічних заходів для їх усунення використовують гербіциди, наприклад, гезагард (прометрин) 50% засобу за розрахунком 3,0-4,0 кг на гектар проти однорічних дводольних та злакових бур'янів, обприскуючи ґрунт до виходу сходів рослин кормових бобів [9-11,13,15].

Збирання кормових бобів. Збирання насіння кормових бобів проводять з врахуванням їх нерівномірності дозрівання. Починають косити, коли нижні боби стають темнішими та насіння стає твердим. Для цього використовують жнивarki ЖРБ-4,2 на висоті 18-22 см. Сухі стебла обмолочують зерновими комбайнами з частотою обертів барабана до 400-500 за хвилину. Збирають більшу частину полів одночасно при повному дозріванні всіх бобів на рослині, оскільки боби не розтріскуються, навпаки, бувають готові для збирання довше, ніж горох. Стадією готовності до збору вважають період, коли рослини відкидають листя, боби чорніють, а насіння набуває характерного для сорту кольору. Збирання починають, коли чорніє 75-90% бобів, а вологість насіння не перевищує 20-25%. Для збору використовують зернозбиральні комбайни різних моделей з робочою швидкістю до 7 км/год регулюючи їх відповідно. Для одночасного дозрівання насіннєвих посівів використовують десикант Реглон Супер з нормою 4,0-5,0 л/га, обприскуючи посіви, коли нижні боби пожовклі. Зберігають насіння з вологістю 14-15%, що дозволяє зберігати його якість протягом 4 років. Насіння з вологістю менше 17% піддають обробці на сортувальних машинах або зерноочисних агрегатах [7-11,15].

2.3 Розробка технологічної карти вирощування кормових бобів [7-15]:

1. Основний обробіток ґрунту для вирощування кормових бобів проводять восени. Починаючи зі лущення решток рослин після попередніх зернових культур на глибину 6-8 см за допомогою дискових лущильників

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

Операцію виконуємо агрегатом у складі трактора New Holland TD5.110 + ЛДГ-15А. потім виконують зяблеву оранку через 10-15 днів після цього. Це дозволяє насінню бур'янів проростати та знищувати їх сходи бур'янів. Якщо гумусний шар дозволяє, глибина оранки може досягати 25-27 см. Операцію виконуємо агрегатом у складі трактора New Holland TD5.110 + ПЛН 4-45.

2. У випадку сприятливої осені, коли починають з'являтися бур'яни, після зяблевої оранки проводять одно або дворазове боронування або культивуацію з наступним боронуванням для кращого обробітку ґрунту. Операцію виконуємо агрегатом у складі трактора ЮМЗ 6 + С-18 + ЩН-2-140.

3. Для збереження вологості, навесні, поле боронують важкими боронами та виконують передпосівну культивуацію на глибину 10-12 см з одночасним прикочуванням. Операцію виконуємо агрегатом у складі трактора New Holland TD5.110 + КПУ 4. На твердих ґрунтах рекомендується два обробітку, а на легких - лише передпосівний захід за допомогою комбінованих агрегатів.

4. Важливо проводити сівбу кормових бобів у сприятливий період, одночасно з ранніми ярими культурами. Визначено, що будь-яка затримка з сівбою призводить до зниження врожайності зерна на 40 кг/га за кожен день запізнення. Оптимальна глибина закладання насіння для кормових бобів становить 6-8 см, оскільки під час проростання вони не виступають назовні. На полях, що вільні від бур'янів, найкраще використовувати звичайний рядковий спосіб сівби з нормою висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га. У випадку забур'янених полів, бажано віддавати перевагу широкорядному способу з міжряддям 45 см із нормою висіву 400-500 тис. схожих насінин на 1 га. Для проведення сівби можна використати наступні комбінації агрегатів: New Holland TL 5050 + СЗФ-4000-06V, New Holland TL 5050 + УПС 12.

5. Важливий етап догляду за посівами кормових бобів включається до і післясходове боронування посівів, що відбувається у фазі 3 - 4-ї пари листків Використовуємо агрегат у складі New Holland TL 5050 + Борона пружинна "Klepper" БПФ-9.

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Додатково на широкорядних посівах для розпушування ґрунту та боротьби з бур'янами можуть проводити 1-2 обробки міжрядь. Використовуємо агрегат у складі New Holland TL 5050 + КНРФ-4,2.

У випадку забур'янених посівів, ефективно застосовують гербіцид гезагард 50% з.п. у дозі 3,0-4,0 кг/га до появи сходів рослин кормових бобів. Використовуємо агрегат у складі New Holland TL 5050 + Обприскувач «Богдан - 2500».

6. Шкідником для культури є попелиця, яка завдає пошкоджень листям, квітконосам та стеблам. Для боротьби з цим шкідником, а також з плодожеркою і вогнівкою, використовують інсектицид Бі-58 новий, 40% к. е. у дозі 0,8-1,0 л/га. Якщо обробка проводиться у фазі цвітіння, для захисту бджіл, обприскування виконують у пізній вечір. Використовуємо агрегат у складі New Holland TL 5050 + Обприскувач «Богдан - 2500».

7. Для рівномірного досягання використовують десикацію посівів, застосовуючи реглон-супер, 15% в. р. – 4,0-5,0 кг/га. Це проводять у фазі фізіологічної стиглості насіння, коли корінчик зародка насіння починає жовтіти. Використовуємо агрегат у складі New Holland TL 5050 + Обприскувач «Богдан - 2500».

8. Збирання врожаю посівів проводять прямим комбайнуванням для рівномірного досягання або після десикації кормових бобів. Щоб уникнути травмування насіння, кількість обертів барабана молотильного апарата комбайна знижують до 500- 600 за хвилину. Використовуємо комбайн CLAAS LEXION 780 TERRA TRAC.

9. Після обмолоту зерно кормових бобів очищують від домішок і піддають сушінню. Урожай кормових бобів зберігають у мішках, де вологість зерна не перевищує 14-15%.

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

2.4 Операційна технологія процесу виконання передпосівної підготовки ґрунту під кормові боби

2.4.1 Умови роботи

Характеристика умов роботи агрегату наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика умов роботи

Показник	Значення показника
Операція	Передпосівний обробіток
Марка трактора	New Holland TD5.110
Марка агрегату	КПУ 4
Довжина гонів	900
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	2

2.4.2 Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту

Передпосівний обробіток ґрунту для посіву кормових бобів має свої особливості та вимоги [7-15]:

оптимальна глибина обробітку ґрунту для кормових бобів зазвичай коливається в межах 6-10 см. Вона дозволяє забезпечити необхідні умови для проростання насіння та розвитку молодих рослин;

передпосівний обробіток слід виконувати таким чином, щоб ефективно знищити бур'яни та заробити в ґрунт рослинні залишки, що забезпечить чистоту посіву;

важливо добре розпушити ґрунт, створити гарні умови для росту кореневої системи рослин. Це сприяє полегшенню доступу рослин до води, поживних речовин і покращує вентиляцію ґрунту;

використання сучасних технік для передпосівного обробітку це використання багатофункціональних агрегатів в склад яких входять не лише дискові або лапові робочі органи, а і широко використовуються котки і

планери для вирівнювання поверхні поля, що дуже важливо для майбутнього посіву;

важливо виконати передпосівний обробіток ґрунту при сприятливих погодних умовах для забезпечення якісної підготовки ґрунту та майбутнього висіву, при несприятливих умовах необхідне більш широке використання котків і пружинних борін для збереження капілярної вологи [12].

2.4.3 Підготовка агрегату до роботи

Для підготовки трактора New Holland TD5.110 та культиватора КПУ 4 до роботи, необхідно провести наступні етапи [16,17]:

1. При підготовці трактора - переконатись, що трактор знаходиться в належному технічному стані, перевірити рівень масла та рідини охолодження, стан гуми та тиск в колесах. Необхідно дотримуватись рекомендованого тиску в колесах для роботи з культиватором який наведений в технічному паспорті трактора. Виконати перевірку робочих функцій та наявність усіх необхідних інструментів в кабіні трактора.

2. Підготовка культиватора - необхідно перевірити стан культиватора КПУ 4, змастити рухомі частини, перевірити стан лап та поверхонь котків. Переконатись, що всі кріплення та з'єднання міцно затягнуті, а всі елементи культиватора на місці.

3. З'єднання і підготовка до роботи. З'єднання культиватора з трактором, слід проводити згідно інструкції виробника обох технічних одиниць. Необхідно переконатися, що з'єднання та кріплення стабільні і безпечні для роботи.

4. Технічна перевірка агрегату. Запустіть двигун та перевірте роботу всіх систем у тракторі, включаючи освітлення, гідравліку та інші важливі функції. Перевірте культиватор, всі робочі елементи повинні бути на місці, рухомі частини повинні рухатись без заїдань.

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

5. Приїхавши на поле необхідно перевірити на короткій ділянці роботу агрегату щоб переконатися, що усе працює належним чином та без проблем. Після чого приступати до роботи на всьому полі.

6. Необхідно виконувати регламентне технічне обслуговування та перевірку устаткування згідно з інструкціями виробників для підтримки його ефективності та тривалого терміну служби.

Визначаємо тяговий опір трактора New Holland TD5.110 на гаку, для цього скористаємося методикою наведеною в [18]:

$$P_T = \frac{3,77 \cdot N_T \cdot \eta_T}{V_p} - G_T \cdot (f \pm i),$$

де $N_T = 81$ кВт – ефективна потужність двигуна New Holland TD5.110;

η_T - кпд трансмісії трактора $\eta_T = 0,85$;

G_T - вага трактора $G_T = 41$ кН;

f - опір кочення трактора $f = 0,2$;

$i = 0$;

V_p = швидкість руху агрегату $V_p = 8$ км/год.

$$P_T = \frac{3,77 \cdot 81 \cdot 0,85}{8} - 41 \cdot 0,2 = 24,3 \text{ кН}$$

Визначимо питомий опір агрегату K_a [16,17]:

$$K_a = K_0 \cdot (1 + \Pi \cdot V_p)$$

де K_0 - питомий опір ґрунту $K_0 = 1,6$ кН/м;

Π - прирост питомого опору $\Pi = 1,5\%$;

$$K_a = 1,6 \cdot (1 + 0,015 \cdot 8) = 1,79 \text{ кН / м}$$

При русі агрегату на підйом виникає додатковий опір [16,17]:

$$R_o = \frac{G_T}{B} \cdot i,$$

де B - ширина захвату $B = 4$ м;

$i = 0,02$ - підйом.

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

$$R_{\partial} = \frac{41}{4} \cdot 0,02 = 0,21 \text{ кН/м}$$

Розраховуємо тяговий опір агрегату за формулою [16,17]:

$$R_a = K_a \cdot B + R_{\partial}$$

$$R_a = 1,79 \cdot 4 + 1,3 = 8,46 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [16,17]:

$$\eta_T = \frac{R_a}{P_T},$$

$$\eta_T = \frac{8,46}{24,3} = 0,35$$

Продуктивність за змінну, га/зм:

$$П_{зм} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot T_p,$$

де T_p – робочий час за зміну, год.

$$T_p = T_3 \cdot \tau,$$

де T_3 – час зміни, $T_3 = 7$ год;

τ - змінний коефіцієнт використання часу $\tau = 0,82$.

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

$$П_{зм} = 0,1 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 5,74 = 18,37 \text{ га/зм}$$

Витрати палива (кг/га) [16,17]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{П_{зм}},$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, кг;

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3,$$

де Q_p, Q_x, Q_3 – годинні витрати палива за час холостих ходів та під час роботи, на зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 7,54}{2} = 0,63 \text{ год}$$

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

$$Q_{3M} = 12,7 \cdot 5,74 + 9,4 \cdot 0,63 + 1,5 \cdot 0,63 = 79,7 \text{ кг/га}$$

$$\eta_{ТЗ} = 0,35; \quad Q_p = 12,7 \text{ кг/год}, \quad Q_x = 9,4 \text{ кг/год}, \quad Q_3 = 1,5 \text{ кг/год}$$

Витрата палива на 1 га:

$$Q_{га} = \frac{72,9 + 5,92 + 0,95}{18,37} = 4,34 \text{ кг/га}$$

2.4.4 Підготовка поля до роботи

Перед проведенням передпосівного обробітку на полі важливо виконати певні етапи підготовки, щоб забезпечити ефективну та продуктивну роботу. Перед початком передпосівного обробітку важливо оцінити стан ґрунту. Перевірте вологість ґрунту і його структуру. Сухий або забагато вологий ґрунт може ускладнити процес виконання операції. Залишки рослин, якщо вони не видалені, повинні бути рівномірно розподілені по полю, щоб уникнути нерівномірного росту наступної культури і забивання робочих органів ґрунтообробної машини. Каміні і металеві перешкоди з поверхні поля прибрати. Якщо на полі є бур'яни, їх слід усунути або скосити перед початком передпосівного обробітку.

2.4.5 Організація роботи агрегату в загінці

Розрахунок організації роботи агрегату в загінці проводимо за методикою наведеною в [19,20]. Обираємо спосіб руху – човниковий, а напрям руху агрегату вздовж сторони гону - $L=900\text{м}$.

Довжина агрегату – кінематична:

$$L_k = l_m + l_{\text{м}},$$

де $l_m, l_{\text{м}}$ – кінематичні довжини трактора, сг машини, м.

$$l_m = 4,115 \text{ м}, \quad l_{\text{м}} = 5,2 \text{ м}.$$

$$L_k = 4,115 + 5,2 = 9,315 \text{ м}.$$

Визначаємо ширину поворотної смуги агрегату:

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

При петльовому способі повороту:

$$E_p = 3 \cdot R_m + l_a,$$

де R_m – найменший радіус повороту, м.

$$R_m = 1,2 \cdot B = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ м},$$

l_a – довжина виїзду агрегату, м.

$$l_a = 0,5 \cdot 9,315 = 4,66 \text{ м}.$$

$$E_p = 3 \cdot 4,8 + 4,66 = 19,1 \text{ м}$$

Приймаємо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B,$$

де K – кратність ширини захвату, заокруглюємо до цілого.

$$K = \frac{E_p}{B} = \frac{19,1}{4} = 4,78$$

Ширина загінки:

$$H = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot \Pi_{зм}}{L},$$

де L – довжина загінки, м.

$$H = \frac{10^4 \cdot 2,5 \cdot 18,37}{900} = 510 \text{ м}$$

Кількість загінок визначається за формулою:

$$n_z = \frac{10^4 \cdot S}{L \cdot H}$$

де S – площа посіву, га;

L – довжина загінки, м.

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 120}{900 \cdot 510} = 2,6$$

приймаємо за гінку 900м і 450м.

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

2.4.6 Контроль якості роботи

На основі проведених розрахунків виконання операції оформлюємо операційну технологічну карту на операцію передпосівного обробітку ґрунту та виконуємо додаткові розрахунки за прикладом наведеному в [19,20].

Тривалість одного циклу, хв.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V} + 2 \cdot t_n,$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;

$t_n = 2$ хв - час повороту в кінці загінки.

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

де $L = 900$ м – довжина загінки;

$E_p = 19,1$ м – ширина поворотної смуги.

Робоча довжина загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 19,1 = 862 \text{ м}$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 862}{10^2 \cdot 8} + 2 \cdot 2 = 16,9 \text{ хв} = 0,28 \text{ год}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц:

$$П_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau,$$

$$П_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 0,28 \cdot 0,82 = 0,73 \text{ га/ц}.$$

Кількість циклів за зміну:

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

$$n_{\text{ц}} = \frac{18,37}{0,73} = 25,2 \text{ ц / зм}$$

Витрати палива за зміну: $Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot П_{\text{зм}},$

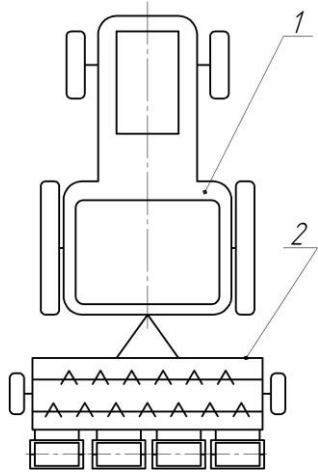
$$Q_{\text{зм}} = 4,34 \cdot 18,37 = 79,72 \text{ кг / зм}$$

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

На основі агротехнічних вимог на посів кормових бобів, умов роботи та проведення розрахунків, складається операційна технологічна карта, табл. 2.

Таблиця 2

**Операційно - технологічна карта на передпосівний обробіток
грунту під посів кормових бобів**

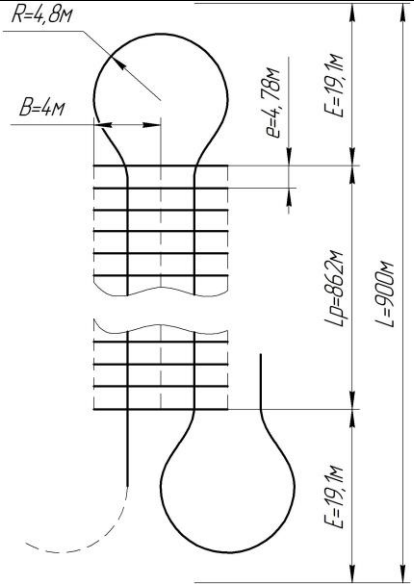
Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 120 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 510 м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,79 кН/м, глибина обробки – 10 см.	<i>Схема поля</i> 
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини ґрунтообробки ± 2 см. Не допускаються пропуски і необроблені ділянки поля.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор New Holland TD5.110, культиватор КПУ 4, робоча ширина захвату – 4 м, мінімальний радіус повороту - 4,8 м, кінематична довжина агрегату - 9,3 м. Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і культиватора; відрегулювати на задану глибину обробки; встановити змінні робочі органи	 1 – трактор New Holland TD5.110; 2 – культиватор
Підготовка поля	Перед початком роботи поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 19,1 м.	
Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту –	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВКБ 00.000 ПЗ

Арк.

22

	петльовий грушоподібний	 $R=4,8\text{м}$ $B=4\text{м}$ $E=4,78\text{м}$ $E=19,1\text{м}$ $L_p=86,2\text{м}$ $L=900\text{м}$ L - довжина гонів, L_p - робоча довжина загінки, E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату, B - ширина захвату агрегату.
Швидкість руху	Робоча швидкість – $V = 7$ км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 16,9хв, технічна продуктивність за цикл – 0,73 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 18,37 га/зм, кількість циклів за зміну 25,2 ц/зм	
Контроль за якістю роботи агрегату для передпосівно - го обробітку ґрунту	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше ± 2 см.	При оцінці якості обробітку ґрунту необхідно врахувати такі показники: візуально оглянути оброблену площу, оцінити рівномірність обробки, глибину розпушування та наявність скупчень великих грудок; перевірку глибини розпушення виконувати за допомогою вимірювальних інструментів, таких як лінійка або зонд; при використанні котків у складі агрегату перевірити щільність ґрунту на глибині посіву.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВКБ 00.000 ПЗ

Арк.

23

3. Наукова частина

Актуальність теми. Розвиток сільськогосподарської техніки та технологій вимагає постійного удосконалення робочих органів для оптимізації процесів обробітку ґрунту. У зв'язку з цим, актуальним є подальше вдосконалення робочих органів для передпосівного обробітку ґрунту, а саме прикочуючих котків, як головного елемента по створенню передумов для швидкого проростання насіння.

Удосконалення конструкцій котків для передпосівного обробітку ґрунту має кілька важливих передумов: покращення конструкцій котків дозволяє забезпечити більш якісний, рівномірний та ефективний обробіток ґрунту перед посівом; правильно спроектовані котки дозволяють зменшити ущільненість та зберегти структуру ґрунту і родючість; краща робота котків перед сівбою може підвищити урожайність вирощуваних культур; рівномірно ущільнений ґрунт створює оптимальні умови для сівби, дозволяючи рівномірно розподілити насіння та забезпечити йому необхідний доступ до води та поживних речовин; удосконалення котків може призвести до зменшення витрат на обробіток ґрунту, а водночас до підвищення якості та результативності сільськогосподарських процесів.

Отже, удосконалення конструкцій котків є важливим аспектом для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, збереження родючості ґрунту та оптимізації агротехнічних процесів. Однак основним напрямом такої роботи можна вважати розробку універсальних конструкцій котків, які б забезпечували ефективність технологічних процесів прикочування ґрунту та покращенню агротехнічних практик.

Мета та завдання дослідження. Мета дослідження покращення рівномірності ущільнення ґрунту по ширині захвату котка на задану глибину шляхом обґрунтування конструкції його робочої поверхні.

Для досягнення цієї мети ставились такі задачі:

проаналізувати сучасні конструкції котків для оцінки їх переваг та недоліків під час виконання технологічного процесу;

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

на основі виявлених недоліків розробити вдосконалений прикочуючий коток для передпосівного обробітку ґрунту;

обґрунтувати математичну модель функціонування покращеного прикочуючого котка та охарактеризувати в загальному вигляді розподіл питомого тиску під його робочою поверхнею;

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого котка для передпосівного обробітку ґрунту.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи котка для передпосівного обробітку ґрунту.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри котка для передпосівного обробітку ґрунту та технологічні властивості ґрунту, які впливають на його роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

розроблена математична модель процесу взаємодії удосконаленого котка з ґрунтом та аналітично обґрунтовано раціональну форму його робочої поверхні відповідно до вимог агротехніки;

теоретично обґрунтовані закономірності впливу геометричних параметрів котка та його робочих елементів на виконання процесу ущільнення ґрунту;

показаний зв'язок конструктивних параметрів поперечного профілю котка для передпосівного обробітку ґрунту з конфігурацією сформованої щільності ґрунту після прикочування.

3.1 Аналіз конструктивних особливостей існуючих котків для передпосівного обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту перед посівом важливий крок у створенні необхідних умов для проростання насіння та впливає на якість врожаю [21,22]. Українські сільськогосподарські виробники з цією метою використовують дискові або лапові агрегати з прикочуючими котками. Котки використовуються для різних операцій, таких як вирівнювання поля,

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

руйнування грудок, розпушення та ущільнення ґрунту, а також розбиття поверхневої кірки [22,23]. Прикочуючі котки вважаються ключовим інструментом для підготовки поля до посіву через їхню багатоопераційність, тому важливо розглядати процес прикочування як комплексний і застосувати максимум його можливостей.

Технологічний процес прикочування сприяє оптимальному розташуванню насіння на потрібну глибину, покращує контакт із ґрунтом та сприяє швидкому його проростанню. Основною метою прикочування є збереження вологості у ґрунті, особливо в умовах посухи, шляхом зменшення фізичного випаровування. Утворений під час прикочування ущільнений шар діє як фільтр, що зменшує витік вологи в пароподібній формі, особливо, коли вода у ґрунті обмежена. Вплив котка на ґрунт залежить від його щільності, вологості, механічного та структурного складу. Ефективність ущільнення котка залежить від його ваги, діаметра та ширини захвату. Котки поділяють на легкі, середні та важкі залежно від тиску, який вони здійснюють на поверхню ґрунту. Цей тиск може варіюватися від 0,2 до 1 кг/см² [23,24].

Залежно від зовнішнього вигляду, котки поділяють на декілька типів: гладкі, з кільчастими рисунками, з рубчастими поверхнями, з комбінованими кільчастими та шпоровими елементами, голчасті та інші. Котки з кільчастими або комбінованими кільчасто-шпоровими поверхнями добре підходять для одночасного ущільнення та розпушування верхнього шару ґрунту. Прикочування застосовується під час посіву різних культур, а також після посіву, щоб зменшити пористість ґрунту та зберегти вологу після таких операцій, як оранка, культивування та розпушування. Цей метод особливо ефективний у сухих умовах [25,26].

Поміж ефективності прикочування у підготовці ґрунту перед посівом виникає проблема обмеженої універсальності конструкцій існуючих котків. Українські сільськогосподарські підприємства широко використовують вітчизняні котки з гладкою, комбінованими кільчасто-шпоровими або

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

кільчасто-зубчастими поверхнями, такі як ЗККШ-6, ККН-2,8, КБН-3 (рис. 3.1), в той час як за кордоном існує понад десяток різних типів конструкцій котків [27-32].



1



2

Рис. 3.1 Котки вітчизняних виробників:

1 – гладкий; 2 - шпоровий

Ця велика різноманітність вимагає від фермерських господарств значних витрат і проведення додаткових досліджень, щоб визначити доцільність використання кожного типу для вирощування конкретних культур. Тому потрібні подальші дослідження для удосконалення конструкції котків у передпосівному обробітку ґрунту, які забезпечать виконання більшості технологічних операцій при прикочуванні.

Для виявлення потенційних напрямків вдосконалення конструкції прикочуючого котка для підготовки ґрунту до посіву необхідно проаналізувати існуючі конструкції котків, які застосовуються в Україні.

Наприклад, фірма Kuhn [27], відомий виробник сільськогосподарської техніки в Україні, пропонує коток для передпосівного обробітку ґрунту в складі дискового ґрунтообробного агрегату, призначений для одночасного прикочування та формування насінневого ложа. Цей коток (рис. 3.2). має циліндричну форму з пластинчастими радіальними елементами, розташованими на поверхні. Ці елементи призначені для створення ущільненого шару ґрунту на глибині посіву, сам коток може використовуватись як окремий агрегат.



Рис. 3.2 Коток фірми Kuhn

Проте недоліком такого рішення є плоский профіль робочого елемента, що формує ущільнений шар ґрунту у вигляді смуги, а це знижує ймовірність того, що насіння потрапить саме у зону готового для посіву насінневого ложа.

Свої ґрунтообробні агрегати фірма Amazone [28] комплектує різноманітними конструкціями котків (рис. 3.3): зубчастий PW, трапецієвидний кольчастий TRW, гумовий-клиновий KWM з шинами Matrix, гумовий-клиновий KW, трубчатий SW. На рис. 3.3 виробник представляє результати роботи описаних конструкцій котків, аналізуючи їх, можна визначити переваги та недоліки цих робочих органів.



1



2



3



4



5

Рис. 3.3 Котки фірми Amazone:

1 - PW; 2 - TRW; 3 - KWM; 4 - KW; 5 – SW

Серед переваг котків від Amazone можна виділити наступне: коток PW, який має власний привід, проводить ущільнення у вигляді полоси на всій поверхні ґрунту і допомагає подрібнити великі грудки за рахунок зубів;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВКБ 00.000 ПЗ

Арк.

29

коток TRW здійснює ущільнення у вигляді смуги за допомогою трапецієподібних кілець, має високу несучу здатність, що запобігає занадто глибокому проникненню на легких ґрунтах і забезпечує ущільнення на всій контактній поверхні;

коток KWM володіє потужним приводом і завдяки профілю шини Matrix формує більше подрібненого ґрунту для насіннєвого ложа, забезпечує ущільнення та формування насіннєвого ложа, підходить для вологого і сухого ґрунту;

гумово-клиновий коток KW забезпечує ущільнення у вигляді смуги на практично будь-яких типах ґрунтів за будь-яких умов уникає злипання, забивання та замулювання, формує посівну борозну для полегшення роботи сошників;

трубчастий коток SW початкового рівня з низькою масою, забезпечує ущільнення паралельно до напрямку руху з оптимальним кришенням та відкритою структурою поверхні ґрунту.

Однак, основним недоліком в роботі вказаних конструкцій котків є те, що посівне ложе готується в формі смуги, в якій працює робочий елемент котка. Це підходить для систем точного землеробства, але такі системи не є загально прийнятими в Україні. Тому більш раціональним було б створення суцільного насіннєвого ложа по всій ширині робочої поверхні котка, що було б більш практичним для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

Компанія Horsch [29] оснащує свої ґрунтообробні агрегати Cruiser різноманітними видами котків (рис. 3.4). Horsch пропонує різні рішення для використання при поверхневому і зворотному ущільненні ґрунту. Вибір конкретного типу котка залежить від типу ґрунту, а в Horsch для кожного випадку існує своє власне рішення. Зворотне ущільнення має на меті видалення повітряних пор, подрібнення великих грудок та відтворення оптимального балансу води та повітря в ґрунті.

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення більшої гнучкості у використанні на машині Cruiser XL було розроблено новий коток SteelFlex (див. рис. 3.4, 5) та поєднання котків SteelDisc та RingFlex (див. рис. 3.4, 4,2). Це комплексне рішення передбачає застосування першого котка SteelDisc для глибинного ущільнення з метою відновлення водних капілярів, тоді як коток RingFlex використовується для створення насінневого ложа з дрібногрудкуватою структурою ґрунту. Крім цього, для інших видів робіт пропонуються котки OptiRoll, OptiCover, RingFlex, подвійний RingFlex, SteelDisc, SteelFlex, прутковий коток та подвійний RollPack для підготовки зябу (рис. 3.4).

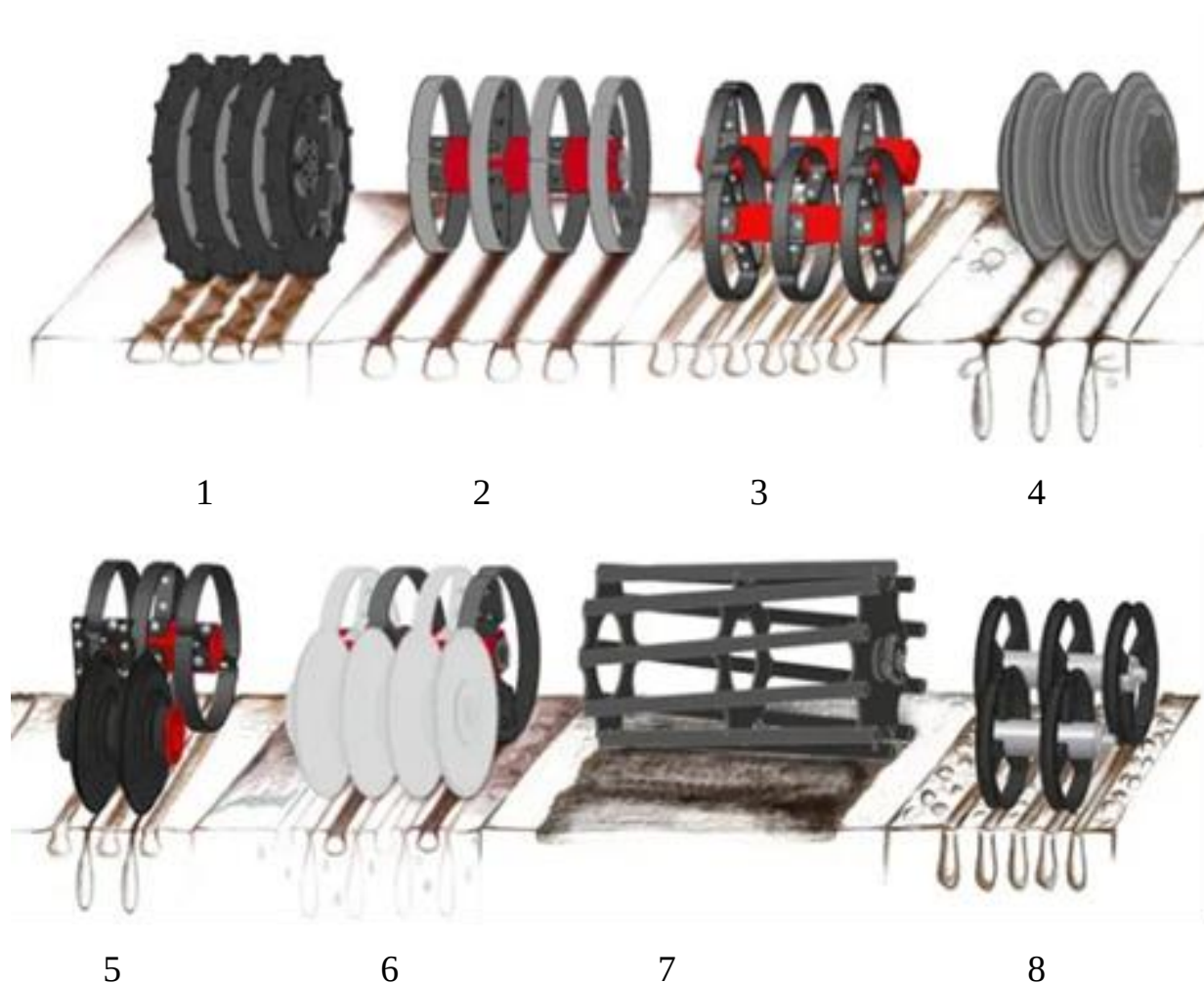


Рис. 3.4 Котки для Cruiser XL фірми Horsch:

1 – OptiRoll; 2 – RingFlex; 3 – подвійний RingFlex; 4 – SteelDisc; 5 - SteelFlex; 6 – SteelFlex та Winterpacker; 7 – прутковий коток; 8 – подвійний RollPack

Bednar [30], широко використовує коток з гумовим ободом (рис. 3.5), який є суцільним але з ущільнюючими елементами, завдяки яким

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

проводиться ущільнення насіннєвого ложа. Також виробник пропонує клинові котки для використання в складі ґрунтообробних агрегатів.



Рис. 3.5 Котки Bednar:

1 – з гумовим ободом; 2 – клиновий конусний; 3 – клиновий радіальний

Проведений аналіз котків Horsch [29] вказує на подібність їх конструкцій до конструкцій, розроблених компаніями Amazone [28] та Bednar [30]. Це свідчить про те, що котки від сучасних зарубіжних виробників спрямовані переважно на використання у системах точного землеробства і не забезпечують утворення однорідного насіннєвого ложа на всій ширині оброблюваної площі та верхнього, менш ущільненого шару ґрунту. Навіть котки від компанії Farmet [31] (рис. 3.6), які мають суцільну дію на ґрунт, використовуються не як окремий робочий орган, а складова частина передпосівного агрегату. В основному їх завдання більше спрямоване на подрібнення, а не на ущільнення.



Рис. 3.6 Котки Farmet:

1 – пластинчастий; 2 – пластинчастий з ребордами; 3 - шпоровий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВКБ 00.000 ПЗ

Арк.

32

3.2 Аналіз наукових досліджень котків для обробітку ґрунту

Дослідження Шустіка Л. [32] показує, що використання шпорового котка у передпосівній обробці ґрунту у поєднанні з лаповими робочими органами може забезпечити кращу якість обробки порівняно з котком швелерного типу. Шпоровий коток комплексно діє на ґрунт, створюючи оптимальну щільність у посівному шарі та сприяє збереженню вологи. Робота також вказує на доцільність використання швелерного котка під час лущення, поверхневого та напівпарового обробітку ґрунту.

Іванюта М.В. у своїй праці [33], аналізує гладкі котки і відзначає, що найбільший вплив на ущільнення ґрунту на глибину до 10 см має діаметр котка. Він встановив, що оптимальний діаметр котка знаходиться у межах 400-500 мм. Підкреслюється, що збільшення діаметра котка не призводить до якісних покращень у процесі ущільнення ґрунту. Зазначається, що гладкий циліндричний коток при визначених діаметрах та навантаженні на ґрунт 550-750Н може забезпечити потрібну якість ущільнення згідно з агротехнічними вимогами. Однак у дослідженні не наведено інформацію про те, яким чином розподіляються зони ущільнення при використанні циліндричного котка по всій ширині робочої поверхні.

Проводячи експериментальні дослідження з котками сівалок Артеменко Д.Ю. в [34], визначає різні зони деформацій та ущільнення, що виникають під впливом прикочуючих котків. Отриманий висновок вказує на те, що крім діаметра та навантаження на коток, значний вплив має геометрична форма його робочої поверхні і є однією з основних характеристик, що впливає на якість виконання процесу прикочування котком.

Динамічні дослідження, проведені для порівняння роботи зубчасто-шпорових і кольчасто-шпорових котків [35], вказують на те, що такі типи котків не можна універсально використовувати на всіх операціях ґрунтообробки. Вони мають обмежене застосування, переважно в передпосівному обробітку, де вони ефективні у виконанні операцій

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

подрібнення та поліпшення структури поверхні поля. У випадку збільшення вологості, такі котки можуть мати схильність до залипання, хоча в деяких конструкційних варіантах вони все ж можуть бути застосовані на певних операціях.

Степченко С. в [36] відзначає великий вплив процесу прикочування ґрунту як для передпосівного, так і післяпосівного обробітку та є дуже відповідальною операцією рослинництва. В своїй роботі він пропонує огляд різних конструкцій котків, як вітчизняного, так і закордонного виробництва, роблячи висновок, що асортимент котків постійно розширюється, а виробники все більше звертають увагу на цей робочий орган.

Рожков П.М. у своїй роботі [37] приділяє особливу увагу якості прикочування ґрунту. Він досліджує різні закономірності деформації ґрунту під впливом котків, розроблено схему взаємодії між котками та ґрунтом, отримано рівняння для визначення напружень у зоні контакту котків із ґрунтом в залежності від їх параметрів і властивостей ґрунту. Була визначена оптимальна форма котка для рівномірного ущільнення, а також показано, що поперечний профіль котка має вплив на якість прикочування, а конструкція котка з прямолінійною ділянкою та з криволінійними краями підвищує ефективність ущільнення. Робиться висновок, що використання котків з криволінійним профілем сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур.

Аналіз конструкцій котків та їх функціонування [27-31] показав, що виробники сільськогосподарської техніки націлені на розширення номенклатури котків для використання в окремих сільськогосподарських процесах. Особлива увага приділяється конструкціям котків, які працюють на різних типах ґрунтів та застосовуються при використанні точних методів обробки ґрунту. Однак мало розробляються універсальні робочі органи, спрямовані на задоволення потреб навіть у невеликих господарствах. Тому важливо зосередити увагу на створенні вдосконаленої конструкції

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

прикочуючого котка, який би був недорогим та здатним використовувати переваги існуючих моделей.

3.3 Обґрунтування удосконаленої конструкції котка для передпосівного обробітку ґрунту

Для модернізації і удосконалення операції передпосівного обробітку ґрунту обраний культиватор КПУ 4, який призначений для обробітку ґрунту на глибину до 20 см і підготовки поля під посів або парового догляду. В конструкції культиватора передбачені батареї котків пальцевого типу для кращого кришення і планування поверхні поля (рис. 3.7).

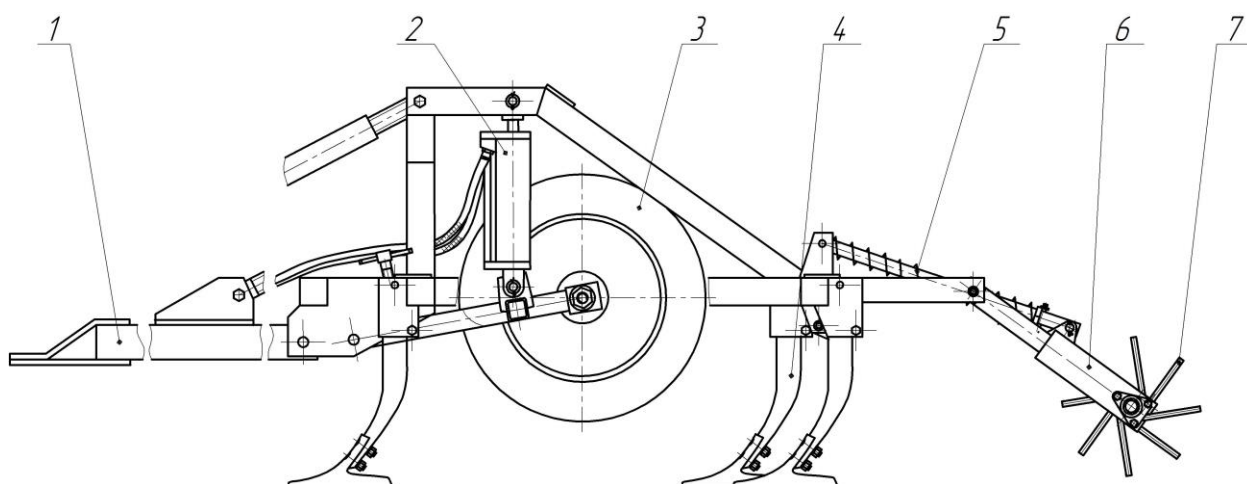


Рис. 3.7 Конструкція базового агрегату для передпосівного обробітку ґрунту:
1 – рама; 2 – гідропривід; 3 – опорне колесо; 4 – лаповий робочий орган; 5 – натискна пружина; 6 – батарея котків; 7 – пальцевий прикочуючий коток

Пальцевий коток має наступну конструкцію (рис. 3.8). Рама котка 1 має вісь 2 яка закріплена в ступицях 3. На осі, по дві секції пальцевих дисків 4 які зміщені один відносно одного для забезпечення перекриття з певним кроком набрана вся ширина захвату котка. За рахунок кроку між секціями попарних пальцевих дисків виконується самоочищення котка від налиплого ґрунту при його підвищеній вологості.

Але основним недоліком такої конструкції є неможливість ущільнення ґрунту пальцевими котками по ширині захвату і підготовці насінневого ложа для насіння в посушливий період.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

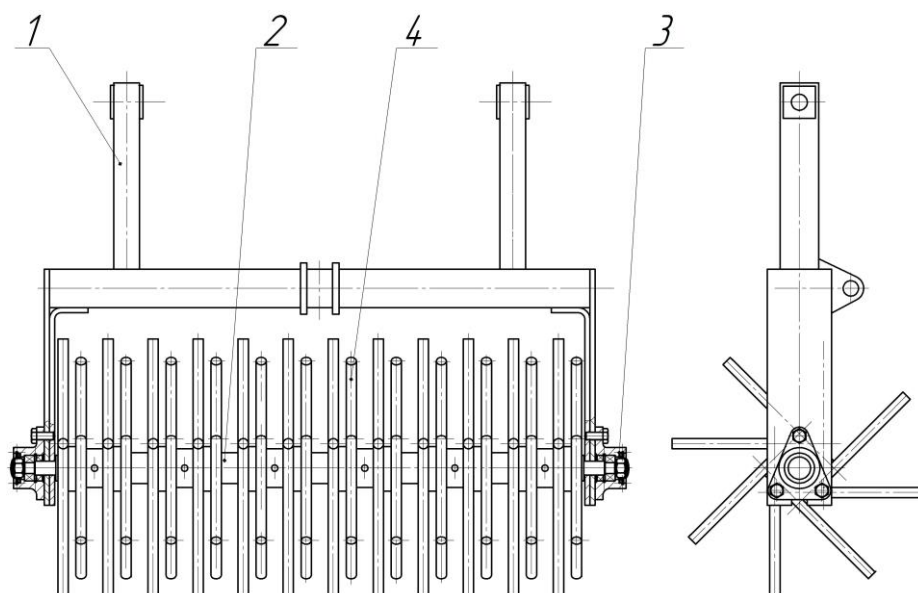


Рис. 3.8 Конструкція пальцевого котка:

1 – рама; 2 – вісь; 3 – ступиця; 4 – пальцева секція

Тому нами проводилось удосконалення батареї котків культиватора КПУ 4 шляхом розробки нової конструкції котка універсальної дії який би міг одночасно і подрібнювати, і планувати поверхню, і ущільнювати насіннєве ложе на глибині посіву насіння кормових бобів.

Для подальшого удосконалення конструкції прикочуючого котка для передпосівного обробітку ґрунту важливо мати розуміння того, як формуються його робочі параметри. Наукові дослідження, які включають теоретичні та експериментальні дослідження [34,37-41], підтверджують наявність полів напружень та деформацій у ґрунтовому масиві під дією ґрунтообробних машин. Ці дослідження свідчать, що характер розподілу цих полів є ключовим фактором у процесі прикочування. Таким чином, проектуючи конструкцію робочої поверхні котка, можна значно впливати на якість виконання технологічного процесу, забезпечуючи однорідне ущільнення ґрунту по всій ширині і глибині шару на який діє коток.

Проведений аналіз сучасних конструкцій прикочуючих котків [27-31,41-43] виявив, що якість виконання технологічного процесу значно залежить від конструкції самого котка та форми його робочої поверхні. Основними недоліками існуючих робочих органів є нерівномірне ущільнення

грунту вздовж ширини захвату котка та вплив їх робочих елементів лише на верхній шар ґрунту.

Для усунення цих недоліків нами запропоновано застосовувати на поверхні котка робочі елементи у формі кулачків [44], конструкція котка складається з двох рівнів (рис. 3.9).

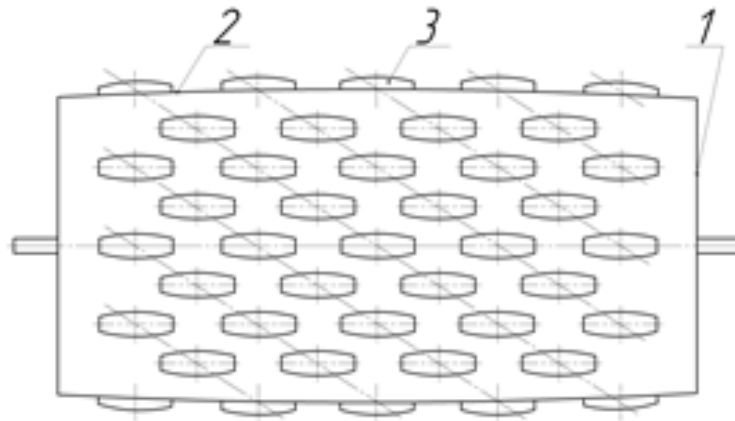


Рис. 3.9 Удосконалений коток для передпосівного обробітку ґрунту:

1 – бічна поверхня, 2 – криволінійна робоча поверхня, 3 – криволінійні кулачки

Обод котка, на першому рівні, призначений для рівномірного ущільнення верхнього шару ґрунту, а другий рівень утворений криволінійними кулачками призначений для рівномірного ущільнення нижнього шару ґрунту. Запропонований прикочуючий коток має бічні поверхні 1, на яких розміщена робоча криволінійна поверхня 2. На цій поверхні кулачки 3 розміщуються по гвинтовій кривій з перекриттям і мають також криволінійну поверхню (для подальших теоретичних досліджень будемо рахувати, що профіль поверхні котка та кулачка в перерізі еліптичний).

Процес роботи із запропонованим прикочуючим котком оснащеного кулачковими робочими елементами проходить наступним чином: під час виконання технологічного процесу прикочування робоча поверхня 2 рівномірно ущільнює верхній шар ґрунту, тоді як кулачки 3, розташовані на цій поверхні по гвинтовій кривій, рівномірно ущільнюють на максимальну

глибину нижній шар ґрунту, забезпечуючи однакову щільність уздовж всієї ширини захвату котка.

Для можливості обґрунтування як конструктивних елементів так і процесу роботи котка необхідно розробити математичну модель та теоретично розглянути взаємодію нового котка з ґрунтом.

3.4 Розробка математичної моделі роботи удосконаленого котка

Основним критерієм для визначення відповідності запропонованої конструкції вимогам формування рівномірної щільності під час виконання технологічного процесу котком є розподіл питомого навантаження по ширині та глибині захвату. Тому для створення математичної моделі взаємодії прикочуючого котка з робочими елементами кулачкового типу і ґрунтом, а також для отримання розподілу питомого тиску, використовують методи механіки суцільного середовища [34,37,38,45]. Дослідження в галузі механіки суцільних середовищ показали, що результати експериментальних досліджень мають невеликі відхилення від гіпотези про суцільність. Це дозволяє розглядати ґрунт як суцільне однорідне середовище, де його поведінку під навантаженням визначають взаємозв'язки між деформаціями, напруженнями та їх похідними по часу [37,38].

Взаємодію удосконаленого котка для передпосівного обробітку з робочими елементами кулачкового типу і ґрунтом можна представляти як контакт двох тіл з різними модулями деформації, подібно до завдань теорії пружності. З урахуванням симетрії, просторову задачу взаємодії котка з ґрунтом можна звести до розв'язання плоскої задачі, де форми тіл, що взаємодіють описуються функціями [45]: $y_1 = f_1(x)$; $y_2 = f_2(x)$, де

$$y = y_1 + y_2 = f_1(x) + f_2(x). \quad (3.1)$$

В місцях контакту $y = 0$:

$$f_1(x) + f_2(x) = 0. \quad (3.2)$$

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

При взаємодії тіла набувають переміщення вздовж OY : α_1 і α_2 , а $\Delta = \alpha_1 + \alpha_2$ - зближення між взаємодіючими тілами.

Пружні переміщення U_1 і U_2 вздовж осі OX . Остаточне повне пружне переміщення вздовж осі OY :

$$\vartheta_1 + \vartheta_2 = \Delta - f_1(x - U_1) - f_2(x - U_2). \quad (3.3)$$

При малих переміщеннях вздовж осі OX маємо:

$$f_1(x - U_1) \approx f_1(x) \text{ і } f_2(x + U_1) \approx f_2(x),$$

тоді:

$$\vartheta_1 + \vartheta_2 = \Delta - f_1(x) - f_2(x). \quad (3.4)$$

Без врахування сил тертя, розглядаємо ґрунт як лінійно-деформоване середовище, до границі якого прикладений нормальний тиск $p(t)$. Для цього використовуємо відому в теорії пружності [45] задачу Фламена (рис. 3.10).

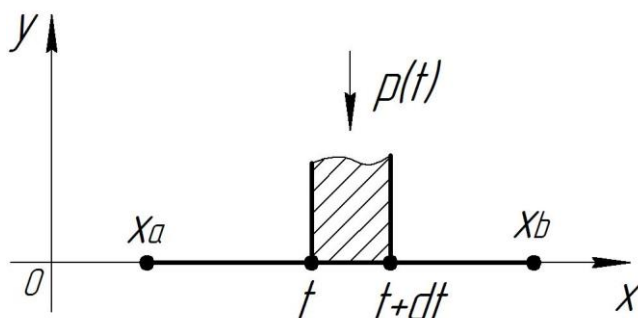


Рис. 3.10 Схема дії нормальної сили на границю пружної напівплощини

На ділянці контакту виділяємо елементарний відрізок від точки $x = t$ до $x = t + dt$, на якому діє сила $p(t)dt$. Переміщення на границі ділянки контакту під впливом зосередженої сили P дорівнює:

$$\vartheta = -\theta \cdot p(t) \cdot \ln \frac{1}{|t - x|} + C, \quad (3.5)$$

де $C = const$;

$|t - x|$ – відстань між точками осі OX і абсцис x і t ;

θ – узагальнений показник пружності.

Деформаційні властивості взаємодіючих матеріалів [45]:

$$\theta = \frac{2}{\pi \cdot E_0} \cdot (1 - \mu^2), \quad (3.6)$$

де E_0 – модуль деформації, Н/м²;

μ – коефіцієнт Пуассона.

До границі напівплощини в точці $x=t$ прикладена сила $p(t)dt$, що викликає в ній елементарне переміщення в напрямку дії сили:

$$d\vartheta = -\theta p(t) \cdot \ln \frac{1}{|t-x|} dt + C. \quad (3.7)$$

На ділянці контакту котка і ґрунту можна визначити переміщення ϑ_1 і ϑ_2 за виразами:

$$\vartheta_1 = \theta_1 \int_L p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} dt + C, \quad (3.8)$$

$$\vartheta_2 = -\theta_2 \int_L p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} dt + C. \quad (3.9)$$

Порівнюючи праві частини виразів (3.8), (3.9) і (3.4) та враховуючи загальне зміщення, можна отримати інтегральне рівняння для тиску $p(x)$. При розв'язанні плоскої контактної задачі теорії пружності це рівняння є основним [45]:

$$(\theta_1 + \theta_2) \int_L p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} dt = C - f_1(x) - f_2(x), \quad (3.10)$$

де $\int_L p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} dt = f(x)$ – функція, що залежить від деформаційних

властивостей та форми стискаючихся тіл;

L – місце контакту поверхні котка з ґрунтом.

З рівняння (3.10), маємо:

$$f(x) = \frac{C - f_1(x) - f_2(x)}{\theta_1 + \theta_2}. \quad (3.11)$$

В (3.10) функція $f(x)$ визначається із умови задачі і вважається заданою всередині інтервалу границі контакту взаємодії котка і ґрунту.

Оскільки прийнята для дослідження поверхня прикочуючого котка та його робочого елемента має опукло криволінійну форму то в поперечному перерізі отримаємо профіль у вигляді частини еліпсу. Тоді задачу можна звести до визначення дії на ґрунтове середовище деформатора еліптичної форми (рис. 3.11).

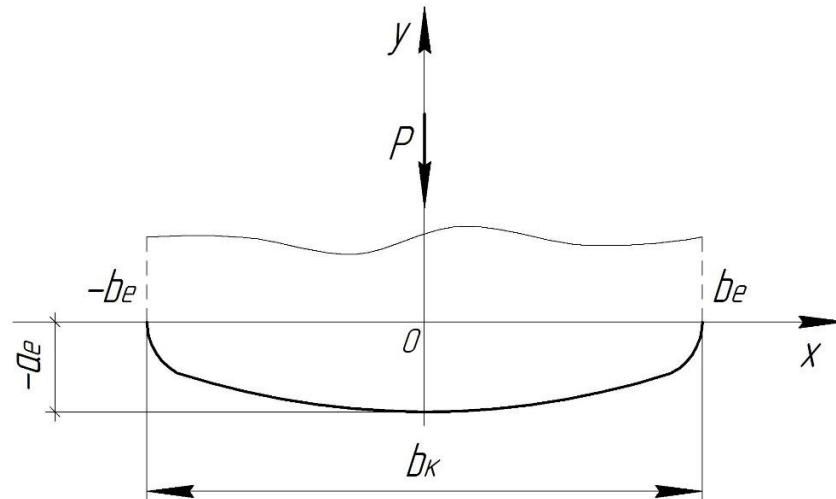


Рис. 3.11 Схема взаємодії деформатора з ґрунтом

Профіль прикочуючого кулачкового котка (рис. 3.11) описується рівнянням:

$$f(x) = a_e - \frac{a_e}{b_e} \cdot \sqrt{b_e^2 - x^2}, \quad (3.12)$$

де x – поточна координата;

b_e – велика піввісь еліпса;

a_e – мала піввісь еліпса.

Рішення основного рівняння (3.10) контактної задачі теорії пружності [45] дає можливість отримати закон розподілення тиску під робочою поверхнею ґрунтового котка:

$$p(x) = \frac{C}{\pi b_k^2 (\theta_1 + \theta_2)} \sqrt{b_e^2 - x^2}, \quad (3.13)$$

де $b_k = 2b_e$ – величина зони контакту котка з ґрунтом;

θ_1, θ_2 – деформаційні сталі матеріалу котка і ґрунту.

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

Подальший аналіз проводимо у відносних одиницях тому, що дійсні розміри деформатора невідомі і залежать від фізико-механічних властивостей ґрунту та матеріалу поверхні котка.

Приведемо (3.13) до вигляду:

$$p(z) = K\sqrt{1-z^2}, \quad (3.14)$$

де $K = \frac{C}{\pi b_k^2 (\theta_1 + \theta_2)}$ - постійний член; $z = \frac{x}{b_e}$.

Рівняння (3.14) дає можливість отримати графічну залежність функції у відносних одиницях (рис. 3.12).

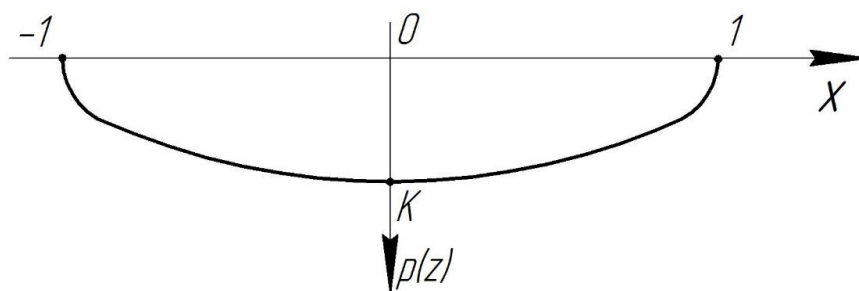


Рис. 3.12 Загальний вигляд розподілу тиску в зоні контакту

Рис. 3.12 показує, що характер розподілення тиску відповідає конструктивним особливостям деформатора. В результаті проведеного аналізу можна стверджувати, що геометричні параметри робочої поверхні котка є основною передумовою, що здійснює вплив на кінцевий результат – формування необхідної щільності ґрунту по всій ширині контакту.

Розглянута математична модель дає можливість при проектуванні удосконаленої конструкції кулачкового котка врахувати не тільки властивості матеріалу його робочої поверхні, а і лінійні розміри. Також можна стверджувати, що напряду впливає на величину питомого тиску $p(x)$ коефіцієнт K , в склад якого входять деформаційні властивості взаємодіючих матеріалів θ_1 і θ_2 та лінійні розміри деформатора (елементи еліптичної поверхні b_e і a_e).

В загальному випадку за умови розміщення удосконалених кулачків на поверхні прикочуючого котка з перекриттям можна стверджувати, що

характер розподілення питомого тиску по ширині захвату кулачкового котка має вигляд рис. 3.13.

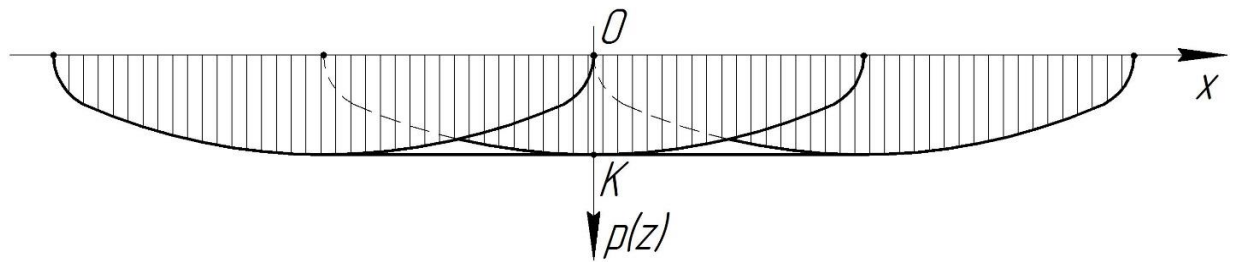


Рис. 3.13 Схема розподілу питомого тиску під робочими елементами котка

Якщо брати до уваги, що поверхня самого прикочуючого котка утворена також еліптичною кривою, яка має значно більші розміри ніж для кулачка то характер розподілення питомого тиску в зоні контакту буде аналогічним вище отриманим результатам.

В результаті проведених досліджень було з'ясовано, що характер розподілення напружень під запропонованим прикочуючим кулачковим котком відповідає агровимогам щодо проведення передпосівного обробітку ґрунту і формуванню насінневого ложа. Для визначення раціональних значень конструктивних параметрів удосконаленого котка потрібні додаткові експериментальні дослідження за допомогою методів планування експерименту та імітаційного моделювання.

4. Охорона праці

4.1 Перед початком роботи

Перевірити наявність та коректність засобів індивідуального захисту. Забезпечити правильне одягання спеціального одягу, застібнути рукави та прибрати всі зав'язки, щоб уникнути висячих кінців. Ознайомитися з маршрутом, яким буде рухатись машинно-тракторний агрегат до місця робіт. Отримати від керівника робіт інформацію про поле, зокрема про наявність небезпечних місць, розміщення контрольно-попереджувальних борозен, електропередач, місць для відпочинку та доступності питної води. Переконатися у наявності на машинно-тракторному агрегаті засобів пожежогасіння та аптечки для надання першої медичної допомоги [46].

4.2 Охорона праці при роботі на агрегатах для передпосівного обробітку ґрунту

Охорона праці під час роботи на агрегатах для передпосівного обробітку ґрунту включає кілька важливих аспектів, які необхідно виконувати:

перед початком роботи важливо ознайомитися з інструкціями по безпеці та правилами експлуатації обладнання;

одягати спеціальний одяг, взуття та головний убір, а також використовувати респіратори, окуляри, навушники, що захищають від пилу, шуму, хімічних речовин;

перед використанням агрегатів перевіряти їхню технічну справність, наявність засобів пожежогасіння та аптечки, а також забезпечити належне обслуговування і технічний огляд;

бути уважним стосовно оточуючого середовища, уникати контакту з рухомими частинами обладнання, слідкувати за робочими які працюють навколо;

перевіряти, чи правильно встановлені та функціонують захисні пристрої на обладнанні;

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути ознайомленим з процедурами надання першої допомоги у випадку нещасного випадку;

уникати довгих періодів безпосереднього впливу вібрації, шуму та високих температур;

перевірити справність вузлів кріплення агрегату для передпосівного обробітку ґрунту до навісних чи причіпних пристроїв трактора.

перевірити наявність мастила для агрегату та комплекту інструментів для дрібного ремонту в полі [47,48].,

4.3 Вимоги з охорони праці по закінченню роботи на агрегаті для передпосівного обробітку ґрунту

Після завершення роботи на агрегаті для передпосівного обробітку ґрунту необхідно виконати ряд процедур:

перед відключенням обладнання необхідно впевнитися, що всі рухомі частини агрегату зупинені або вимкнені, щоб уникнути травматичних ситуацій;

якщо під час роботи були виявлені проблеми з обладнанням, слід оперативно повідомити відповідних фахівців для їх вирішення;

після завершення роботи агрегат слід ретельно очистити від залишків ґрунту, рослинних залишків, а також інших забруднень;

від'єднання агрегату від трактора необхідно проводити на рівній ділянці, встановивши упори під раму сівалки або причіпний пристрій;

заповнити журнал обслуговування та проведення робіт, доповісти керівнику робіт про завершення роботи та виявлені недоліки, що помічені в процесі роботи [46-48].

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		45

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність використання удосконаленого котка для передпосівного обробітку ґрунту

Економічний ефект покращеного робочого органу для передпосівного обробітку ґрунту оцінювали наступним чином:

проаналізували відповідність нової конструкції котка для передпосівного обробітку ґрунту агротехнічним вимогам до посіву насіння кормових бобів;

проводили оцінку переваг експериментальної конструкції котка порівняно з найбільш використовуваними конструкціями в сучасних господарствах;

розраховували очікувані переваги для фермера від впровадження нового котка для передпосівного обробітку ґрунту.

Прогнозування результатів можливого збільшення урожайності кормових бобів у фермерському господарстві за рахунок використання нової конструкції котка для передпосівного обробітку ґрунту дозволило визначити економічну перевагу у покращенні виконання технологічного процесу підготовки ґрунту до посіву та створення кращого насіннєвого ложа для насіння.

Порівняльний аналіз ефективності використання покращеного робочого органу та базової моделі показав, що можливе збільшення урожайності кормових бобів на 2-2,5 центнери з гектара при середній врожайності 20-22 ц/га в порівнянні з базовим варіантом.

Фінансову користь від використання нового технологічного процесу який є результатом підвищення врожайності кормових бобів та вказує на можливість отримання додаткової прибутковості для фермера через впровадження покращеної конструкції нового котка для передпосівного обробітку ґрунту можна записати так:

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$\Phi_{\kappa} = \Delta P_{\epsilon} \cdot Z_{\psi} \cdot H_n, \quad (5.1)$$

де ΔP_{ϵ} – приріст врожаю, ц;

Z_{ψ} – середня закупівельна ціна, грн/ц;

H_n – нормативний наробіток сезон, га.

Нормативний наробіток агрегату за сезон:

$$H_n = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot K_e \cdot H_c, \quad (5.2)$$

де B – ширина захвату агрегату, м;

V – швидкість руху агрегату, км/год;

K_e – змінний коефіцієнт використання часу;

H_c – завантаження агрегату за сезон, год.

Прогнозований річний економічний ефект від використання модернізованої машини:

$$E_e = E_d - E_n \Delta K_c, \quad (5.3)$$

де E_d – додаткова економічна користь, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефекту додаткових капітальних витрат;

ΔK_c – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікувана економічна користь від впровадження однієї модернізованої машини на гектар посівної площі:

$$E_n = E_{\epsilon} / H_n, \quad (5.4)$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: середня врожайність кормових бобів по базовій машині 22 ц/га, по модернізованій машині 24,5 ц/га; мінімальна закупівельна ціна 1 ц кормових бобів 1600 грн/ц [49]; значення нормативних величин [50]; технічних характеристик модернізованої машини. Після підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$\Phi_{\kappa} = 2,5 \cdot 1600 \cdot 249,6 = 998400 \text{ грн}$$

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$H_n = 0,1 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 0,65 \cdot 120 = 249,6 \text{ га}$$

$$E_g = 998400 - 0,15 \cdot 150000 = 975900 \text{ грн}$$

$$E_n = 975900 / 249,6 = 3910 \text{ грн/га}$$

Результати розрахунку зведені в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

Економічна ефективність впровадження модернізованого котка для передпосівного обробітку ґрунту

Показники	Один. вим.	Серійна сівалка	Модернізована сівалка
Наробіток за сезон	га	249,6	
Продуктивність за 1 годину по експлуатаційному часі	га/год	2,62	
Маса культиватора з додатковими робочими органами	кг	870	890
Швидкість агрегату	км/год	8	
Врожайність	ц/га	22	24,5
Очікуваний річний економічний ефект споживача	грн	—	975900
Економічна ефективність	грн/га	—	3910

Висновки

1. В результаті проведеного аналізу агротехніки вирощування кормових бобів можна відзначити, що технологія вирощування кормових бобів характеризується високою якістю виконання всіх технологічних операцій, високим ступенем механізації і хімізації виробництва, це дає можливість вирощувати врожаї з мінімальними затратами, на одиницю продукції.

2. Аналіз існуючих технологій вирощування кормових бобів показав, що значного зниження собівартості можна досягти, покращивши якість передпосівного обробітку ґрунту і утворенні кращих умов для проростання насіння, що впливає на дружність і рівномірність сходів.

3. Проведений аналіз сучасних прикочуючих котків, що використовуються для передпосівного обробітку ґрунту, показав, що їх конструкція не відповідає повністю вимогам щодо формування необхідної щільності ґрунту по ширині та глибині захвату. У зв'язку з цим запропоновано нову конструкцію прикочуючого котка з кулачковими робочими елементами та розроблена математична модель його дії на ґрунт.

4. Розроблена математична модель для удосконаленого котка дозволяє визначити розподіл питомого тиску залежно від конструктивних параметрів елементів котка і фізико-механічних характеристик ґрунту.

5. Ефективність нової конструкції котка полягає у тому, що завдяки робочій поверхні та кулачкам можна забезпечити рівномірне ущільнення ґрунту по ширині захвату і на необхідну глибину. Це дозволяє зменшити кількість проходів котка для досягнення необхідної однорідності ущільнення.

6. Розроблені заходи для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, а також покращення умов праці і під час сівби кормових бобів.

7. Розроблена удосконалена конструкція котка для передпосівного обробітку ґрунту дає можливість збільшити врожайність кормових бобів до 10%.

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Список використаної літератури

1. Онищук Д.М., Лихочвор В.В., Проць В.В. Кормові боби. Львів: НВФ «Українські технології», 2002. 44 с.
2. Барвінченко В.І., Материнський П.В., Кобак С.Я. Ефективність виробництва зерна бобів кормових залежно від впливу системи удобрення. Корми і кормовиробництво. 2009. Вип. 65. – С. 24 -33. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/download/1078/925>
3. Нідзельський В.А. Агробіологічні засади вирощування бобів кормових. Вісник ЖНАЕУ. Рослинництво, плодощовівництво та кормовиробництво, №1 (53), т.1, 2016. – С. 101 - 107. <https://sciencehorizon.com.ua/en/article/read/agrobiologichni-zasadi-viroshchuvannya-bobiv-kormovikh>
4. Оничко В.І. Вплив сортових особливостей та агротехнічних заходів на врожайність зерна кормових бобів в умовах північно-східного лісостепу України // Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2010. № 67. С. 51–58.
5. Віктор Шеремета. Україна має великий потенціал для того, щоб суттєво наростити виробництво бобових культур. Урядовий портал, 23.11.2017. <https://www.kmu.gov.ua/news/250446279>
6. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Особливості технології вирощування малопоширених зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 172 с. <http://repository.vsau.org/getfile.php/29427.pdf>
7. Воробйов Б.С. Кормові боби / За ред. Бабича А.О. Зернобобові культури. – К.: Урожай, 1984. – 157 с.
8. Бабич А.О. Зернобобові культури. К.: Урожай, 1984. 160 с.
9. Кияк. Г. Зернобобові культури. Львів: Каменярь, 1970. 80 с.
10. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві /А.М. Розвадовський, А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко та ін.; За ред. А.М. Розвадовського. - К.: Урожай, 1990. - 176 с.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

11. Національний стандарт України ДСТУ 4793:2007. Боби кормові. Технологія вирощування. Загальні вимоги. Київ, Держспоживстандарт України. 2009.

12. Лихочвор В.В., Бомба М.І., Дубковецький С.В. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів: Українські технології, 1991. 408 с.

13. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, П.В. Іващук, О.В. Корнійчук; заред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченко. - 3-є вид., вип. та доп. - Львів: НВФ «Українські технології», 2010. - 1088 с.

14. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування с/г культур. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

15. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 729 с.

16. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладижинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.

17. 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.

18. Ярошенко П.М. Про вдосконалення методики розрахунку тягового зусилля МТА. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 4 (42), 2020 С. 22-25.

<https://snaubulletin.com.ua/index.php/mapp/article/download/426/380/>

19. Оляднічук Р.В. Експлуатація машин і обладнання. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» освітньої програми «Агроінженерія». Умань: Уманський НУС 2020. 125 с. <https://pmoapv.udau.edu.ua/assets/files/2021/lekcii/emo-lz.pdf>

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

20. Луцюк В.І. «Організація і технологія механізованих робіт сільськогосподарського виробництва». Навчальний посібник Київ ТОВ «Л.Д.Л.» 2008 – 336 с.

21. Агротехнологічна та інноваційна стратегія проведення весняно-польових робіт в умовах 2016 року / Відповідальний за випуск М.С. Шевченко. ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2016. - 90 с. <https://market.institut-zerna.com/documents/sivba.doc>

22. Маслійов С.В., Шевченко А.М., Маслійов Є.С. Вплив обробітку ґрунту на ріст, розвиток та урожайність розлусної кукурудзи. Таврійський науковий вісник. № 116, Частина 2, Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво, 2020. - С. 14 – 21. URL: http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/116_2020/part_2/5.pdf

23. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва - Тернопіль:, 2005. - 228 с.

24. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2005. - С.120-123

25. Землеробство: підр. / В.П. Гудзь, І.Д. Примака, Ю.В. Будьонний, С.П. Танчик. - К. : Центр учб. л-ри, 2010. - 464 с.

26. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії і розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – С. 141 – 142. <https://studfiles.net/preview/5063474/page:25/>

27. Kuhn 4400 packer. URL: <https://www.kuhn.com/en/crop/tillage-implements/packers/4400-packer>

28. Amazone - Rollers & Harrows. URL: <https://www.amazone.net/en/products-digital-solutions/agricultural-technology/cultivation/compact-disc-harrows/52222-52222/52256>

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

29. Horsch Maschinen - Cruiser XL. URL:
<https://www.horsch.com/en/products/soil-cultivation/cultivators/cruiser-xl>

30. Bednar – Котки. URL:
<https://www.bednar.com/uk/%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%BA-%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%83/>

31. Farmet, Kompaktomat NS – Котки.
URL:<https://www.farmet.cz/uk/seedbed-combinator-kompaktomat-ns>

32. Шустік Л., Степченко С., Нілова Н., Сидоренко С. Порівняльний аналіз прикочувальних котків різних конструкцій виробництва тов «Ропа-Україна» та експертне оцінювання їхньої дії на ґрунт. Сільськогосподарська техніка та обладнання: прогнозування, конструювання, випробування. Вип. 25(39). 2019. – С. 89-95. URL: [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25\(39\)-9](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-2-25(39)-9)

33. Іванюта М.В. Числове дослідження процесу взаємодії поверхні гладкого котка з ґрунтом. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2015. № 5 С. 128-133. URL:
<https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/download/780/779/779>

34. Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А. Обґрунтування робочої поверхні конусного прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise». №5/2(34)2017. – С. 18-22. URL:
<http://journals.uran.ua/sciencerrise/article/view/101960>

35. Шустік Л., Погорілий В., Нілова Н. та інш. Кільчасто-шпорові і зубчато-шпорові котки. Функційні та динамічні випробування. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Вип. 28 (42). 2021. - С. 86 – 101. URL:
<http://tta.org.ua/article/view/236557>

36. Степченко С. Коткування як один із способів основного обробітку ґрунту. Техніка і технології АПК. № 5(8), 2010. - С. 15 – 19. URL:
http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/TiTAPK/2010_5/5_10_s15.pdf

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

37. Рожков П.М. Дослідження процесу взаємодії гладких котків з ґрунтом і обґрунтування їх форми: Дис...канд. техн. наук: 05.20.01. – Мелітополь, 1975. – 161 с.

38. Кушнар'ов А.С. Механіко – технологічні основи обробітку ґрунту / А.С. Кушнар'ов, В.І. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.

39. Сисолін П.В. та інш. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

40. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.

41. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Ауліна Т.М., Семенова Д.А. Результати експериментальних досліджень розподілу полів деформацій в ґрунті від дії прикочуючих котків бурякових сівалок. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2007, випуск 37, 1 – С. 286 – 290.

42. Артеменко Д.Ю. Теоретичне дослідження процесу взаємодії конусного котка просапної сівалки з ґрунтом. Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал / В. С. Шєбанін (гол. ред.) та ін. – Миколаїв, 2012. Вип. 1 (65). – С. 171 – 177.

43. Артеменко Д.Ю., Онопа В.А., Скриннік С.С. Обґрунтування конструкції комбінованого прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise» №11 (28) 2016. – С. 25-29.
<http://journals.urau/sciencerrise/article/view/80814>

44. Ущільнюючий коток: Пат. № 108147 У Україна, E01C19/28 / Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А., Антонюк О.М. (Україна); заявник і патентовласник КНТУ. – № 201511733; Заявл. 27.11.2015; Опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13. – 3 с.

45. Штаєрман І.Я. Контактна задача теорії пружності. Держтехвидавництво. – М.: 1949. – 162 с.

					МВКБ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

46. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

47. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машина сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

48. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

49. Закупівельні ціни в Кіровоградській області 2023 рік.
<https://tripoli.land/ua/boby/kirovograd>

50. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу : підручник /. В.Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2013. – 779 с.

					<i>МВКБ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Додатки

MRK5 00001 T4

Национальный проект

1. <i>Содержание</i> 2. <i>Введение</i> 3. <i>Глава I</i> 4. <i>Глава II</i> 5. <i>Глава III</i> 6. <i>Глава IV</i> 7. <i>Глава V</i> 8. <i>Глава VI</i> 9. <i>Глава VII</i> 10. <i>Глава VIII</i> 11. <i>Глава IX</i> 12. <i>Глава X</i> 13. <i>Глава XI</i> 14. <i>Глава XII</i> 15. <i>Глава XIII</i> 16. <i>Глава XIV</i> 17. <i>Глава XV</i> 18. <i>Глава XVI</i> 19. <i>Глава XVII</i> 20. <i>Глава XVIII</i> 21. <i>Глава XIX</i> 22. <i>Глава XX</i> 23. <i>Глава XXI</i> 24. <i>Глава XXII</i> 25. <i>Глава XXIII</i> 26. <i>Глава XXIV</i> 27. <i>Глава XXV</i> 28. <i>Глава XXVI</i> 29. <i>Глава XXVII</i> 30. <i>Глава XXVIII</i> 31. <i>Глава XXIX</i> 32. <i>Глава XXX</i> 33. <i>Глава XXXI</i> 34. <i>Глава XXXII</i> 35. <i>Глава XXXIII</i> 36. <i>Глава XXXIV</i> 37. <i>Глава XXXV</i> 38. <i>Глава XXXVI</i> 39. <i>Глава XXXVII</i> 40. <i>Глава XXXVIII</i> 41. <i>Глава XXXIX</i> 42. <i>Глава XL</i> 43. <i>Глава XLI</i> 44. <i>Глава XLII</i> 45. <i>Глава XLIII</i> 46. <i>Глава XLIV</i> 47. <i>Глава XLV</i> 48. <i>Глава XLVI</i> 49. <i>Глава XLVII</i> 50. <i>Глава XLVIII</i> 51. <i>Глава XLIX</i> 52. <i>Глава L</i> 53. <i>Глава LI</i> 54. <i>Глава LII</i> 55. <i>Глава LIII</i> 56. <i>Глава LIV</i> 57. <i>Глава LV</i> 58. <i>Глава LVI</i> 59. <i>Глава LVII</i> 60. <i>Глава LVIII</i> 61. <i>Глава LIX</i> 62. <i>Глава LX</i> 63. <i>Глава LXI</i> 64. <i>Глава LXII</i> 65. <i>Глава LXIII</i> 66. <i>Глава LXIV</i> 67. <i>Глава LXV</i> 68. <i>Глава LXVI</i> 69. <i>Глава LXVII</i> 70. <i>Глава LXVIII</i> 71. <i>Глава LXIX</i> 72. <i>Глава LXX</i> 73. <i>Глава LXXI</i> 74. <i>Глава LXXII</i> 75. <i>Глава LXXIII</i> 76. <i>Глава LXXIV</i> 77. <i>Глава LXXV</i> 78. <i>Глава LXXVI</i> 79. <i>Глава LXXVII</i> 80. <i>Глава LXXVIII</i> 81. <i>Глава LXXIX</i> 82. <i>Глава LXXX</i> 83. <i>Глава LXXXI</i> 84. <i>Глава LXXXII</i> 85. <i>Глава LXXXIII</i> 86. <i>Глава LXXXIV</i> 87. <i>Глава LXXXV</i> 88. <i>Глава LXXXVI</i> 89. <i>Глава LXXXVII</i> 90. <i>Глава LXXXVIII</i> 91. <i>Глава LXXXIX</i> 92. <i>Глава LXXXX</i> 93. <i>Глава LXXXXI</i> 94. <i>Глава LXXXXII</i> 95. <i>Глава LXXXXIII</i> 96. <i>Глава LXXXXIV</i> 97. <i>Глава LXXXXV</i> 98. <i>Глава LXXXXVI</i> 99. <i>Глава LXXXXVII</i> 100. <i>Глава LXXXXVIII</i> 101. <i>Глава LXXXXIX</i> 102. <i>Глава LXXXXX</i> 103. <i>Глава LXXXXXI</i> 104. <i>Глава LXXXXXII</i> 105. <i>Глава LXXXXXIII</i> 106. <i>Глава LXXXXXIV</i> 107. <i>Глава LXXXXXV</i> 108. <i>Глава LXXXXXVI</i> 109. <i>Глава LXXXXXVII</i> 110. <i>Глава LXXXXXVIII</i> 111. <i>Глава LXXXXXIX</i> 112. <i>Глава LXXXXXX</i> 113. <i>Глава LXXXXXXI</i> 114. <i>Глава LXXXXXXII</i> 115. <i>Глава LXXXXXXIII</i> 116. <i>Глава LXXXXXXIV</i> 117. <i>Глава LXXXXXXV</i> 118. <i>Глава LXXXXXXVI</i> 119. <i>Глава LXXXXXXVII</i> 120. <i>Глава LXXXXXXVIII</i> 121. <i>Глава LXXXXXXIX</i> 122. <i>Глава LXXXXXXX</i> 123. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 124. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 125. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 126. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 127. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 128. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 129. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 130. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 131. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 132. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 133. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 134. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 135. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 136. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 137. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 138. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 139. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 140. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 141. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 142. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 143. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 144. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 145. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 146. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 147. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 148. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 149. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 150. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 151. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 152. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 153. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 154. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 155. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 156. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 157. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 158. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 159. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 160. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 161. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 162. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 163. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 164. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 165. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 166. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 167. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 168. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 169. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 170. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 171. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 172. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 173. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 174. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 175. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 176. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 177. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 178. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 179. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 180. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 181. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 182. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 183. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 184. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 185. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 186. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 187. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 188. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 189. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 190. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 191. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 192. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 193. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 194. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 195. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 196. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 197. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 198. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 199. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 200. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 201. <i>Глава LXXXXXXXVII</i> 202. <i>Глава LXXXXXXXVIII</i> 203. <i>Глава LXXXXXXXIX</i> 204. <i>Глава LXXXXXXXI</i> 205. <i>Глава LXXXXXXXII</i> 206. <i>Глава LXXXXXXXIII</i> 207. <i>Глава LXXXXXXXIV</i> 208. <i>Глава LXXXXXXXV</i> 209. <i>Глава LXXXXXXXVI</i> 210. <i></i>

1815 170 0000	
---------------	--

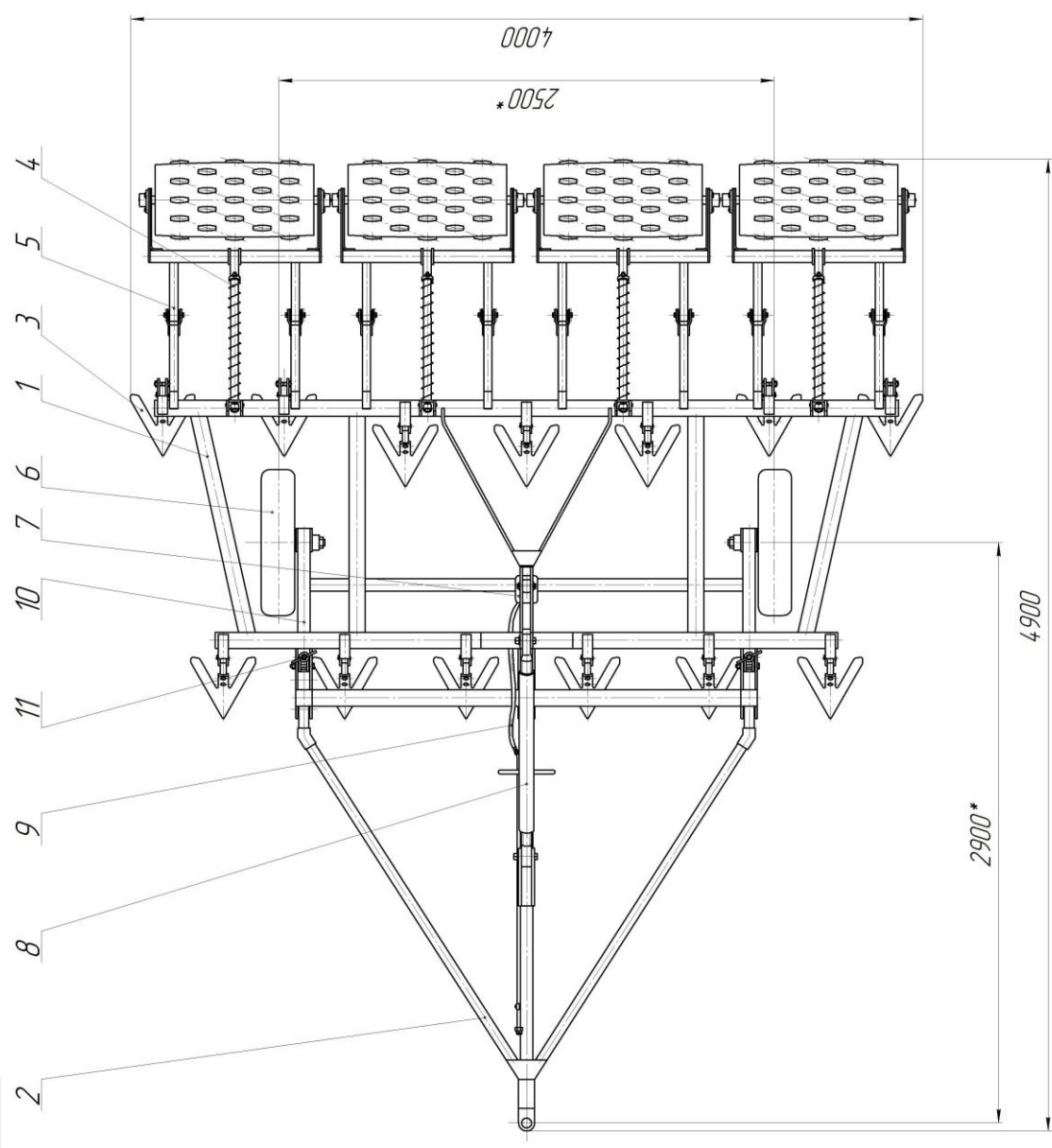
[illegible]

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			МВКБ 00.000 СБ	Складальне креслення	1		
					Складальні одиниці			
		1		МВКБ 00.000.01	Рама	1		
		2		МВКБ 00.000.02	Причип	1		
		3		МВКБ 00.000.03	Лапа	13		
		4		МВКБ 00.000.04	Натискна штанга	4		
		5		МВКБ 00.000.05	Коток	4		
		6		МВКБ 00.000.06	Опорне колесо	2		
		7		МВКБ 00.000.07	Гідроциліндр	1		
		8		МВКБ 00.000.08	Регулювальна штанга	1		
		9		МВКБ 00.000.09	Гідросистема	1		
Взам. инв. №				10	МВКБ 00.000.10	Рама опорних коліс	1	
				11	МВКБ 00.000.11	Регулятор глибини ходу	2	
Подп. и дата				МВКБ 00.000				
	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.	Муленко			Культиватор причипний універсальний КПУ 4	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Артеменко						1
Подп. и дата	Н.контр.	Мачок			ЦНТУ гр. АІ-22М(1,4)			
	Утв.	Лещенко						

Копіював

Формат А4

МВКБ 00.0000 СБ



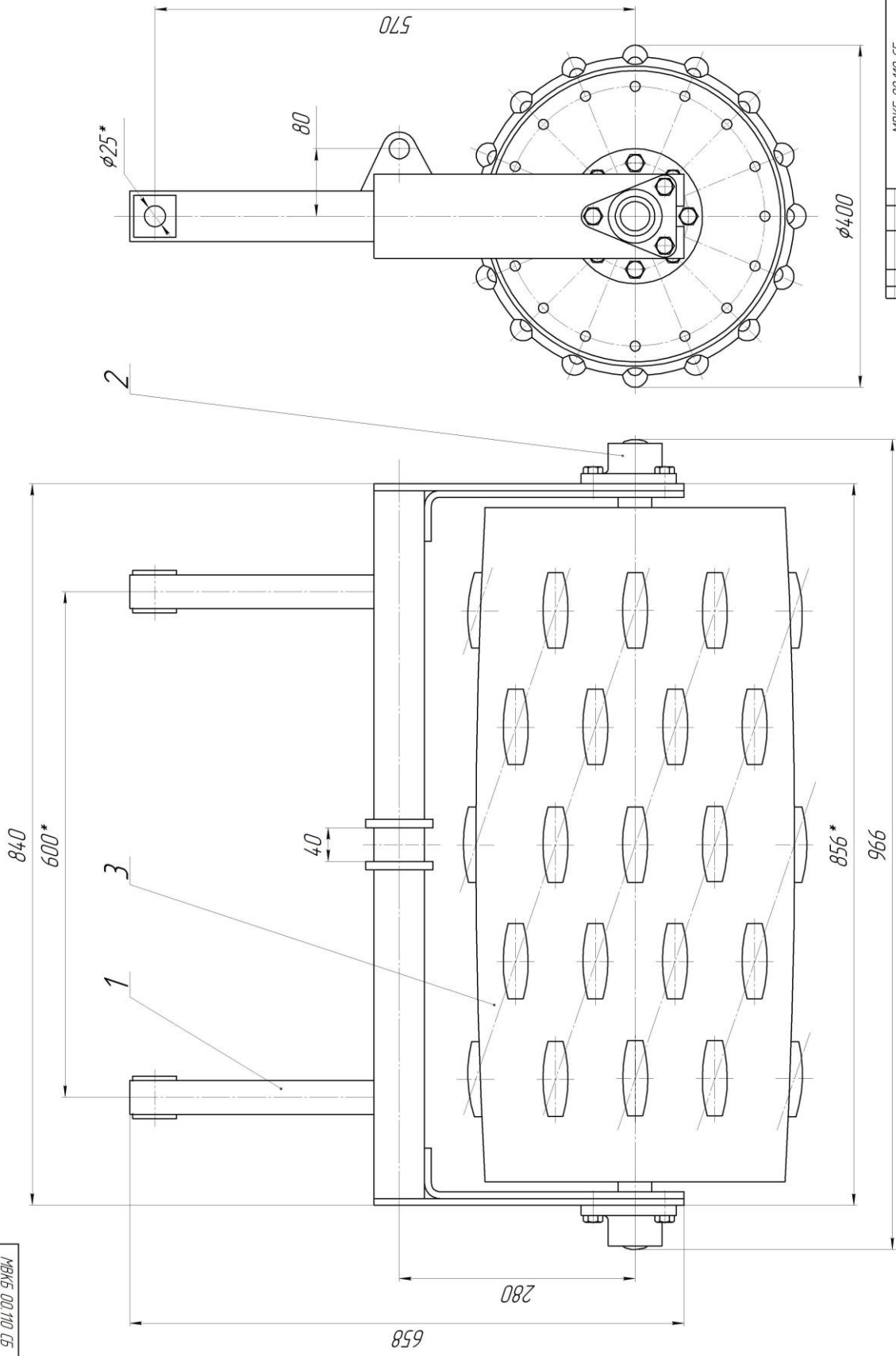
- 1. Неказані граничні відхилення розмірів по ГОСТ 234.209 - 82.
- 2. Культиватор падиinna дути пафарбаданий по ГОСТ 6572 - 91 емлями АС - 182 по ГОСТ 19024 - 79.
- 3. Фарбадаты "Місце стропыды" прафарбам Т-4 ГОСТ 14.763-73.
- 4. Яксть гатадага збранага культиватора падиinna адпададаты тэхнічым умадам на культиватор КПУ-4.
- 5. Пасля здырання культиватор падиинен прайты адкалудыння.
- 6. Писк в шнах апра-прыбаднх коліс падиинен складады 0,157 мПа.
- 7. *Размыры для дадыдак.

МВКБ 00.0000 СБ		Культиватор		КПУ 4		СР АС-22М14	
Ліст	Тытэс	Рэкамен	Ліст	Тытэс	Рэкамен	Ліст	Тытэс
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			МВКБ 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A1	1		МВКБ 00.110.01	Рама	1	
	A2	2		МВКБ 00.120.02	Ступиця	2	
	A1	3		МВКБ 00.110.03	Прикочуючий каток	1	
Подп. и дата							
Взам. инв. №	Инв. № дубл.						
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВКБ 00.110		
	Разраб. Проб.	Муленко Артеменко			Коток	Лит.	Лист
Н.контр. Утв.	Мачок Лещенко					Листов	
						1	
						ЦНТУ гр. АІ-22М(1,4)	
						Формат А4	

Копировал

МВКБ 00.110.05



МВКБ 00.110.05		Коток		ЛНТУ	
Мат. 1	Мат. 2	Мат. 3	Мат. 4	Мат. 5	Мат. 6
735	735	735	735	735	735
12	12	12	12	12	12
ЛНТУ		ЛНТУ		ЛНТУ	
20. AL-22M14		20. AL-22M14		20. AL-22M14	

- 1. Заднішні поверхні: фарбувати червоною емаллю ПФ-115 ГОСТ 6465-76.
- 2. При складанні всі парожини ступиці заповнити мастилом /літол 24, ГОСТ 12150-87.
- 3. Всі шарнірно з'єднані деталі повинні вільно рухатись одна відносно одної без заїздів і перекосів.
- 4. *Розміри для довідки.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2			МВКБ 00.120 СБ	Складальне креслення		
					Деталі		
	A3	1		МВКБ 00.120.01	Корпус	1	
		2		МВКБ 00.120.02	Фланець	1	
		3		МВКБ 00.120.03	Кришка	1	
		4		МВКБ 00.120.04	Заглушка	1	
		5		МВКБ 00.120.05	Кільце	1	
	6		МВКБ 00.120.06	Ущільнювач	1		
Подп. и дата					Стандартні вироби		
			7		Гайка М16х1	1	
					ГОСТ 10605-94		
					Кільце стопорне		
					ГОСТ 24559-71		
			8		Ø45	1	
			9		Ø52	1	
			10		Підшипник 1027305А	1	
					ГОСТ 27365-87		
			11		Шайба 16	1	
					ГОСТ 11374-78		
Инв. № подл.				МВКБ 00.120			
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Муленко			Ступиця		
	Проб.	Артеменко					
	Н.контр.	Мачок					
Утв.	Лещенко			Лит. Лист Листов 1 1 ЦНТУ зр. АІ-22М(1,4)			

Копіював Формат А4

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що: розроблена математична модель процесу взаємодії удосконаленого котка з ґрунтом та аналітично обґрунтовано раціональну форму його робочої поверхні відповідно до вимог агротехніки; теоретично обґрунтовані закономірності впливу геометричних параметрів котка та його робочих елементів на виконання процесу ущільнення ґрунту; показаний зв'язок конструктивних параметрів поперечного профілю котка для передпосівного обробітку ґрунту з конфігурацією сформованої щільності ґрунту після прикочування.

						МВКБ 00.001 НЧ			
Відділ	№ докум.	Розд.	Лист	Мета та задачі дослідження			Лист	Мова	Місцезнаход.
Розподіл	Місцева								
Листів	Доповнено								
Настрої	Мова								
Листів	Доповнено								
					ЦНТУ зр А-22М(14)				

Функції, які описують форми стискувачих тіл

$$y_1 = f_1(x); \quad y_2 = f_2(x). \quad (1)$$

Причому $y = y_1 + y_2 = f_1(x) + f_2(x)$

Переміщення в результаті стискування взаємодіючих тіл вздовж осі $\hat{I}_0$

$$\mathfrak{g}_1 + \mathfrak{g}_2 = \Delta - f_1(x) - f_2(x) \quad (2)$$

Переміщення в напрямку дії сили на ділянці контакту котка з ґрунтом

$$\mathfrak{G} = -\theta \, p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} + C \quad , \quad (3)$$

де θ - узагальнений показник пружності:

$$\theta = \frac{2}{\pi E_d} (1 - \mu^2) \text{ ,} \quad (4)$$

де E_d - модуль деформації;

μ - коефіцієнт бічного розширення.

Інтегральне рівняння для тиску в залежності від форми стискувачих тіл

$$(\theta_1 - \theta_2) \int_L p(t) \ln \frac{1}{|t - x|} dt = C - f_1(x) - f_2(x), \quad (5)$$

$$\text{де } \int_L p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} dt = f(x) - \text{узагальнена стала.}$$

*Розв'язок інтегрального рівняння для тиску
в залежності від форми стискувачих тіл*

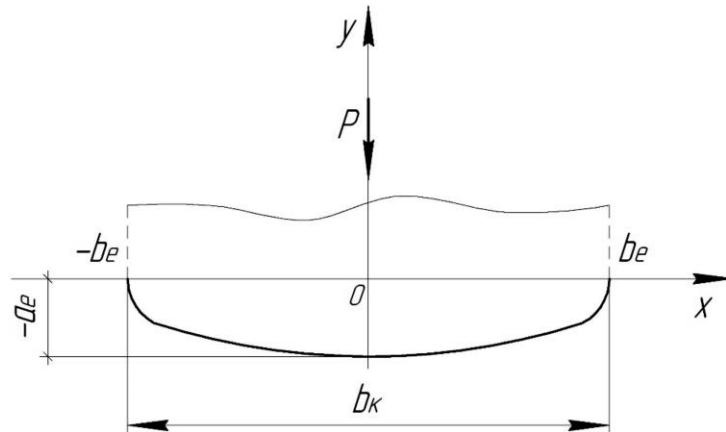
$$f(x) = \frac{C - f_1(x) - f_2(x)}{\theta_1 + \theta_2} \quad , \quad (6)$$

де C - узагальнена стала.

						МВКБ 00.002 НЧ			
тип ліній	№ докум.	клас	клас			Теоретичні дослідження			
Розроб.	Мусиєнко					Авт.	Маст.	Міжмат.	
Проб.	Богданенко								-
Корект.						Докл.	Дисерт.	?	
Нахист.	Мельник					ЛІНІЯ			
Інст.	Богданенко					ар. АІ- 22М14)			
-									

Схема досліджуваного профілю ущільнювача котка

МВКБ 00.003 НЧ



Рівняння профілю ущільнювача котка

$$f(x) = a_e - \frac{a_e}{b_e} \cdot \sqrt{b_e^2 - x^2} \quad (7)$$

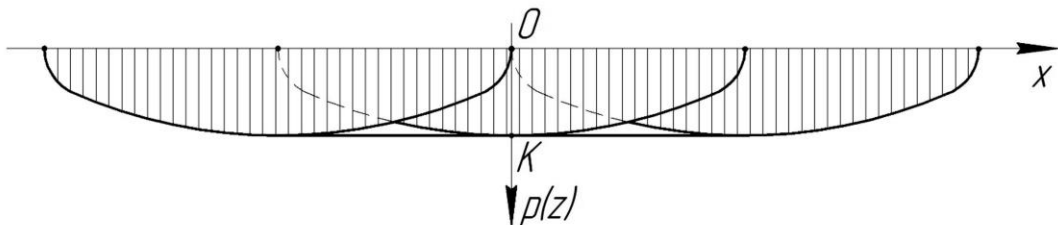
Основне інтегральне рівняння контактної задачі теорії пружності

$$\int_L p(t) \ln \frac{1}{|t-x|} dt = f(x) \quad (8)$$

Розв'язок інтегрального рівняння

$$p(x) = \frac{C}{\pi b_k^2 (\theta_1 + \theta_2)} \sqrt{b_e^2 - x^2} \quad (9)$$

Теоретичний графік розподілу напружень під робочими елементами котка експериментальної форми



				МВКБ 00.003 НЧ			
Міс. М.ст.	М.В.ст.	М.В.ст.	М.В.ст.	Міс. М.ст.	М.В.ст.	М.В.ст.	М.В.ст.
Розроб.	Розроб.	Розроб.	Розроб.	Розроб.	Розроб.	Розроб.	Розроб.
Вір.	Вір.	Вір.	Вір.	Вір.	Вір.	Вір.	Вір.
Менедж.	Менедж.	Менедж.	Менедж.	Менедж.	Менедж.	Менедж.	Менедж.
Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.
Теоретичні дослідження				ЦНТУ			
-				зр. АІ-22Н(14)			
Копія				Файл АІ			