

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 20 ____ р.

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

Модернізація та обґрунтування параметрів прикочуючого котка
посівної секції сівалки УПС-8

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи ГМ(СМ)-21М-1,9
ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
_____Купчевич Денис Сергійович
« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____Дмитро АРТЕМЕНКО
« ____ » _____ 20 ____ р.
Рецензент _____

Перв. примеч.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №						Документація загальна				
						Заново розроблена				
	A4				МПК 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка				
						Документація по складальним одиницям				
						Заново розроблена				
	A1				МПК 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка УПС 8	1			
	A1				МПК 00.110 СБ	Секція	1			
	A1				МПК 00.120 СБ	Прикочуючий коток	1			
	A2				МПК 00.140 СБ	Коток	1			
						Документація по деталях				
Взам. инв. №	инв. №	инв. №	инв. №	инв. №	инв. №	инв. №	инв. №	инв. №		
	A3				МПК 00.140.01	Обод	1			
	A3				МПК 00.140.02	Диск	1			
Подп. и дата	МПК 00.000 ВП									
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Инв. № подл.	Разраб.	Купчевич			Відомість магістерської роботи			Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Артеменко								1
	Н.контр.	Мачок						ЦНТУ		
	Утв.	Лешенко						зр. ГМ(СМ)-21М-1,9		

Копировал
Формат A4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Інженерна частина	7
3. Наукова частина.....	28
4. Охорона праці.....	42
5. Економічна частина.....	45
Висновки.....	47
Список використаної літератури.....	48
Додатки	

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

1. Вступ

Науковому дослідженню підлягає проблема модернізації робочих органів просапної сівалки для ефективного загортання насіння та оптимізації їх параметрів, оскільки сучасні недоліки роботи посівної секції просапної сівалки не забезпечують необхідної ефективності виконання технологічного процесу посіву згідно з агротехнічними вимогами. У сучасному сільському господарстві вирощування просапних культур стає все більш важливим, але для досягнення високих урожаїв необхідно не тільки вибирати ефективні сорти, але й правильно виконувати технологічний процес робочими органами, які впливають на швидкість проростання насіння просапних культур. Рівномірність посіву насіння по довжині рядка і глибині загортання є важливими факторами для досягнення ранніх і дружніх сходів та високих урожаїв.

Важливим питанням є вплив конструкції поверхні прикочуючого котка на якість ущільнення ґрунту, що впливає на швидкість проростання насіння. Дослідження цього фактора дозволяє зрозуміти, яка конструкція і які параметри котка є оптимальними для досягнення максимальної ефективності ущільнення ґрунту. А оскільки робота котка направлена на формування умов швидкого проростання насіння то це дозволяє підвищити виробничу ефективність і забезпечити високий рівень врожайності просапних культур.

Тема магістерської роботи, згідно з індивідуальним завданням полягає у модернізації сівалки УПС-8 (варіант для посіву просапних культур) з розробкою прикочуючого котка.

					МПК 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Купчевич						
Перевір.		Артеменко					6	53
						ЦНТУ		
Н. Контр.		Мачок				гр. ГМ(СМ) 21М-1,9		
Затверд.		Лещенко						

2. Інженерна частина

2.1 Стан питання про машину, яка модернізується

Універсальна просапна сівалка УПС 8 [1,2] призначена для посіву просапних культур рядковим способом (рис. 2.1). Вона складається з трьох основних частин: передньої частини, де розміщена туковисівна система, середньої частини, яка містить пневматичну систему та механізми регулювання, та задньої частини, де розташовані секції робочих органів для безпосереднього посіву насіння. Всі частини сівалки виготовлені з якісних матеріалів, що забезпечує її довговічність та надійність.

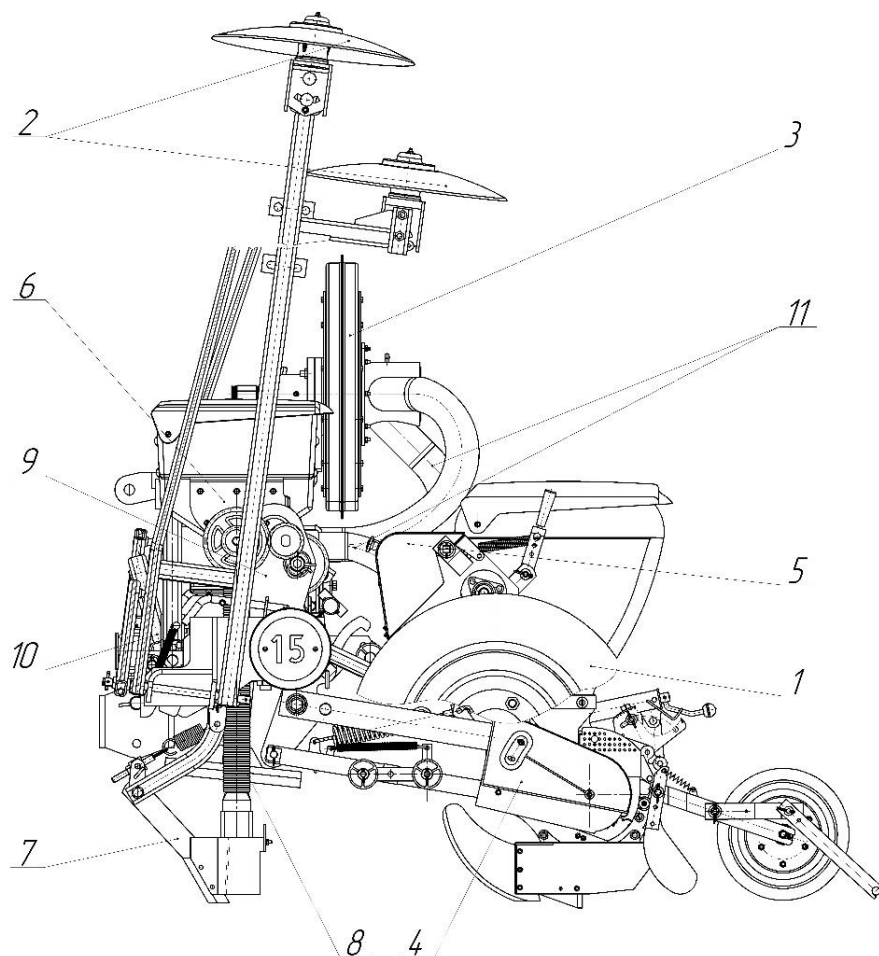


Рис. 2.1 Схема універсальної пневматичної сівалки УПС-8:

1 – приводне колесо; 2 – маркери; 3 – вентилятор з повітропроводами; 4 – секція; 5 – насіннєвий бункер; 6 – туковисівна система; 7 – сошник для висіву мінеральних дорив; 8 – тукопроводи; 9 – коробка передач; 10 – трикутник навіски; 11 – повітропроводи

Рама передньої частини сівалки УПС 8 складається з регульованих елементів, які дозволяють змінювати ширину рядка в залежності від культури. Бункер для насіння має велику місткість та дозволяє підтримувати необхідну норму висіву насіння на довгих ділянках роботи без переривів. Також, бункер має систему захисту від заповнення вологою, що забезпечує збереження насіння в сухому стані.

Середня частини сівалки УПС 8 обладнана механізмами, що дозволяють регулювати норму висіву насіння та навантаження на секцію робочих органів. Система точного висіву забезпечує рівномірний розподіл насіння по довжині рядка, що дозволяє отримати однорідні та дружні сходи. Сошники секції робочих органів також регулюються, що дозволяє змінювати глибину загортання насіння.

УПС 8 має компактну конструкцію, що дозволяє зручно транспортувати та зберігати її в невеликих приміщеннях. Сівалка не вимагає значних зусиль для її підготовки до роботи.

УПС 8 може бути використана для посіву різних культур, таких як кукурудза, соя, соняшник та інші. Для цього необхідно змінити насінневі диски та налаштувати ширину міжряддя.

Крім того, УПС 8 має систему контролю кількості висіву насіння. Ця система дозволяє зменшити витрати насіння та забезпечити рівномірний висів. Сівалка може працювати на великих робочих швидкостях, що дозволяє ефективно обробляти великі площі за короткий час. Завдяки пневматичному висівному апарату просапної сівалки УПС 8 забезпечується рівномірний висів насіння з точністю до 98%. Це дозволяє отримати максимальний врожай з засіяної площі.

Переваги сівалки: можливість використання для посіву різних культур; висока робоча швидкість; висока точність висіву насіння висівним апаратом; система контролю кількості висіву насіння.

Недоліками можна вважати: сівалка потребує певної підготовки та налаштування перед використанням; вимагає рівної та гладкої поверхні поля

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

для якісного виконання технологічного процесу; має полозковий сошник який погано працює при неякісній підготовці ґрунту.

Основні показники якості виконання технологічного процесу повинні відповідати вимогам агротехніки [1,2]:

- необхідність дотримання ширини міжряддя при різних значеннях цього параметра в межах ряду 45, 60, 70, 90;
- глибина загортання насіння сошником з відхиленням не більше 1,5%;
- норма висіву насіння з нерівномірністю до 1,5% та нестійкістю загального висіву насіння до 1,0%;
- допускається подрібнення насіння не більше 0,2%, а норма внесення добрив повинна бути в межах з інтервалом регулювання 25 кг;
- необхідно дотримуватися глибини закладання добрив збоку насіння не більше 5 см і нижче його рівня – на глибину передпосівної культивуації.

Всі необхідні для посіву елементи розміщуються на секції робочих органів сівалки (рис. 2.2).

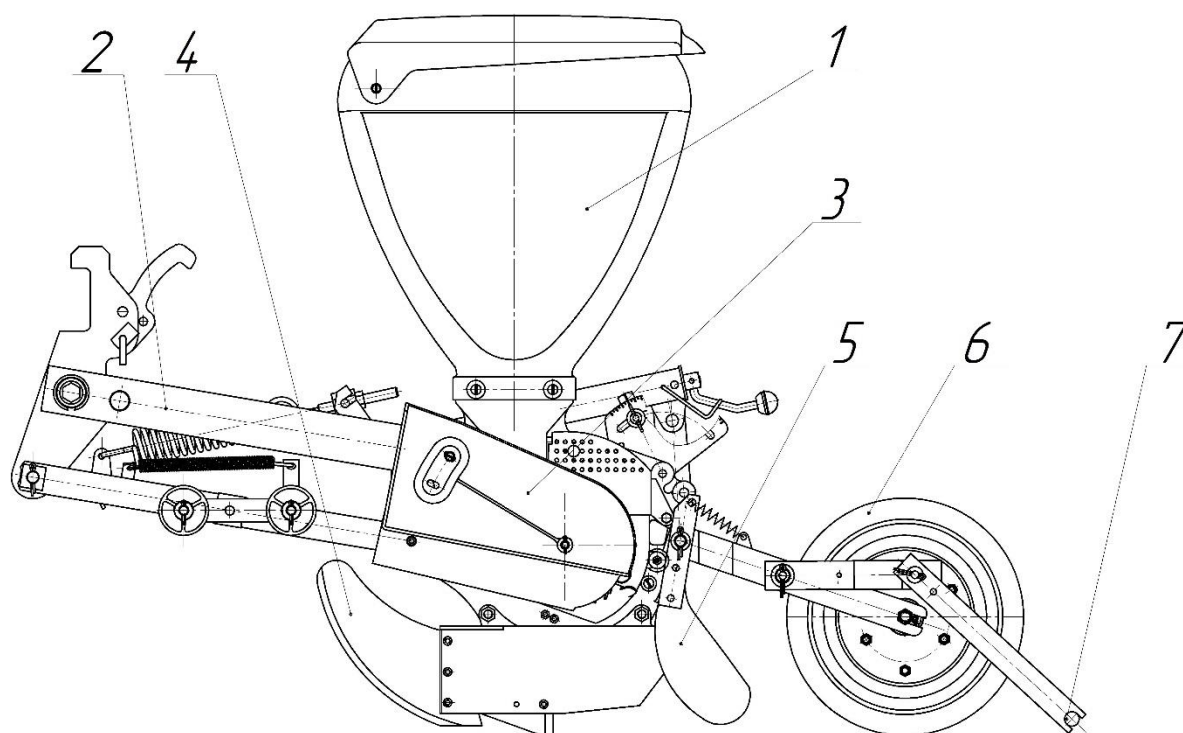


Рис. 2.2 Секція сівалки УПС 8:

1 – насіннєвий бункер; 2 – паралелограмна підвіска; 3 – висівний апарат;
4 – сошник; 5 – загортачі ложкового типу; 6 – коток; 7 – прутковий шлейф

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

Одним із робочих органів які напряму впливають на утворення умов для стрімкого проростання насіння є прикочуючий коток (рис. 2.3).

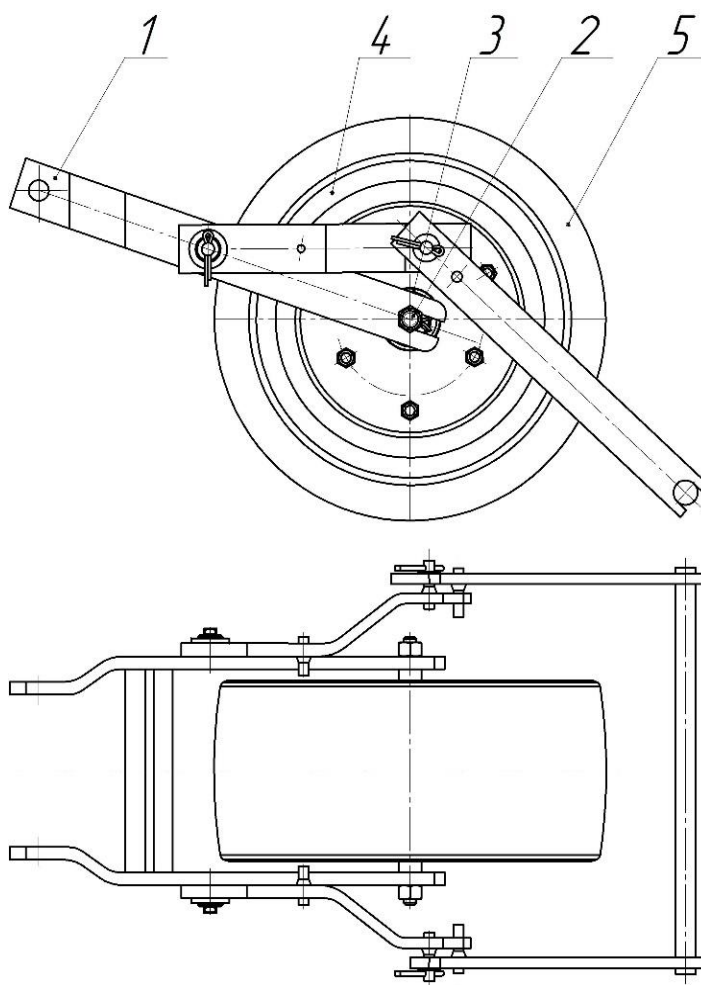


Рис. 2.3 Серійний коток УПС 8:

1 – поводкова група, 2 – вісь, 3 – підшипниковий вузол, 4 – диск, 5 – гумовий обід атмосферного тиску

Прикочуючий коток оснащений гумовим ободом атмосферного тиску, що має такі переваги при його використанні в порівнянні із іншими типами котків:

- зменшення ущільнення верхнього шару ґрунту, це дозволяє полегшити розвиток кореневої системи рослин і сприяє їх кращому зростанню;
- максимальна точність розміщення насіння по глибині - прикочування котком з гумовою шиною дозволяє розподілити насіння рівномірно по глибині, забезпечуючи максимальну точність висіву;

- зменшення кількості пустот – контакт гумової шини до ґрунту допомагає заповнити пустоти, що забезпечує більш рівномірний розподіл насіння;

- менше витрат на обслуговування - гумова шина атмосферного тиску має високу міцність і стійкість до зносу, що дозволяє знизити витрати на обслуговування котка;

- підвищення продуктивності - завдяки рівномірному розподілу насіння і зменшенню ущільнення ґрунту в верхніх шарах, прикочування котком з гумовою шиною дозволяє підвищити продуктивність висіву на 10-15%.

- більш гладке кочення - гумова шина атмосферного тиску забезпечує більш гладке кочення, що позитивно впливає на якість висіву та зменшує вібрацію машини.

До недоліків прикочуючого котка з використанням гумової шини атмосферного тиску можна віднести:

- гумова шина може з часом втрачати свої властивості, ставати жорсткішою та переущільнювати верхній шар ґрунту утворюючи кірку;

- відносно висока вартість: гумова шина може бути дорожчою у виробництві за рахунок використання вартісних пресформ;

- обмежена ефективність на м'якому ґрунті: гумова шина може утворювати значну колію на м'якому ґрунті, що зменшує ефективність прикочування.

- потреба в регулярному обслуговуванні: гумова шина потребує регулярного перевірки на наявність пошкоджень та належного догляду за отворами які насичують її повітрям;

- характер дії шини і її профіль у вигляді циліндричної поверхні забезпечують тиск зверху вниз безпосередньо на насіння, що може створювати умови для затримання дружних сходів.

Оскільки на сьогоднішній день багато недоліків в конструкції котка не усунені, то актуальним є подальше його удосконалення, з метою покращення його технологічних характеристик.

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

2.2 Аналіз конструкцій та технологічного процесу роботи прикочуючих котків

Велика різноманітність конструктивних розмірів і геометричних форм робочих поверхонь прикочуючих котків просапних посівних машин [3-5], свідчить про те, що питання вибору останніх не можна вважати вирішеним.

Для задоволення агротехнічних вимог, сучасні конструкції посівних машин постачаються пресовими або котками для прикочування ґрунту за слідами сошників. Мета такого прикочування полягає в тому, щоб виключити суцільне роздільне коткування ґрунту і разом з тим створити необхідний контакт насіння з ґрунтом. Одночасно з ущільненням ґрунту, прикочуючі котки ряду посівних машин забезпечуються приводними ланками висівних апаратів.

Сучасні конструкції посівних машин [6-11] мають кілька різновидів прикочуючих котків (рис. 2.4), найголовнішим із яких є наступні:

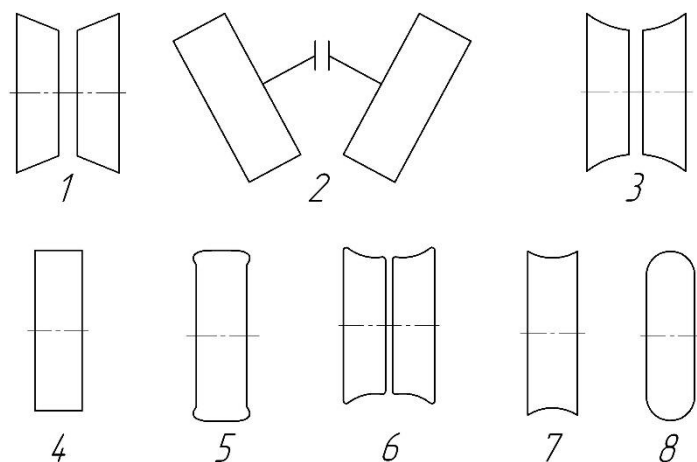


Рис. 2.4 Найпоширеніші конструкції прикочуючих котків:

1 – 3 конусними напівободами, 2 – V – подібний циліндричний, 3 – з вгнутими напівободами, 4 – циліндричний, 5 – випуклий циліндричний, 6 – вгнутий з радіальними кінцями, 7 – вгнутий, 8 – гумовий радіальний

Рис. 2.4.1 - здвоєні котки, що мають форму зрізаного конуса (далі будемо називати їх конічними). Такі коточки встановлюються на просапні сівалки фірм Kuhn, Nodet gougis, Gaspardo, Monosem [6-9] і мають діаметр від 300 до 500 мм і являють собою два жорстко пов'язані напівободи шириною від 30 до

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

60 мм кожен (розмір ширини ободу залежить від умов використання і висіваємої культури). Відстань між ними дорівнює від 30 до 50мм. Число котків відповідає числу сошників посівної машини. Крім ущільнення ґрунту, вони можуть бути призначені також для приводу механічних висівних апаратів. Такі коточки відрізняються легкістю і простотою конструкції але на пухких ґрунтах, вони не забезпечують необхідної несучої здатності, це призводить до надмірного занурення їх у ґрунт і глибокого загортання насіння до 10 - 12 см. На сухих супіщаних ґрунтах з вологістю порядку 9 - 12%. Оснащення таких котків відповідними ґрунтозачепами могло б усунути зазначені недоліки та покращити їх технологічні характеристики, але це сприяло б їхньому залипанню.

Рис. 2.4.2 – спарені циліндричні котки V – подібні, встановлюються на сівалки фірм Franz kleine, Nodet gougis [6,10]. Такі котки при русі по деформуємому ґрунту дають високий коефіцієнт поперечного переміщення ґрунтових елементів і тим самим забезпечує потрібний контакт насіння з ґрунтовим середовищем.

Рис. 2.4.3 – котки з двома вигнутими напівободами які вільно посаджені на спільній осі. Кожен напівобод такого котка призначений для ущільнення ґрунту в зоні залягання насіння. Такі котки встановлюють на овочевих сівалках типу СОН-2,8 [12] для ущільнення ґрунту по слідам сошників. Вільне обертання кожного котка сприяє їх самоочищенню від налипання ґрунту і кореневих залишків бур'янів. Тиск на ґрунт регулюється вертикальними підпружиненими штангами.

Рис. 2.4.4 – коток з гладким циліндричним ободом встановлюються по слідам сошників і служать для вирівнювання і ущільнення ґрунту. Такі коточки встановлюються на просапні сівалки фірм Nodet gougis, Gaspardo, Monosem [6,7-9] і мають діаметр до 350 мм і ширину обода до 150 мм. Спеціальні пружинні механізми дозволяють в широких діапазонах регулювати питомий тиск на ґрунт. Такі котки в зв'язку з їх діаметром і близького розміщення, одразу за сошником, при підвищенні вологості ґрунту до 26-28%

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

схильні до залипання. Крім того такі котки часто утворюють передкоткові пагорби, нагромаджуючи ґрунт перед котком, що приводить до порушення роботи загортачів і забивання сошників. У технологічному відношенні циліндричні котки схильні до утворення колії з формуванням поверхневої кірки, що є вкрай небажаним явищем.

Рис. 2.4.5 – Котки з гумовим ободом встановлюються на посівних машинах точного висіву ідучи по слідах сошників загортають і ущільнюють борозну. Характерною особливістю гумових котків є те що вони за рахунок шин атмосферного тиску можуть збільшувати площу контакту з ґрунтом і більш рівномірно розподіляти тиск. Котки з гнучким ободом більш придатні для забезпечення формування умов для стрімкого проростання насіння. Такі котки не утворюють додаткового пилу при роботі і менше залипають ґрунтом.

Рис. 2.4.6 – спарені котки полегшаної конструкції з вогнутим профілем напівобода і заокругленими краями [5]. Кожен напівобід такого котка виготовлявся із штампованої листової сталі, розміщується на осі і вільно обертається, а відстань між напівободами – 10мм. Такі котки використовуються в причіпних сівалках для посіву цибулі, мають діаметр 200 мм і ширину напівобода 40 мм. Така конструкція профілю котка не зовсім придатна для використання на посівних машинах.

Рис. 2.4.7 – коток з вогнутим профілем, в технологічному плані близький до рис. 2.4.3 і рис. 2.4.6, але поступається останнім своєю здатністю до залипання на вологих ґрунтах і утворенню ущільненої основи борозни випуклої форми. У випадку заповнення порожнини котка ґрунтом такий коток працює як звичайний циліндричний, але додатково може руйнувати рядок розкидаючи налиплий шар ґрунту порушуючи якість прикочування посіву..

Рис. 2.4.8 – коток з випуклим профілем. Цей коток при коченні по сліду сошника, зміщує ґрунтові елементи вертикально вниз і в боки за рахунок бічної дії поверхні. На вологих і супіщаних ґрунтах такий коток залишає за собою глибоку колію з ущільненим ложем і боковими відвісними стінками. Це

приводить до надлишкової глибини загортання насіння і перешкоджанню проростання насіння.

Як видно із проведеного аналізу конструкцій котків на сьогоднішній день немає котка недоліки якого б були мінімальними, тому необхідно провести патентно технічний аналіз конструкцій прикочуючих котків просапних сівалок.

Так, автори [13] пропонують конструкцію прикочуючого котка, який складається з двох гумових ободів, виготовлених у вигляді зміщеного конуса з заокругленим нижнім кінцем. У середині ободів знаходяться металеві диски, встановлені на осі і фіксуються на гайках. Ободи мають внутрішню робочу частину, товщина стінок якої рівномірно зменшується від основи до вершини, де вона досягає половини товщини. Завдяки цій конструкції внутрішня частина котка є гнучкою, а зовнішня - жорсткою. Металеві диски, розташовані всередині гумових ободів, забезпечують жорсткість зовнішньої частини, а зменшення товщини внутрішньої частини забезпечує гнучкість і ефективність роботи прикочуючого котка.

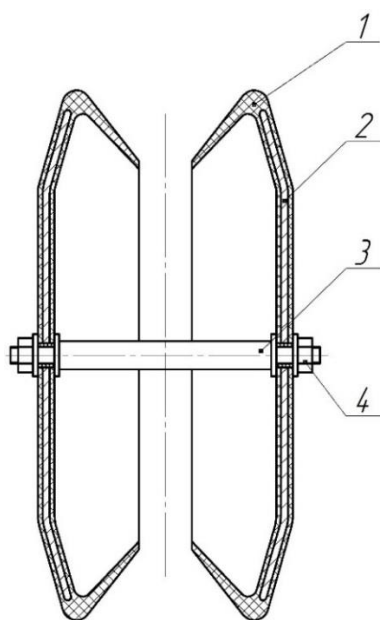


Рис. 2.5 Коток патент UA 118817:

1 – обод; 2 – диск; 3 – ось; 4 - гайка

Запропонований прикочуючий коток працює наступним чином: внутрішня частина ободів 1 поступово ущільнює ґрунт над насінням, проте,

					МПК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

завдяки гнучкому профілю обода, здійснює демпфування, щоб зменшити ущільнення верхнього шару ґрунту над насінням. Зовнішня частина, яка складається з металевого диска 2, що встановлений на осі 3 і зафіксований гайкою 4, ущільнює ґрунт в глибину по напрямку до насіння, що створює сприятливі умови для підтримки капілярної вологи та проростання насіння. Конструкція котка, зображена на рис. 2.5, забезпечує диференційний розподіл щільності ґрунту – в зоні розміщення насіння щільність вища, а в верхній зоні рядка її менше.

Однак, поряд з перевагами, така конструкція має наступні недоліки: використання гумових ободів може призвести до їх старіння і огрубіння, а це втрата технологічних властивостей і потребуватиме регулярної заміни; металеві диски, які встановлені всередині ободів, можуть бути придатними для ущільнення не всієї різноманітності просапних культур і в деяких випадках переущільнювати ґрунт; гнучкий профіль обода може знизити ефективність ущільнення ґрунту, якщо поле буде незадовільно підготовлене до сівби.

У роботі [14] запропоновано конструкцію прикочуючого котка (рис. 2.6), яка складається з двох гумових ободів 2 конічної форми з металевими дисками всередині 3. Ободи фіксуються на кронштейні 1 за допомогою гайок 4. В розрізі обід має конічний профіль, товщина якого поступово зменшується від основи до вершини, що забезпечує гнучкість профілю обода котка.

Під час роботи сівалки з використанням запропонованого прикочуючого котка, V-подібний коток плавно ущільнює ґрунт з обох боків від насіння, починаючи з верхніх шарів і опускаючись до нижніх. Щоб запобігти надмірному ущільненню верхнього шару ґрунту над насінням, гнучкий профіль обода котка здійснює демпфування. Така конструкція котка забезпечує диференційне розподілення щільності ґрунту - зона розміщення насіння має більшу щільність, а верхня зона рядка - меншу.

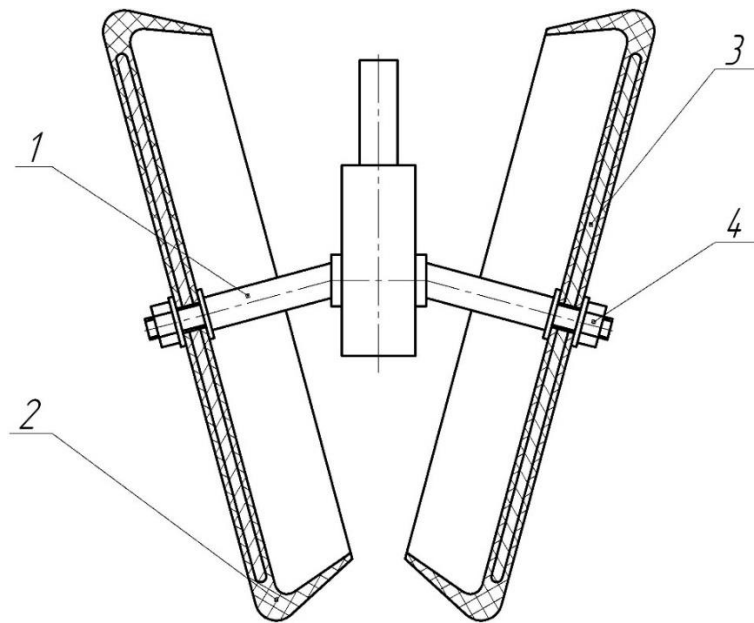


Рис. 2.6 Коток патент UA 44557:

1 – кронштейн; 2 – гумовий обод; 3 – диск; 4 - гайка

Однак, поряд з перевагами, така конструкція має наступні недоліки: коток може бути менш ефективним на непідготовленому ґрунті, оскільки не забезпечуватиме рівномірне ущільнення ґрунту; металеві диски всередині гумових ободів можуть бути вразливі до пошкоджень, що може призвести до несправності котка; фіксація ободів на кронштейні гайками може бути ненадійною і призвести до розхитування ободів під час роботи.

Працюючи над удосконаленням прикочуючих котків автори в [15], пропонують прикочуючий коток (рис. 2.7) який включає два гумових ободи 1 з комбінованою поверхнею шини атмосферного тиску, які закріплені на ступиці 3 і встановлені між дисками 2 та обертаються на осі 4.

Під час роботи сівалки з запропонованим прикочуючим котком, радіальна частина його криволінійного профілю ущільнює ґрунт навколо висіяного насіння по криволінійній траєкторії, залишаючи неущільнену ділянку для вільного проростання насіння. Прямолінійна частина профілю рівномірно ущільнює ґрунт з обох боків борозни, допомагаючи підтягнути вологу до насіння. Радіальна частина профілю з меншим радіусом зменшує боковий тиск котка на стінки борозни.

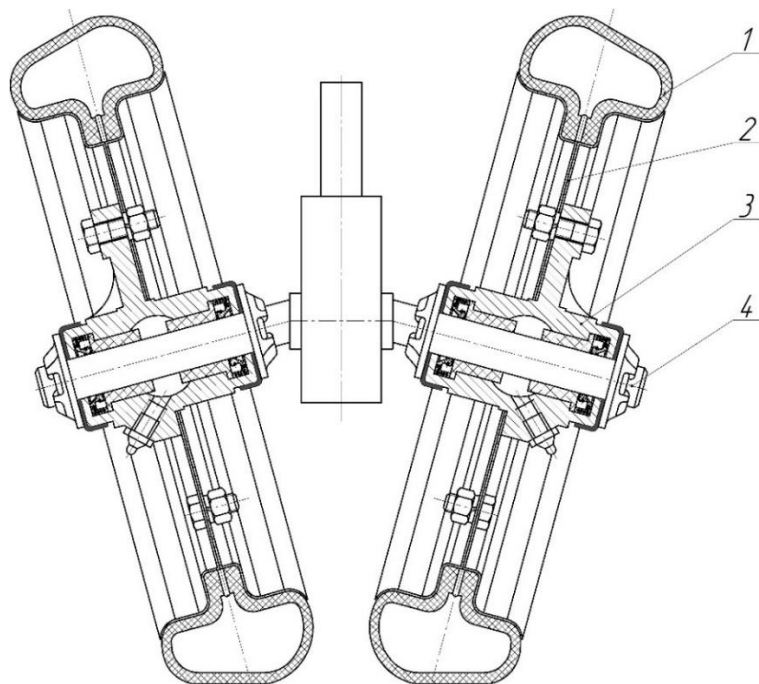


Рис. 2.7 Коток патент UA 91076:

1 – шина; 2 – ободи; 3 – ступиця; 4 - вісь

Однак, поряд з перевагами, така конструкція має наступні недоліки: обмежені можливості регулювання глибини ущільнення ґрунту, оскільки ця характеристика залежить від форми та розмірів котка; неправильне використання або зношеність можуть призводити до нерівномірного ущільнення ґрунту; потреба у додатковому устаткуванні для регулювання навантаження для різної глибини ущільнення.

Дослідники в [16] пропонують конструкцію прикочуючого котка (рис. 2.8), який виконаний як шина атмосферного тиску з комбінованою поверхнею та радіально прямолінійним профілем в поперечному перерізі, а частина профілю з більшим радіусом розміщена ближче до рядка з насінням. Коток складається з двох металевих ободів 1 та гумової шини атмосферного тиску 2, яка має радіально прямолінійний робочий профіль, з радіальною впадиною 3 всередині шини.

Робочий процес сівалки з запропонованим прикочуючим котком можна описати наступним чином: під час руху шина атмосферного тиску з комбінованою робочою поверхнею ущільнює ґрунт навколо висіяного насіння по криволінійній траєкторії залишаючи неуцільнену зону для вільного

проростання насіння, а прямолінійна частина профілю рівномірно ущільнює ґрунт з обох боків борозни для підтягування вологи до насіння. В радіальній впадині, розміщеній посередині шини, щільність ґрунту безпосередньо над насінням зменшується, що сприяє самоочищенню котка в разі підвищення вологості ґрунту.

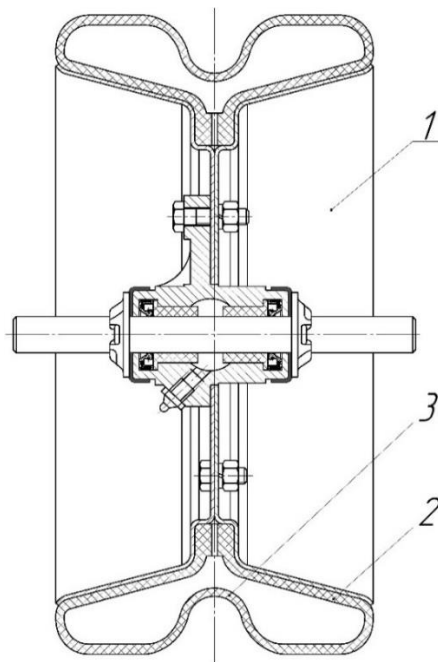


Рис. 2.8 Коток патент UA 133949:

1 – обод; 2 – шина; 3 – радіальна впадина

Однак, поряд з перевагами, така конструкція має наступні недоліки: коток бути менш ефективним на ґрунтах з великою кількістю великих грудок або коренів рослин, оскільки це може заважати роботі шини атмосферного тиску; у разі зміни глибини знаходження насіння, потрібно змінювати додаткове навантаження на коток, що вимагає додаткових зусиль і може призвести до зниження продуктивності; шина атмосферного тиску може зношуватися швидше, ніж інші типи котків, що може призвести до необхідності заміни її з часом.

На основі проведеного технологічного огляду існуючих конструкцій котків можна сказати, що на сьогодні основний недолік при прикочуванні насіння просапних культур, а саме ущільнення ґрунту з обох боків від насінини і утворення над ним шару неущільненого дрібногрудкуватого ґрунту

до цих пір не усунутий, тому необхідна розробка більш досконалої конструкції котка для виконання цих вимог.

2.3 Обґрунтування конструкції нового котка сівалки УПС 8

Після аналізу літературних джерел [3,4,17-20] та дослідження роботи котків різних конструкцій, було встановлено, що прикочування насіння циліндричним котком після посіву погіршує загальну порозність ґрунту (рис. 2.9). Щільність ґрунту по всій глибині борозни після такого прикочування становить $0,7...1,3 \text{ г/см}^3$, що перевищує величину оптимальної щільності $0,9 \text{ г/см}^3$ по всій глибині борозни та $1,1...1,2 \text{ г/см}^3$ на дні борозни. Для зменшення цієї різниці автори пропонують використовувати котки з двох конусних частин, які задовольняють вимогам по утворенню необхідної щільності ґрунту. Це може зменшити різницю між лабораторною та польовою схожістю насіння з $18...35\%$ до $12...18\%$.

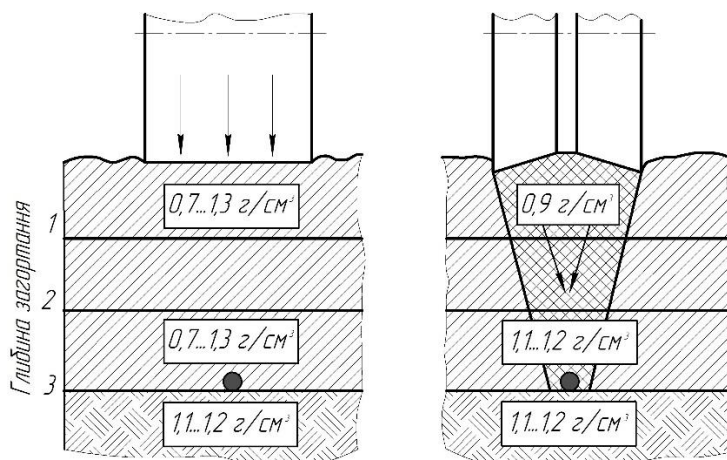


Рис. 2.9 Порівняльні схеми роботи котків

Валовіков А.П. [21] виявив, що конструктивні особливості загортаючих органів посівних секцій значно впливають на агрофізичні властивості ґрунту в зоні розміщення насіння та змінюють його водний та повітряний режим. Ущільнення поверхневого шару ґрунту після посіву сприяє прискореній появі сходів просапних культур, але може затримати появу ростків на поверхні ґрунту. Автор приходить до висновку, що просапні сівалки повинні загортати насіння без наступного ущільнення ґрунту в зоні розміщення насіння над ним.

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

А у боковій зоні навколо насіння необхідно створити ущільнення ґрунту, а над насінням залишити порівняно рихлий шар ґрунту.

Щоб поліпшити контакт між насінням та ґрунтом і забезпечити відповідну щільність ґрунту в зоні, де знаходиться насіння, відповідно до вимог агротехніки нами запропонований удосконалений прикочуючий коток (рис. 2.10).

Робоча поверхня запропонованої конструкції виконана у вигляді двох кілець циліндричної форми різного діаметру, які жорстко з'єднані між собою прутками з рівним кроком, утворюючи каркас у вигляді зрізаного конуса на який надівається гнучкий стрічковий обід, при чому крайні частини обода надіваються на каркас з натягом, а середня частина ободу залишається гнучкою.

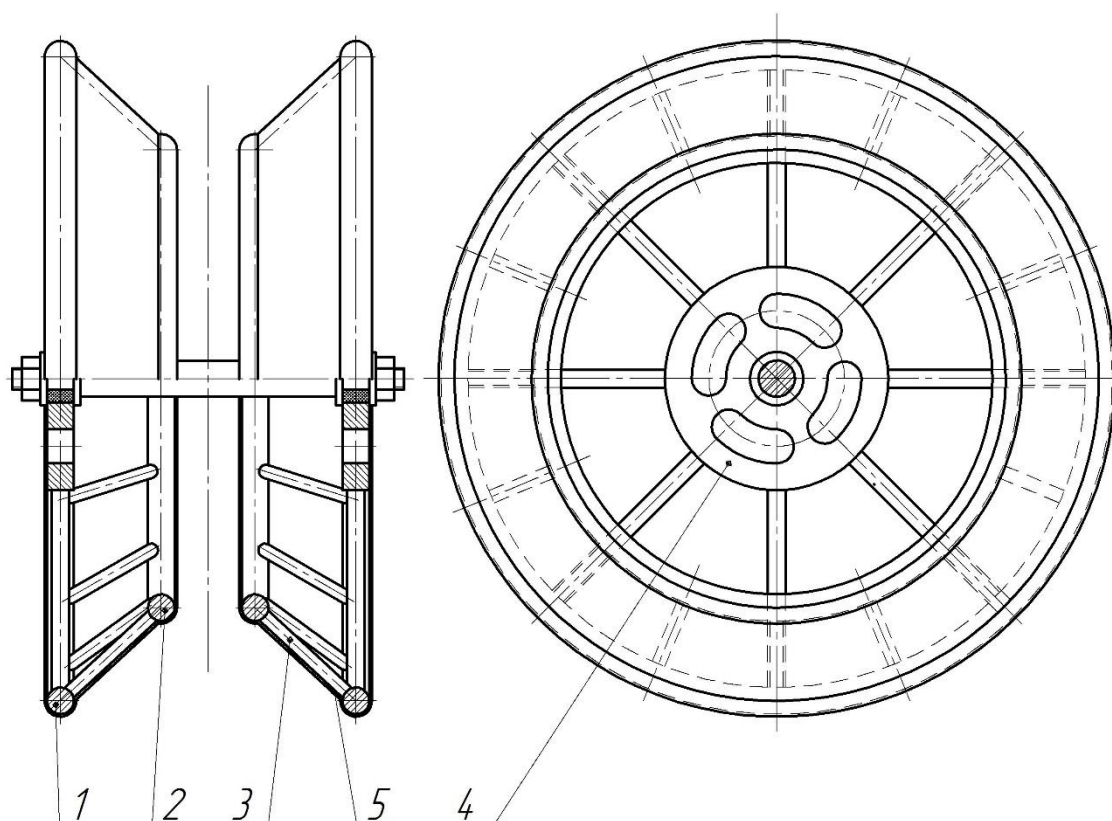


Рис. 2.10 Розроблена конструкція прикочуючого котка:

1 – більше кільце; 2 – менше кільце; 3 – прутки; 4 – ступиця; 5 – обод

Процес роботи запропонованого прикочуючого котка відбувається наступним чином: під час руху прикочуючий коток більшим циліндричним

кільцем 1 занурюючись в ґрунт направляє його на конічну поверхню гнучкої стрічки 4 яка формує плавне знизу в гору ущільнення ґрунту навколо насінини залишаючи над нею неущільнений шар. Менше кільце 2 обмежує рух ґрунту до центра рядка. В процесі кочення котка прутки каркасу 3 здійснюють локальне ущільнення ґрунту по довжині поверхні стрічки обода 5, а проміжок між ними залишається гнучким за рахунок чого відбувається ефект демпфування. Каркас котка жорстко кріпиться до ступиці 4 за рахунок чого коток завжди знаходиться в вертикальному положенні і не змінює характеру тиску в зоні роботи. Така конструкція котка забезпечує різний рівень щільності ґрунту: в зоні розміщення насіння щільність більша, а в верхній зоні рядка - менша.

Ефективність прикочуючого котка сівалки забезпечується за допомогою кількох чинників. По-перше, в зоні розміщення насіння щільність ґрунту збільшується, що допомагає підтягувати вологу і поліпшує його структуру, створюючи сприятливі умови для проростання насіння. По-друге, конструкція профілю котка дозволяє уникнути згруджування ґрунту, забезпечуючи однаковий рівень щільності по довжині і глибині рядка. По-третє, обід котка деформується, що зменшує налипання вологого ґрунту на робочу поверхню.

2.4 Технологічні розрахунки

Силовий розрахунок секції робочих органів сівалки УПС 8

Рівновага посівної секції з паралелограмною підвіскою (рис. 2.11) забезпечується за умови [19,20,22]:

$$Qh_1 + R_H h_4 = R_x h_2 + R_z h_1 + R_0 h_3, \quad (2.1)$$

де Q – сила ваги секції сівалки, $Q = 130 \text{ Н}$;

R_H – сила тиску пружини, Н ;

R_z – вертикальна реакція ґрунту, що діє на сошник, Н ;

R_x – сила опору для сошника при глибині ходу 6...10 см відповідно дорівнює 300...500 Н ;

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

R_O – реакція ґрунту, що діє на коток, Н,

$$R_z = R_x \cdot \operatorname{tg} \lambda, \quad (2.2)$$

$$R_o = \frac{R_o'}{\cos \beta}. \quad (2.3)$$

Із [19] $\beta = 8 \dots 11^\circ$; $\lambda = 30^\circ$.

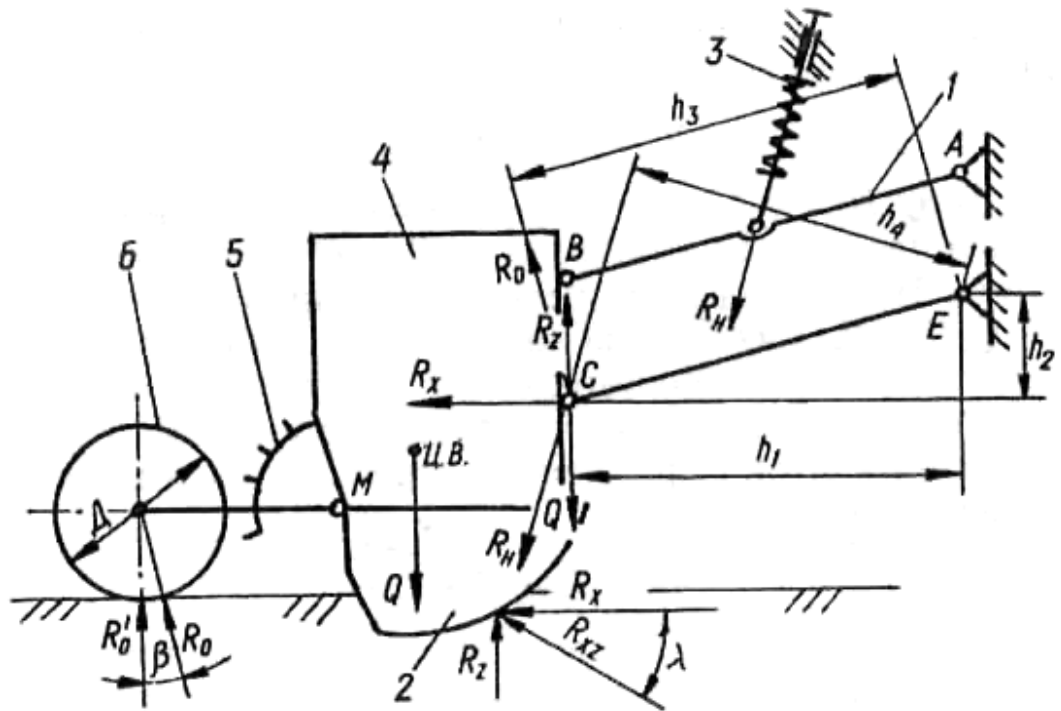


Рис. 2.11 Розрахункова схема силового розрахунку

1 – підвіска; 2 – сошник; 3 – натискний механізм; 4 – висівний апарат; 5 – механізм регулювання глибини ходу сошника; 6 – прикочуючий коток

Вертикальну реакцію ґрунту на коток визначають з умови колієутворення:

$$R_o' = mb \cdot \sqrt{mD}, \quad (2.4)$$

де m – ступінь колієутворення [19], $m = 0,20$;

b – ширина ободу прикочуючого котка, $b = 60$ мм;

D – діаметр прикочуючого котка, $D = 300$ мм.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МПК 00.000 ПЗ

Арк.

23

$$R_o' = 0,20 \cdot 60 \cdot \sqrt{0,20 \cdot 300} = 93 \text{ Н}$$

$$R_o = \frac{93}{\cos 11^\circ} = 94,9 \approx 95 \text{ Н}$$

$$R_z = 500 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 288,67 \text{ Н}$$

Для вибору розмірів прикочуючих котків та тиску на ґрунт, враховують, щоб глибина колії після проходу котка була мінімальною.

Глибина колії визначається залежністю:

$$H = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot (R_o')^2}{4 \cdot b^2 D q^2}}, \quad (2.5)$$

де q – питоме навантаження, (коефіцієнт об'ємного зминання).

Для ґрунту, який підготовлений до сівби [19] $q = 0,003 \text{ Н/мм}^3$.

$$H = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot (95)^2}{4 \cdot 60^2 \cdot 300 \cdot 0,003^2}} = 12,8 \text{ мм}$$

Визначаємо необхідний тиск на поводки паралелограмної підвіски для пружини натискної штанги секції:

$$R_H = \frac{k \cdot (R_o h_3 + R_x h_2 + (R_z - Q) \cdot h_1)}{h_4}, \quad (2.6)$$

де k – коефіцієнт динамічного навантаження [19], $k = 1,3$;

$$R_H = \frac{1,3 \cdot (95 \cdot 336 + 500 \cdot 300 + (288,67 - 130) \cdot 430)}{336} = 446 \text{ Н}$$

2.5 Розрахунок навантаження на прикочуючий коток сівалки УПС 8

Розрахунок проводимо при висіві просапної культури – соя.

Вихідні дані:

Маса секції робочих органів $Q_{cp} = 55$ кг

Об'ємна вага насіння сої:

$$Q_c = 0,72 \text{ т/м}^3 = \frac{0,72 \cdot 1000}{1000} = 0,72 \text{ кг/дм}^2 = 0,72 \text{ кг/л}$$

Об'єм насіннєвого бункера $V = 20$ л

Маса завантаження насіннєвого бункера

$$Q_n = Q_c \cdot V = 0,72 \cdot 20 = 14,4 \text{ кг}$$

Розрахунок зусилля пружини в робочому положенні

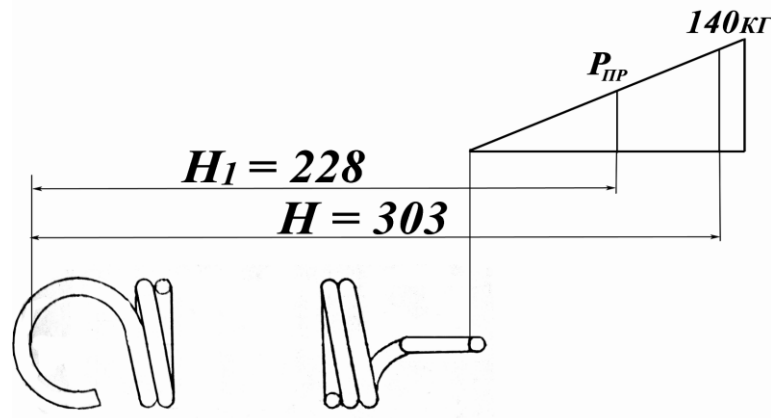


Рис. 2.12 Схема зусиль, що діють на пружину

Методом інтерполяції (рис. 2.12) визначаємо зусилля пружини в робочому положенні:

$$\frac{H}{140} = \frac{H_1}{P_{пр}}; \quad P_{пр} = \frac{140 \cdot H_1}{H} = \frac{140 \cdot 228}{303} = 105,4 \text{ кг}$$

Кут 25° між віссю пружини і віссю поводка визначаємо графічно (рис. 2.13) із загального вигляду сівалки.

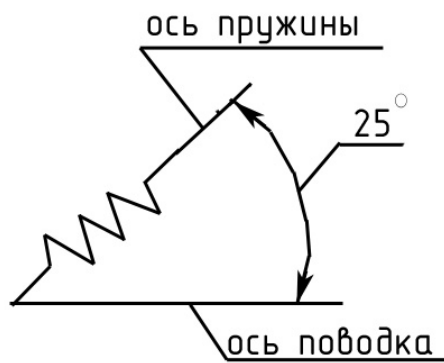


Рис. 2.13 Схема кута нахилу пружини

Визначимо кінцеве значення зусилля пружини в робочому положенні згідно розрахункової схеми (рис. 2.14).

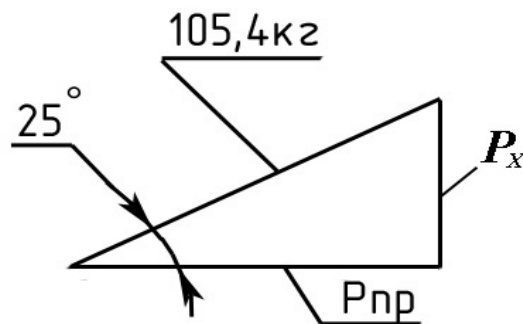


Рис. 2.14 Розрахункова схема для визначення зусилля пружини

$$\cos 25^\circ = \frac{P_{\text{пр}}}{105,4}$$

$$P_{\text{пр}} = 105,4 \cdot \cos 25^\circ = 95,5 \text{ кг}$$

$$P_x = \sqrt{105,4^2 - 95,5^2} = 44,597 \text{ кг}$$

Загальне навантаження складе:

$$P = Q_{\text{ср}} + Q_c + P_p = 55 + 14,4 + 44,597 = 113,997 \text{ кг}$$

Навантаження на прикочуючий коток визначаємо згідно рис. 2.15.

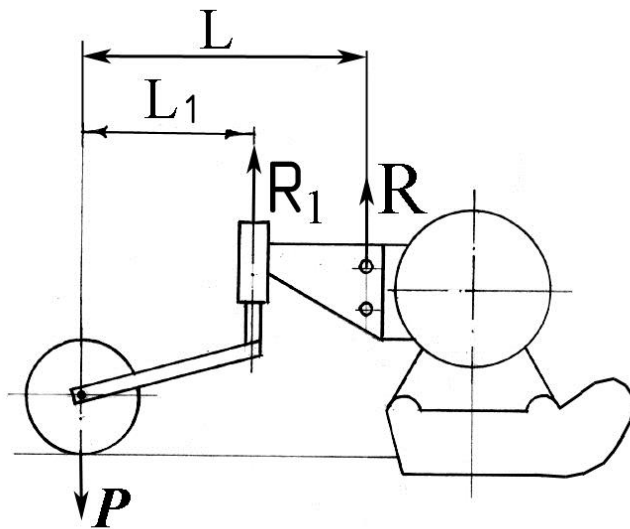


Рис. 2.15 Розрахункова схема для розрахунку навантажень на коток

Відстані $l = 0,635$ м і $l_1 = 0,180$ м визначимо графічно згідно креслення секції

$$R = P \cdot l = 113,997 \cdot 0,635 = 38,19 \text{ кгс}$$

$$R_1 = P \cdot l_1 = 113,997 \cdot 0,180 = 20,52 \text{ кгс}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МПК 00.000 ПЗ

Арк.

27

3. Наукова частина

Актуальність теми. Провідним сільськогосподарським виробникам України потрібно вкладати значні кошти у процес вирощування просапних культур, які є основою продовольчої безпеки країни. Рентабельність виробництва є важливим аспектом, тому необхідно отримувати високі врожаї. Однак середня врожайність по Україні за останні роки зазвичай не є максимальною. Тому робота над підвищенням врожайності просапних культур шляхом покращення процесу посіву є дуже важливою, оскільки це сприяє впровадженню більш продуктивних технологічних процесів вирощування.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є поліпшення роботи прикочуючого котка просапної сівалки шляхом вдосконалення та обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети встановлено наступні завдання: проаналізувати поточний процес роботи прикочуючого котка просапної сівалки, виявити недоліки та розробити способи їх усунення; дослідити роботу прикочуючого котка під час роботи та визначити вплив конструкції поверхні котка на якість ущільнення ґрунту; оцінити економічну ефективність розробленого котка.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи прикочуючого котка просапної сівалки.

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

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів робочої поверхні прикочуючого кока на виконання процесу ущільнення ґрунту;

досліджено поведінку ґрунту від дії гнучкого обода котка і показано вплив величини його деформації на якість виконання технологічного процесу;

аналітично обґрунтовані основні технологічні характеристики при роботі нового котка які впливають на ефективність його роботи.

					МПК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3.1 Математична модель взаємодії прикочуючого котка з ґрунтом

Технологічний процес ущільнення ґрунту навколо насіння є важливим агротехнічним прийомом у комплексі заходів, спрямованих на збільшення швидкості появи рослин висіяної культури на денній поверхні. Для оптимальної швидкості проростання насіння необхідне рівномірне обтиснення його з обох боків ґрунтом на глибині посіву для того, щоб забезпечити для насіння підтягування капілярної вологи і швидкого розвитку кореневої і рослинної системи.

На просапних сівалках для цих цілей використовують котки. Найбільшого поширення серед них набули циліндричні та конічні пневматичні котки або котки з гумовим ободом встановлені на похилих осях, котки з жорстким ободом застосовують рідше. Процес роботи перелічених котків супроводжується переміщенням ґрунту в напрямку руху, що призводить до переміщення насіння по дну борозни, а також до переущільнення ґрунту навколо насінини або над нею.

Для зниження переміщення ґрунту в напрямку руху і правильного рівномірного ущільнення ґрунту навколо насінини нами запропонований наступний технологічний процес роботи прикочуючого котка (рис. 3.1).

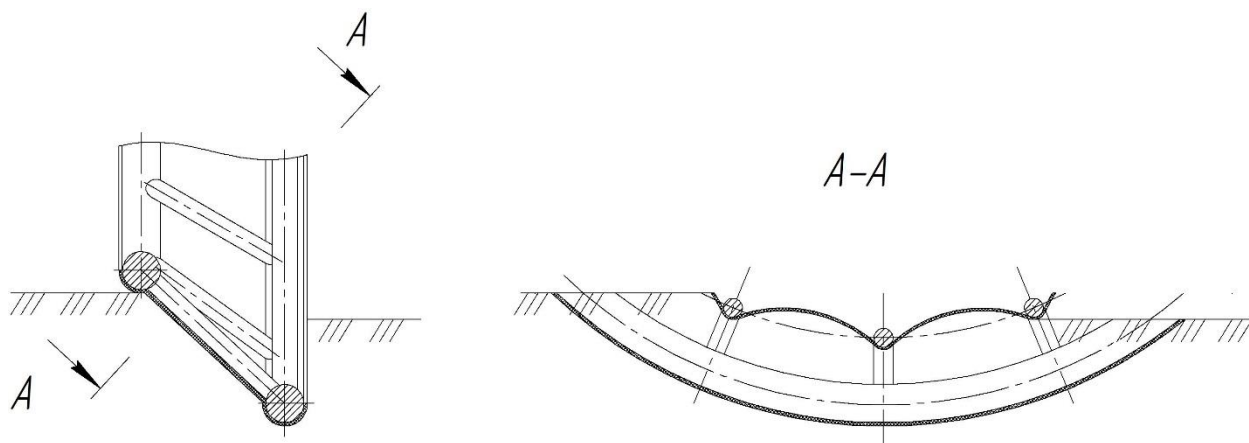


Рис. 3.1 Процес роботи удосконаленого котка

Дякуючи особливостям конструкції прикочуючого котка застосування такого технологічного процесу дозволяє виключити зсув ґрунту перед котком у напрямку його руху, а також налипання ґрунту на поверхню обода, останнє

дає можливість зберігати технологічні властивості котка протягом усієї операції прикочування, внаслідок чого підвищується якість загортання ґрунтом насіння, що висівається.

Основи теорії перекочування гладких циліндричних котків з утворенням колії висвітлюються в роботах [18-20]. Серед сучасних учених можна відзначити роботи Бендери І.М. [24], Котова О.В. [25], Іванюти М.В. [26], Жученко О.Р. [27] та ін.

Численними дослідженнями встановлено, що зони під катком з жорстким ободом наступні [19,20,24]:

- зона ковзання на довжині шляху $\Delta S > r \cdot \Delta \alpha$;
- зона зчеплення $\Delta S = r \cdot \Delta \alpha$;
- зона буксування $\Delta S < r \cdot \Delta \alpha$.

Зони ковзання та буксування не бажані з погляду агротехніки. Професор Заїка П.М. [20] зазначає, що найбільш небезпечними слід вважати поздовжні переміщення частинок ґрунту, тобто ґрунтові зрушення в напрямку перекочування котка.

У котках із пружним ободом, на нашу думку, зони ковзання і буксування зведено до мінімуму.

Відповідно до контактної теорії міцності ґрунтів [30] формулу для визначення напружень в ґрунті P , в залежності від величини відносної деформації можна записати так:

$$\lambda = \frac{h}{l},$$

де l - еквівалентна висота деформованого шару ґрунту.

При стискуванні в замкненому об'ємі:

$$P = P_s \frac{P_c (l^{L\lambda} - 1)}{P_s + P_c l^{L\lambda}},$$

де P_s - межа несучої спроможності ґрунту, кН/м²;

P_c - початкове ущільнення ґрунту, кН/м²;

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

L - відносний коефіцієнт жорсткості.

Справжній напрямок напружень збігається з напрямком дотичної до траєкторії вдавлювання ґрунту ободом котка в процесі кочення. В загальному вигляді ця залежність має вигляд:

$$P = P_l \frac{dl}{dy},$$

де P_l – напруга під дією штампуги;

dl - диференціал дуги траєкторії вдавлювання ґрунтових частинок.

Для зони зчеплення Григоряном Ш.М. [31] отримано залежність виду:

$$P_{зч} = P_0 \frac{H^\mu}{\sin \cdot \arctg \frac{r \cdot \sin \theta}{r_k - r \cdot \cos \theta}},$$

де H - задана глибина колії;

θ - кут обхвату зони зчеплення;

r - радіус котка.

Ним же встановлено, що кут обхвату зони зчеплення залежить від φ кута тертя обода об ґрунт і дорівнює:

$$\theta_c = 2\varphi.$$

В роботі Свиридова Л.Т. [32] отриманий вираз для визначення необхідної деформації ґрунту h після проходження котка:

$$h = K_{oc}^{-1} H \left(1 - K_{bcn} \frac{\rho_n}{\rho_{ont}} \right),$$

де K_{oc} - коефіцієнт обсипання, рівний відношенню обсягу ґрунту розпушеного після проходу сошника, до об'єму потрапляючого в зону впливу котка на ґрунт;

H - висота спущеного ґрунту після проходу сошника, його можна виразити через глибину ходу сошника та коефіцієнт спускування:

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

$$H = h_{\delta} K_{bcn}.$$

де K_{bcn} - коефіцієнт розпушення, визначається експериментально;

ρ_n , ρ_{ont} - щільність ґрунту до проходу котка і після проходу.

При взаємодії котка з ґрунтом рослин виникає напруга зминання [33]:

$$\sigma_{cm} = \frac{Q}{S},$$

де Q - сила нормального тиску, що створюється котком;

S - площа якою поширюється напруга.

Якщо в області напруги є порожнечі, то відбувається ущільнення і ліквідація порожнеч. Якщо порожнин немає, а величина діючої напруги σ більше допустимої напруги змину $[\sigma]$, то відбувається кришення ґрунту, тобто його зминання та порушення структурної будови. Величина допустимої напруги зминання знаходиться в межах $[\sigma] = 450 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

Для обґрунтування дії конструктивних елементів котка на ґрунт використаємо методику розрахунку наведену в [34]. Розрахунок глибини H_u (рис. 3.2) області впливу котка на ґрунт (глибини ущільнення) заснований на теорії поширення області напружень у ґрунті [34,35].

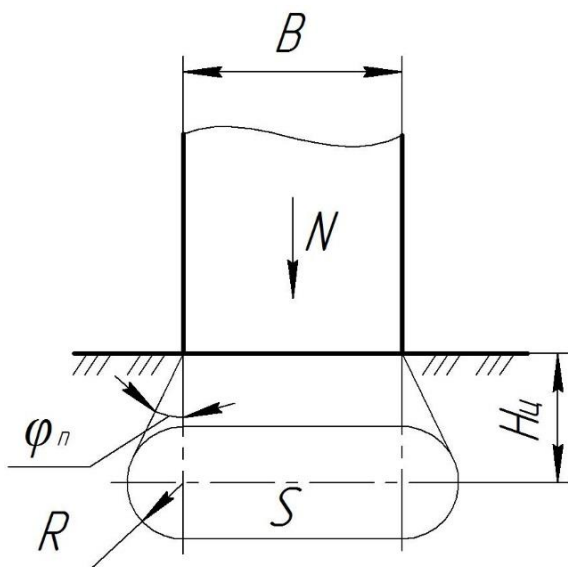


Рис. 3.2 - Схема до розрахунку висоти зони напружень від дії робочої поверхні котка

Прийmemo, що контакт між поверхнею котка і ґрунтом представляє собою відрізок лінії довжиною, що дорівнює ширині захвату котка. Вектором Q позначимо силу нормального тиску котка на ґрунт.

Зважаючи на те, що на глибині H_y величина σ зовнішнього напруження вирівнюється з питомим опором $[\sigma]$ змину ґрунту, запишемо:

$$\sigma = \frac{Q}{S} \leq [\sigma].$$

Площа S основи області напружень можемо визначити як:

$$S = 2BR + \pi R^2 = \frac{Q}{[\sigma]}. \quad (3.1)$$

Приведемо рівняння 3.1 до стандартного вигляду і вирішимо його відносно R :

$$R^2 = \frac{2BR}{\pi} - \frac{Q}{\pi[\sigma]} = 0, \\ R_{1,2} = -\frac{B}{\pi} \pm \sqrt{\left(\frac{B}{\pi}\right)^2 + \frac{Q}{\pi[\sigma]}}. \quad (3.2)$$

Із рис. 3.2 знайдемо значення R :

$$\frac{R}{H_y} = \operatorname{tg} \varphi_n = f_n,$$

де φ_n - кут внутрішнього тертя.

$$R = H_y \cdot f_n, \quad (3.3)$$

де f_n - коефіцієнт внутрішнього тертя в ґрунті.

Прирівнюючи дійсне (позитивне) значення R_1 із (3.2) до значення R із (3.3), отримаємо вираз для глибини H_y ущільнення ґрунту:

$$H_y = \frac{B}{\pi f_n} + \left(\frac{B}{\pi f_n}\right)^2 + \frac{Q}{\pi[\sigma]f_n^2}.$$

					МПК 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де l_k - дальність розподілення зони напружень [35];

p - глибина колії [35].

$$S = \frac{N}{[\sigma]},$$

де N - вертикальне навантаження на коток;

$[\sigma]$ - питомий тиск ґрунту на змин;

S - площа зони контакту котка з ґрунтом під час роботи сівалки.

$$S = \cos \alpha \cdot \left(\frac{x \sqrt{k^2 - x^2}}{2} + \frac{\pi k^2}{360} \arcsin \frac{x}{k} \right) \Bigg|_{x_1}^{x_2},$$

де x_1, x_2 - координати точок перетину котка з ґрунтом, відповідно ближньої і дальньої від борозни. Тоді:

$$x_1 = k - \frac{2p}{\sin 2\alpha},$$

$$x_2 = k - p \cdot \operatorname{tg} \alpha + B \sin \alpha,$$

$$k = \frac{r}{\cos \alpha}.$$

В передній частині котка на кут θ_u на глибині H , деформацію ґрунту будемо розглядати як ущільнення ґрунту циліндричним котком. Тоді рішення задачі зводиться до пошуку центрів тиску на ділянку дуги котка L_1 :

$$L_1 = \frac{D_k}{2} \theta_u,$$

На ділянці з гнучким елементом L_2 :

$$L_2 = \frac{D_k}{2} \beta_p.$$

Кут обхвату θ_u можна визначити по наближеній залежності:

$$\theta_u = \arcsin \frac{2H_k}{D_k} = 2\varphi.$$

Кут обхвату β_p задаємо конструктивно:

$$\beta_p = \frac{2\pi}{n},$$

де n – кількість опор обода котка.

При коченні котка на першому етапі утворюється пагорб, аналогічно жорсткому ободу, а після деформації пружного обода відбувається деформація ґрунту в замкненому просторі. Припустимо, що поперечна площа пагорба перед котком буде рівна поперечній площі замкненого об'єму ґрунту між опорами гнучкого обода.

Щільність ґрунту до проходу сівалки складала ρ_n , після проходу - ρ'_n . Таким чином відповідні об'єми ґрунту в поперечному перерізі борозни пов'язані виразом:

$$V'_n = K_B \cdot V_n,$$

де K_B - емпіричний коефіцієнт розпушення ґрунту ($K > 1$), визначається відношенням:

$$K_B = \frac{\rho_n}{\rho'_n}.$$

Отримаємо щільність ґрунту після проходу котка ρ'_n :

$$\rho'_n = \rho_n \frac{V_n}{V'_n}.$$

Потрібна щільність ґрунту після проходу котка чисельно дорівнює питомому тиску на опорну поверхню котка [36], що входить в формулу Гарячкіна В.П.:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot P_0 b_k a_k + D_k \cdot a_k.$$

Для аналітичного визначення раціонального навантаження на коток, при якому забезпечується необхідна щільність ґрунту, розглянемо схему всіх сил які діють на коток (рис. 3.4).

Тиск на одиницю площі змину ґрунту можна визначити із виразу:

$$q = \frac{Q}{S_3},$$

де S_3 - площа змину.

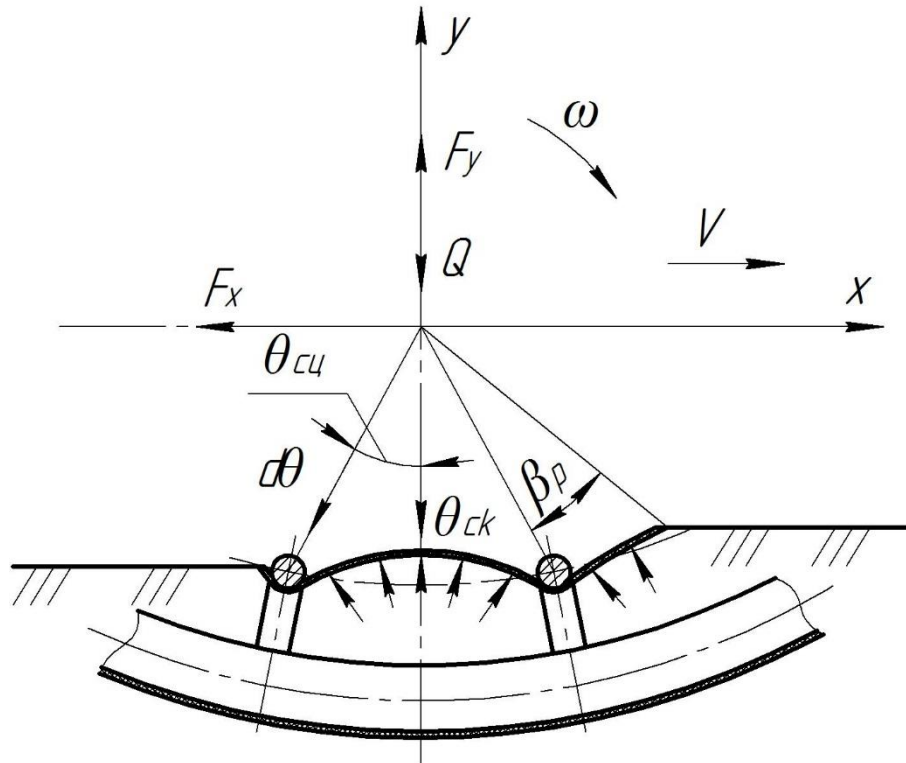


Рис. 3.4 Розрахункова схема до визначення сил які діють на коток

Площа змину S_3 можна визначити з наступного виразу:

довжина дуги

$$L_2 = \frac{D_k}{2} \beta_p,$$

ширина котка

$$S_3 = \frac{D_k}{2} \beta_p \cdot b_k.$$

Тоді вираз для визначення $[\sigma]$ і тиску на одиницю площі має вид:

$$q = \frac{2 \cdot Q}{D_k \beta_p b_k},$$

або підставивши Q із формули Горячкіна:

$$q = \frac{2 \cdot \frac{2}{3} P_0 b_k a_k + D_k a_k}{D_k \beta_p b_k},$$

$$q = \frac{2 \cdot \frac{2}{3} P_0 a_k + D_k a_k}{D_k \beta_p}.$$

Отримані вирази встановлюють зв'язок між деформацією ґрунту і геометричними параметрами прикочуючого котка D_k, b_k дають можливість визначити раціональні параметри в залежності від умов роботи (глибина і ширина борозни, щільність ґрунту).

Для визначення реактивних сил опору руху котка виокремлюємо елементарну ділянку дуги обода котка довжиною:

$$dl = r_k d\theta,$$

та визначимо елементарну силу dF від розподіленого навантаження:

$$dF = q r_k b_k d\theta,$$

підставивши значення q , отримаємо

$$dF = q r_k b_k \cdot \sin \theta \cdot d\theta.$$

Проекції елементарної сили на осі OX і OY для ділянки ковзання:

$$dF_x = q r_k b_k \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \cdot d\theta = \frac{1}{2} q r_k b_k \cdot \sin 2\theta \cdot d\theta,$$

$$dF_y = q r_k b_k \cdot \sin \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta = q r_k b_k \cdot \sin^2 \theta \cdot d\theta.$$

Інтегруючи вираз із заміною змінних

$$2\theta = t, \theta = \frac{t}{2}, d\theta = \frac{dt}{2}.$$

$$\theta = \frac{\pi}{4}, t = \frac{\pi}{2}.$$

Після інтегрування отримаємо

$$F_{xck} = q r_k b_k \cdot \frac{\theta^2}{2} \cdot \cos 2\theta,$$

$$F_{yck} = q r_k b_k \cdot \frac{1}{2} \cdot (\theta - \sin \theta \cos \theta) = \frac{1}{2} q r_k b_k \left(\frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{4} \cdot \cos \frac{\pi}{4} \right).$$

Проекції елементарної сили на осі OX та OZ для ділянки зчеплення

$$dF_x = q r_k b_k \cdot \sin \theta \cdot \cos(\theta_{cy} + \theta_{ck}) d\theta,$$

$$dF_y = q r_k b_k \cdot \sin \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta.$$

Після інтегрування отримаємо:

$$F_{xcy} = q r_k b_k \cdot \cos(\theta_{cy} + \theta_{ck}) \cdot \cos \theta = q r_k b_k \cdot \cos(\theta_{cy} + \theta_{ck}) \cdot \cos \frac{\pi}{4},$$

$$F_{ycy} = q r_k b_k \cdot \frac{1}{2} (\theta - \sin \theta \cos \theta) = \frac{1}{2} q r_k b_k \cdot \left(\frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{4} \cos \frac{\pi}{4} \right).$$

Сума проекцій реактивних сил на ось OY дорівнює раціональному навантаженню на коток, який забезпечує потрібну щільність ґрунту

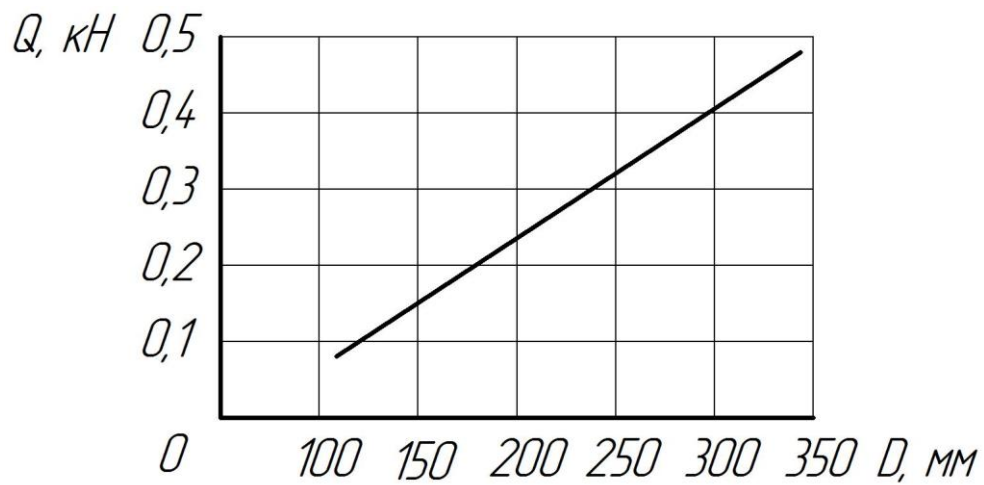
$$Q = F_{ycy} + F_{yck} = q r_k b_k \cdot \left(\frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{4} \cos \frac{\pi}{4} \right). \quad (3.4)$$

Сума проекцій реактивних сил на ось OX дорівнює силі опору перекочування котка

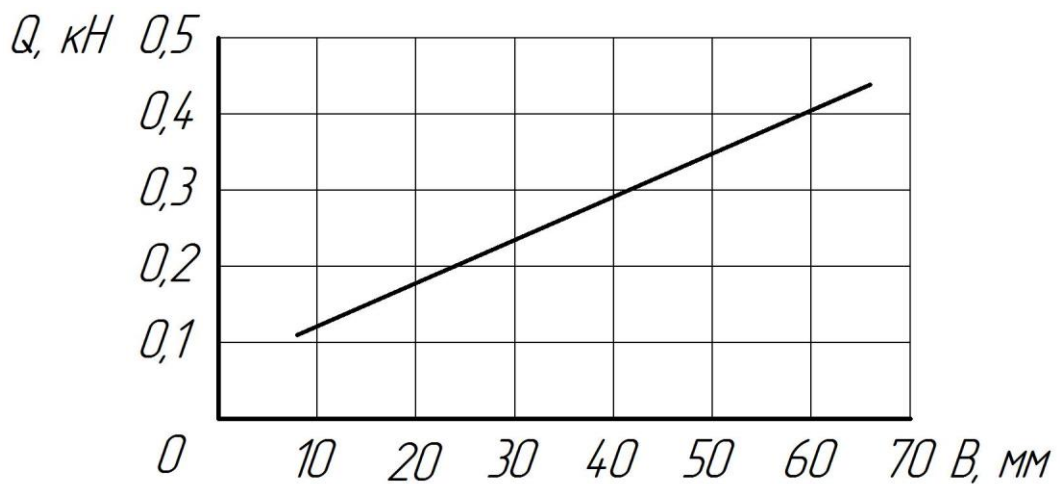
$$F_o = q r_k b_k \cdot \frac{\theta_{ck}^2}{2} \cdot \cos 2\theta_{ck} + q r_k b_k \cdot \cos(\theta_{cy} + \theta_{ck}) \cdot \cos \frac{\pi}{4}. \quad (3.5)$$

Розрахунки які проведені по формулах (3.4) і (3.5) та отримані графічно (рис. 3.5) показують, що навантаження на коток зростає при збільшені як діаметра котка (рис. 3.5,а), так і ширини його ободу (рис. 3.5,б). При обраних раціональних значеннях діаметра (250...350 мм) і ширини обода (40...60 мм)

навантаження на коток Q складає 0,32...0,48 кН, а питоме навантаження, яке розподілене на 1 см ширини обода 50...80 Н.



а



б

Рис. 3.5 Залежність навантаження на коток від:

а) діаметра котка; б) ширини обода котка

Опір перекочуванню котка по розрихленому сошником ґрунту при збільшенні навантаження і для котка з обраними раціональними параметрами знаходиться в межах 0,24...0,44 кН (рис. 3.6)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МПК 00.000 ПЗ

Арк.

40

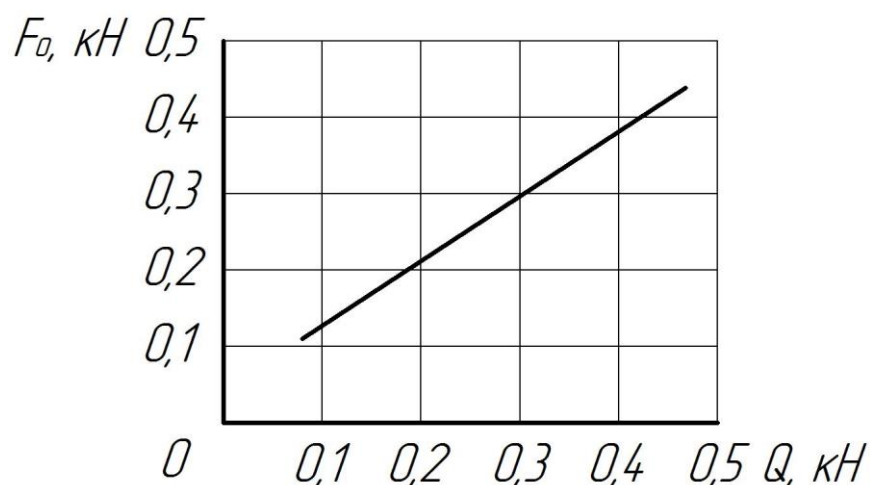


Рис. 3.6 Залежність опору перекочуванню котка від вертикального навантаження

Проведені теоретичні дослідження дозволяють встановити характер взаємодії робочої поверхні котка з ґрунтом в залежності від конструктивних параметрів прикочуючого котка і фізико – механічних властивостей ґрунту та обґрунтувати його раціональну форму для ущільнення ґрунту згідно агротехнічних вимог.

Але для визначення раціональних значень конструктивних параметрів удосконаленого котка потрібні додаткові експериментальні дослідження за методикою планування експериментів.

4. Охорона праці

4.1 Аналіз небезпечних факторів, які виникають при експлуатації сівалки УПС 8

Аналізуючи виробничі фактори, що виникають під час роботи з модернізованою сівалкою УПС 8, можна виділити кілька потенційно небезпечних та шкідливих факторів. Рухомі частини та механізми, включаючи передачі, колеса та ланцюгові механізми, можуть призвести до травматизму, якщо не дотримуватись правил безпеки. Під час сівби збільшується запиленість повітря, особливо коли сошники заглиблюються в ґрунт. Робота тракторного двигуна та сівалки призводить до виникнення шуму та вібрацій. Хімічні речовини, що використовуються при сівбі, можуть викликати отруєння та подразнення шкіри через виділення пилу. Крім того, монотонність процесу сівби може призвести до нервово-психічного перевантаження працівників [37].

4.2 Заходи, що направлені на створення нешкідливих умов праці

Щоб забезпечити безпечні умови праці, застосовуються наступні заходи [37-40]: використання вентилятора з пилевідокремлювачем для захисту механізатора від пилу, який потрапляє в кабіну під час сівби; встановлення шумо і вібропоглинаючих пристроїв, таких як ізоляція кабіни трактора звукопоглинаючим матеріалом та встановлення двигуна та кабіни на гумові подушки відповідно до вимог ДСТУ 2189-93; заправка сівалки протруєним насінням та добривами механізованим методом зі швидкістю не більше 3 м/с для захисту працюючих від шкідливої дії отрутохімікатів та мінеральних добрив; захист робочого місця оператора від викидання ґрунту з під коліс та робочих органів, а також від вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках відповідно до вимог санітарних правил СП 4282 та ДСТУ 2189-93. Якщо забезпечення безпечних умов праці механізаторів неможливе,

					МПК 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рекомендується використовувати захисні окуляри та респіратори марки ШБ-1 або протипилеві марлеві маски типу ПТМ-1.

4.3 Заходи, що направлені на забезпечення безпечних умов праці

Для забезпечення безпечних умов праці під час обслуговування сільськогосподарських машин потрібно враховувати їх складність. Нещасні випадки, як правило, трапляються через низький технічний рівень машин, відсутність огорожуючих пристроїв, поганих умов ремонту, невідповідність спецодягу, низький рівень знань механізаторів про правила техніки безпеки і відсутність технічного нагляду.

Щоб забезпечити безпечні умови праці під час використання сівалки УПС 8, було запроваджено ряд заходів безпеки, таких як [37-40]: автоматичне навішування машини до енергетичного засобу за допомогою автозчіпки; механічні фіксатори робочих органів; символи і написи з техніки безпеки на видних місцях; регулювання робочих органів та інших механізмів з робочого місця оператора; стійкість сівалки при застосуванні до неї зусиль не менше 200 Н; швидкоз'єднуючі зчіпні пристрої згідно з ГОСТ 25942-81; зовнішні поверхні усіх захисних засобів приводів пофарбовані у сигнальний колір; висота завантажувальних бункерів не більше 1,0 м від опорної поверхні землі; механізм передачі обладнаний шплінтами, які зрізаються при збільшенні навантаження на валу; пристрої автоматичного керування УСК для робочих органів сівалки, які забиваються і являють небезпеку обслуговуючому персоналу.

4.4 Заходи, що направлені на покращання умов праці робітників при вирощуванні просапних культур

Пропонується ряд заходів для поліпшення умов праці робітників при вирощуванні просапних культур, з метою попередження небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що можуть виникнути під час сільськогосподарських робіт [37].

					МПК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Під час проведення польових робіт рекомендується встановлювати повітряні охолоджувачі-обігрівачі на кабінах тракторів та комбайнів для підтримання оптимальної температури. Для захисту механізаторів від пилу можна застосовувати вентиляцію, а якщо вона не забезпечує комфортних умов, то варто скористатись засобами індивідуального захисту, такими як спецодяг, окуляри та респіратори.

Для захисту від шуму необхідно використовувати протишумові навушники ВЦНПОТ-1 для органів слуху. Щоб зменшити шкідливу дію шуму та вібрацій на людей, слід проводити чергування роботи та відпочинку, медичне обстеження, періодичні експлуатаційні перевірки рівня вібрацій та своєчасні планові і запобіжні ремонти машин.

При роботі з токсичними речовинами необхідно використовувати спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

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

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність сівалки з удосконаленням робочим органом

Оскільки діапазон культур які висіває просапна сівалка, а для попередніх розрахунків була обрана культура – соя то і економічна ефективність запропонованого прикочуючого котка сівалки УПС 8 розраховувалась на основі:

аналізу відповідності запропонованої конструкції прикочуючого котка агротехнічним вимогам на посів насіння сої;

оцінки переваг розробленої конструкції котка перед серійним;

економічного ефекту який можна отримати в господарстві.

Шляхом передбачення результатів потенційної врожайності культури, економічна ефективність від покращення якості нового робочого органу була обчислена від приросту врожайності культури. Порівняння використання удосконаленого робочого органу з базовим в технологічному процесі показало, що при використанні нового процесу, врожайність сої може збільшитись на 2 ц/га порівняно з базовим рівнем. Отже, залежність отримання додаткової економічної користі від впровадження однієї модернізованої машини полягає у збільшенні врожайності культури.

Запишемо залежність отримання споживачем додаткового економічного ефекту від впровадження однієї модернізованої машини:

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

де $\Delta\P_y$ – приріст врожаю, ц;

C_z –закупівельна ціна, грн/ц;

H_c – робота машини в сезоні, га.

Наробіток машини в сезон визначається:

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

					МПК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

де B – ширина захвату сівалки, м;

V_p – швидкість руху, км/год;

K_{ez} – коефіцієнт експлуатаційного часу;

T_z – завантаження сівалки за сезон, год.

Очікуваний річний економічний ефект на одну модернізовану машину:

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

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

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

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

Очікуваний річний економічний ефект на гектар від однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_c,$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайності сої по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц сої [41]; значення нормативних величин [37]; технічних характеристик модернізованої машини [1,2]. Показники ефективності згідно залежностей (5.1, 5.2, 5.3, 5.4):

$$D_{ek} = 2 \cdot 2600 \cdot 119,34 = 620568 \text{ грн}$$

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

$$E_p = 620568 - 0,15 \cdot 750 = 620455 \text{ грн}$$

$$E_n = 620455 / 123,76 = 50130,4 \text{ грн/га}$$

Висновки

1. Проведений аналіз сучасних технологій вирощування просапних культур свідчить про те, що покращення якості процесу посіву, яке впливає на рівномірність і дружність сходів, можна значно знизити собівартість їх вирощування.

2. Під час посіву просапних культур, прикочуючий коток посівної секції просапної сівалки повинен забезпечувати оптимальні умови для швидкого проростання насіння. Однак, дослідження літературних джерел показало, що як вітчизняні, так і зарубіжні робочі органи не виконують цю функцію повністю.

3. Щоб поліпшити контакт між насінням та ґрунтом і забезпечити відповідну щільність ґрунту в зоні, де знаходиться насіння, відповідно до вимог агротехніки нами запропонований удосконалений прикочуючий коток, робоча поверхня якого виконана у вигляді двох кілець циліндричної форми різного діаметру, які жорстко з'єднані між собою прутками з рівним кроком, утворюючи каркас у вигляді зрізаного конуса на який надівається гнучкий стрічковий обід, при чому крайні частини обода надіваються на каркас з натягом, а середня частина ободу залишається гнучкою.

4. Отримані теоретичні залежності (3.4 і 3.5) для визначення основних технологічних характеристик розробленого котка. Теоретично встановлені діапазони навантажень, які служать для вибору технологічних і конструктивних параметрів прикочуючого котка просапної сівалки.

5. Розроблені заходи по усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів та покращення умов праці під час сівби просапних культур.

6. Розроблена конструкція прикочуючого котка сівалки УПС 8, дає можливість значно покращити процес загортання насіння просапних культур і збільшити врожайність до 12%, за рахунок біль кращих умов утворених для насіння у вегетаційний період.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ОАО «Червона зірка». Сівалки універсальні пневматичні УПС-6, УПС-8, УПС-12 і їх модифікації. Керівництво з експлуатації (для оператора). Кіровоград, 2010. – 87 с.
2. Product Catalog Elvorti - Chervona zirka. 2016. Technology in harmony with the nature. Kropyvnytskyi/Ukraine. URL: https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf
3. Артеменко Д.Ю. Прикочувальні котки сівалок: конструкційні переваги, недоліки та перспективи розвитку. Пропозиція. Машини та обладнання: (257) 1/17, С. 54 - 58
4. Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А. Обґрунтування робочої поверхні конусного прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise» №5/2(34)2017 – С. 18-22.
5. Василенко П.М., Шевельов В.М. Ущільнення ґрунту котками при посіві квадратно-гніздовими сівалками. Вісник сільськогосподарської науки – К., 1962. – № 9. – С. 23 – 28.
6. Сівалка “Pneumasem II”. Проспект фірми “Nodet gougis”. – Франція, 1998, 6с.
7. Prospect of the Gaspardo Company. 2017. SP Range. Pneumatic precision seed drills. Italy. URL: <https://www.maschio.com/assets/Uploads/Leaflet-SP-RANGE-17-2017-09-W00230043R-EN.pdf>
8. Prospect of the Kuhn Company. 2015. Planter 3. Precision seed drills. Kuhn farm machinery (UK). URL: <http://www.kuhn.co.uk/uk/range/seeding/pneumatic-precision-seed-drills/planter-3-m-single-bar.html>
9. Prospect of the Ribouleau Company. 2018. The precision Planter specialist. MECA V4. Ribouleau MONOSEM – FRANCE. URL: <https://www.monosem.com/Range/Planter-range/MECA-V4>
10. Prospect of the Kverneland Company. 2017. Monopill - Mechanische Einzelkornsämaschine. Präzise Vereinzelung - nicht nur bei Rüben. Kverneland

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

Group Deutschland. GmbH/Germany. URL:
<https://www.kverneland.de/Saetechnik/Einzelkornsaemaschinen/Kverneland-Monopill-Monopill-e-drive-II>

11. Operating manual Amazone. 2017. Precision airplanter. Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG. Germany. URL:
<http://et.amazone.de/files/pdf/mg5226.pdf>

12. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.

13. Патент на корисну модель UA 118817 Україна, МПК A01C 7/20 (2006.01). Прикочуючий коток сівалки / Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А., Оковитий А.Ю. – u201702655; Заявл. 21.03.2017; Опубл. 28.08.2017, Бюл. № 16. – 4 с.

14. Патент на корисну модель UA 44557 Україна, МПК A01C 7/20 (2006.01). Прикочуючий коток сівалки / Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Ауліна Т.М, Саєнко Н.В. – u200903560; Заявл. 13.04.2009; Опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19. – 4 с.

15. Патент на корисну модель UA 91076 Україна, МПК A01C 7/20 (2006.01). Прикочуючий коток сівалки / Артеменко Д.Ю., Амосов В.В., Чернега А.М. – u201313923; Заявл. 02.12.2013; Опубл. 25.06.2014, Бюл. № 12. – 4 с.

16. Патент на корисну модель UA 133949 Україна, МПК A01B 29/06 (2006.01). Прикочуючий коток сівалки / Артеменко Д.Ю., Петренко Д.І., Пукалов В.В., Ахмадієва В.Ю. – u201811823; Заявл. 30.11.2018; Опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8. – 4 с.

17. Глуховський В.С. Розробка наукових основ технології вирощування цукрових буряків без витрат ручної праці на формуванні густоти насаджень: Автореф. дис...д-ра сільгосп. наук: 06.01.14, 05.20.01 / ВНІС. – К., 1982. – 42 с.

18. Бакум М.В. Сільськогосподарські машини / М.В. Бакум, І.С. Бобрусь, А.О. Михайлов та ін. Харківський національний технічний ун-т сільськогосподарства ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2005. Ч. 3: Посівні машини. – 2005. – 332с.
19. Сисолін П.В. та інші. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
20. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. У 2 т. Т.1. Ч.2. Машини для сівби та садіння. Х.: Око, 2002. - 451 с.
21. Валовіков А.П. Дослідження технології загортання звичайного та шліфованого насіння цукрових буряків при посіві: Автореф. дис...канд. сільгосп. наук: 05.538 / ВНІС. – К., 1971. – 19 с.
22. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.
23. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. – К.: Нора-прінт, 1999. – 280 с.
24. Бендера І.М. Проектування сільськогосподарських машин / за ред. І.М. Бендери. - Кам'янець-Подільський: Абетка, 2011, 640 с.
25. Kotov O.V., Zhuchenko O.P. Study of the rolling of crops by cylindrical rollers. Journal of Agricultural Science, vol. 67, no. 1, 2015, pp. 67-74.
26. Іванюта М.В. Числове дослідження процесу взаємодії поверхні гладкого котка з ґрунтом. Вісник Вінницького політехнічного інституту. № 5, 2015. С. 128 - 133.
27. Kotov O.V., Zhuchenko O.P., Sukhov V.A. Theoretical and experimental study of the rolling of oat crops by smooth cylindrical rollers. Journal of Agricultural Science, vol. 70, no. 2, 2018, pp. 155-162.

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

28. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.:

29. Голота Б.М., Кірчук Р.В., Тарасюк В.В. Моделювання роботи котка для подрібнення рослинних решток та обґрунтування його параметрів. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 43. – Луцьк, 2019. – С. 40 - 49.

30. Бабич Є.М., Крусь Ю.О. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: Підручник. – Рівне: Видавництво РДТУ, 2001. – 367 с.

31. Григорян Ш.М. Наукові основи механізації технологічних процесів вирощування тютюну: автореф. дис. д.т.н. - Єреван, 1969 – 45 с.

32. Свиридов Л.Т., Казаков В.І., Казаков І.В. Аналітична оцінка раціонального навантаження на ущільнюючий коток сівалки для висіву жолудів. Вісник ВГЛТА. - 1999. - Вип. 2. - С. 154-163.

33. Gupta, S.C., Hadas, A., Schafer, R.L. (1989). Modeling Soil Mechanical Behavior During Compaction. In: Larson, W.E., Blake, G.R., Allmaras, R.R., Voorhees, W.B., Gupta, S.C. (eds) Mechanics and Related Processes in Structured Agricultural Soils. NATO ASI Series, vol 172. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2421-5_12

34. Ципук А.М. Обґрунтування розмірів області напружень в ґрунті під дією механічного навантаження. Праці лісоінженерного факультету ПДУ, 1999. – С. 172 – 174.

35. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник / Л.М. Шутенко, О.Г. Рудь, О.В. Кічаєва та ін.; за ред. Л.М. Шутенка; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. - 563 с.

36. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. У 2 т. Т.1. Ч.1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Х.: ОКО, 2001. 443 с.

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

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

38. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

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

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

41. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни.
<https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>

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

Додатки

Перв. примеч.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			МПК 00.000 СБ	Складальне креслення	1		
					Складальні одиниці			
		1		МПК 00.000.01	Опорно приводне колесо	2		
		2		МПК 00.000.02	Маркери	2		
		3		МПК 00.000.03	Вентилятор	1		
		4		МПК 00.000.04	Секція робочих органів	12		
		5		МПК 00.000.05	Коробка зміни передач	2		
		6		МПК 00.000.06	Туковисівний апарат	3		
		7		МПК 00.000.07	Сошник туковий	12		
		8		МПК 00.000.08	Система трубопроводів	12		
		9		МПК 00.000.09	Механізм передач	2		
Взам. інв. №				10	МПК 00.000.10	Механізм навіски	1	
				11	МПК 00.000.11	Повітряпровід	2	
Підп. і дата								
Інв. № подл.	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	МПК 00.000			
	Разраб. Проб.	Купчевич Артеменко			Універсальна пневматична сівалка УПС 8	Лит.	Лист	Листов
Н.контр. Утв.	Мачок Лешенко						1	
						ЦНТУ гр. ГМ(СМ)-21М-1,9		

Копіював
Формат А4

Перв. примеч.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			МПК 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A4	1		509.046.1250	Поводок	1	
	A4	3		509.046.1270	Натяжник	1	
	A4	10		509.046.1440	Опора	1	
	A4	16		509.046.1490A-1	Поводок	1	
	A4	20		509.046.2050A	Кронштейн	1	
	A2	28		МПК 00.160	Сошник	1	
	A4	33		509.046.4720	Винт регулювальний	1	
	A2	36		509.046.4750A	Каток передній	1	
Взам. инв. №	A2	38		МПК 00.120	Прикочующий коток	1	
	A0	40		МПК 00.180	Апарат висівний	1	
Подп. и дата							
Инв. № подл.				МПК 00.110			
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Купчевич			Секція робочих органів		
	Проб.	Артеменко					
	Н.контр.	Мачок					
Утв.	Лешенко			Лист. Лист Листов 1 1 1			
					ЦНТУ зр. ГМ(СМ)-21М-1,9		

Копировал
Формат A4

[illegible]

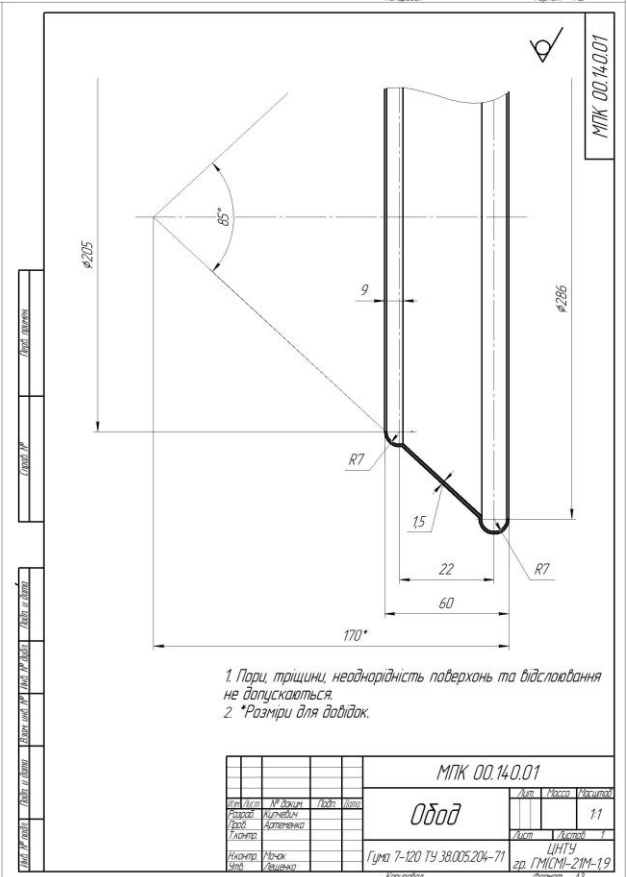
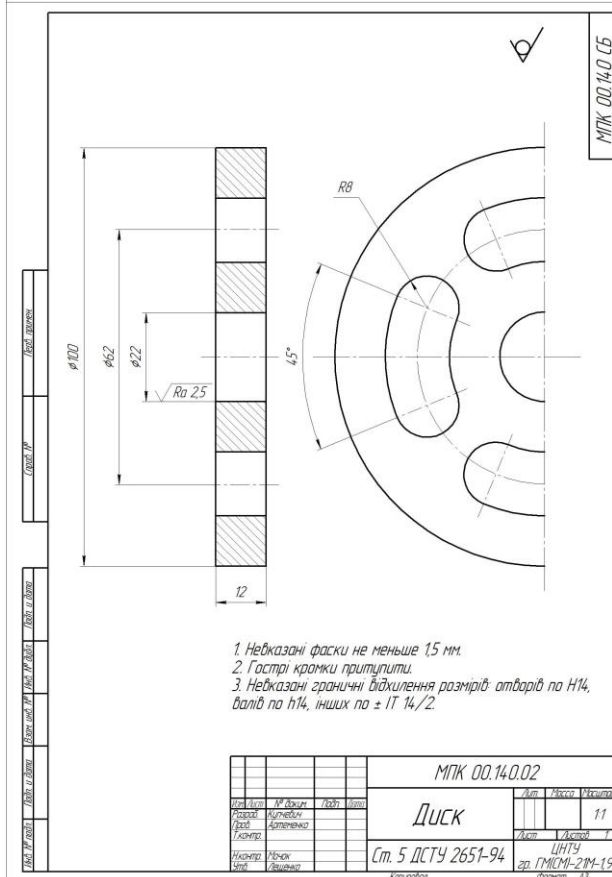
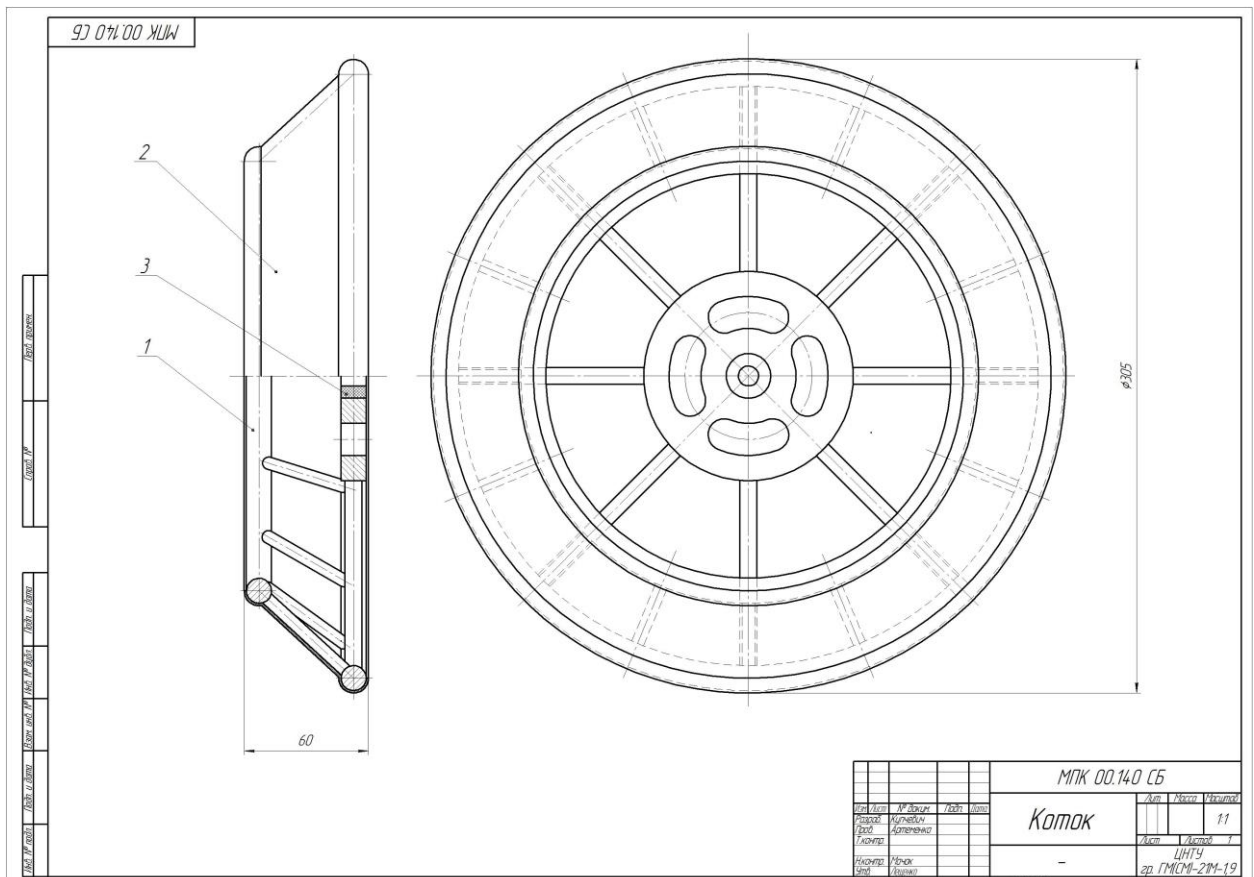
№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20	№ 21	№ 22	№ 23	№ 24	№ 25	№ 26	№ 27	№ 28	№ 29	№ 30	№ 31	№ 32	№ 33	№ 34	№ 35	№ 36	№ 37	№ 38	№ 39	№ 40	№ 41	№ 42	№ 43	№ 44	№ 45	№ 46	№ 47	№ 48	№ 49	№ 50	№ 51	№ 52	№ 53	№ 54	№ 55	№ 56	№ 57	№ 58	№ 59	№ 60	№ 61	№ 62	№ 63	№ 64	№ 65	№ 66	№ 67	№ 68	№ 69	№ 70	№ 71	№ 72	№ 73	№ 74	№ 75	№ 76	№ 77	№ 78	№ 79	№ 80	№ 81	№ 82	№ 83	№ 84	№ 85	№ 86	№ 87	№ 88	№ 89	№ 90	№ 91	№ 92	№ 93	№ 94	№ 95	№ 96	№ 97	№ 98	№ 99	№ 100	№ 101	№ 102	№ 103	№ 104	№ 105	№ 106	№ 107	№ 108	№ 109	№ 110	№ 111	№ 112	№ 113	№ 114	№ 115	№ 116	№ 117	№ 118	№ 119	№ 120	№ 121	№ 122	№ 123	№ 124	№ 125	№ 126	№ 127	№ 128	№ 129	№ 130	№ 131	№ 132	№ 133	№ 134	№ 135	№ 136	№ 137	№ 138	№ 139	№ 140	№ 141	№ 142	№ 143	№ 144	№ 145	№ 146	№ 147	№ 148	№ 149	№ 150	№ 151	№ 152	№ 153	№ 154	№ 155	№ 156	№ 157	№ 158	№ 159	№ 160	№ 161	№ 162	№ 163	№ 164	№ 165	№ 166	№ 167	№ 168	№ 169	№ 170	№ 171	№ 172	№ 173	№ 174	№ 175	№ 176	№ 177	№ 178	№ 179	№ 180	№ 181	№ 182	№ 183	№ 184	№ 185	№ 186	№ 187	№ 188	№ 189	№ 190	№ 191	№ 192	№ 193	№ 194	№ 195	№ 196	№ 197	№ 198	№ 199	№ 200	№ 201	№ 202	№ 203	№ 204	№ 205	№ 206	№ 207	№ 208	№ 209	№ 210	№ 211	№ 212	№ 213	№ 214	№ 215	№ 216	№ 217	№ 218	№ 219	№ 220	№ 221	№ 222	№ 223	№ 224	№ 225	№ 226	№ 227	№ 228	№ 229	№ 230	№ 231	№ 232	№ 233	№ 234	№ 235	№ 236	№ 237	№ 238	№ 239	№ 240	№ 241	№ 242	№ 243	№ 244	№ 245	№ 246	№ 247	№ 248	№ 249	№ 250	№ 251	№ 252	№ 253	№ 254	№ 255	№ 256	№ 257	№ 258	№ 259	№ 260	№ 261	№ 262	№ 263	№ 264	№ 265	№ 266	№ 267	№ 268	№ 269	№ 270	№ 271	№ 272	№ 273	№ 274	№ 275	№ 276	№ 277	№ 278	№ 279	№ 280	№ 281	№ 282	№ 283	№ 284	№ 285	№ 286	№ 287	№ 288	№ 289	№ 290	№ 291	№ 292	№ 293	№ 294	№ 295	№ 296	№ 297	№ 298	№ 299	№ 300	№ 301	№ 302	№ 303	№ 304	№ 305	№ 306	№ 307	№ 308	№ 309	№ 310	№ 311	№ 312	№ 313	№ 314	№ 315	№ 316	№ 317	№ 318	№ 319	№ 320	№ 321	№ 322	№ 323	№ 324	№ 325	№ 326	№ 327	№ 328	№ 329	№ 330	№ 331	№ 332	№ 333	№ 334	№ 335	№ 336	№ 337	№ 338	№ 339	№ 340	№ 341	№ 342	№ 343	№ 344	№ 345	№ 346	№ 347	№ 348	№ 349	№ 350	№ 351	№ 352	№ 353	№ 354	№ 355	№ 356	№ 357	№ 358	№ 359	№ 360	№ 361	№ 362	№ 363	№ 364	№ 365	№ 366	№ 367	№ 368	№ 369	№ 370	№ 371	№ 372	№ 373	№ 374	№ 375	№ 376	№ 377	№ 378	№ 379	№ 380	№ 381	№ 382	№ 383	№ 384	№ 385	№ 386	№ 387	№ 388	№ 389	№ 390	№ 391	№ 392	№ 393	№ 394	№ 395	№ 396	№ 397	№ 398	№ 399	№ 400	№ 401	№ 402	№ 403	№ 404	№ 405	№ 406	№ 407	№ 408	№ 409	№ 410	№ 411	№ 412	№ 413	№ 414	№ 415	№ 416	№ 417	№ 418	№ 419	№ 4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

Перв. примеч.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2			МПК 00.120 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A3	1	409.046.4660	Поводок	1		
	A2	2	409.046.44 70	Загортач	1		
	A3	5	409.046.1240	Поводок	1		
	A3	7	МПК 00.140	Коток	2		
	A2	9	409.046.1330	Кронштейн	1		
				Стандартні вироби			
		12		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	2		
		14		Шайба С 8 01.10.019 ГОСТ 11371-78	2		
Взам. инв. №		16		Шайба С 10 01.10.019 ГОСТ 11371-78	2		
		18		Шплінт 5 ГОСТ 397-79	2		
	МПК 00.120						
Инв. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Купчевич			Прикочуючий коток		
	Проб.	Артеменко					
	Н.контр.	Мачок			ЦНТУ зр. ГМ(СМ)-21М-1,9		
Утв.	Лещенко						
Копировал						Формат А4	

[illegible]

Формат А4

[illegible]



Мета, об'єкт, предмет і задачі дослідження

Метою досліджень є поліпшення роботи прикочуючого котка просапної сівалки шляхом вдосконалення та обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення **мети** встановлено наступні завдання: проаналізувати поточний процес роботи прикочуючого котка просапної сівалки, виявити недоліки та розробити способи їх усунення;

дослідити роботу прикочуючого котка під час роботи та визначити вплив конструкції поверхні котка на якість ущільнення ґрунту;

оцінити економічну ефективність розробленого котка.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи прикочуючого котка просапної сівалки.

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

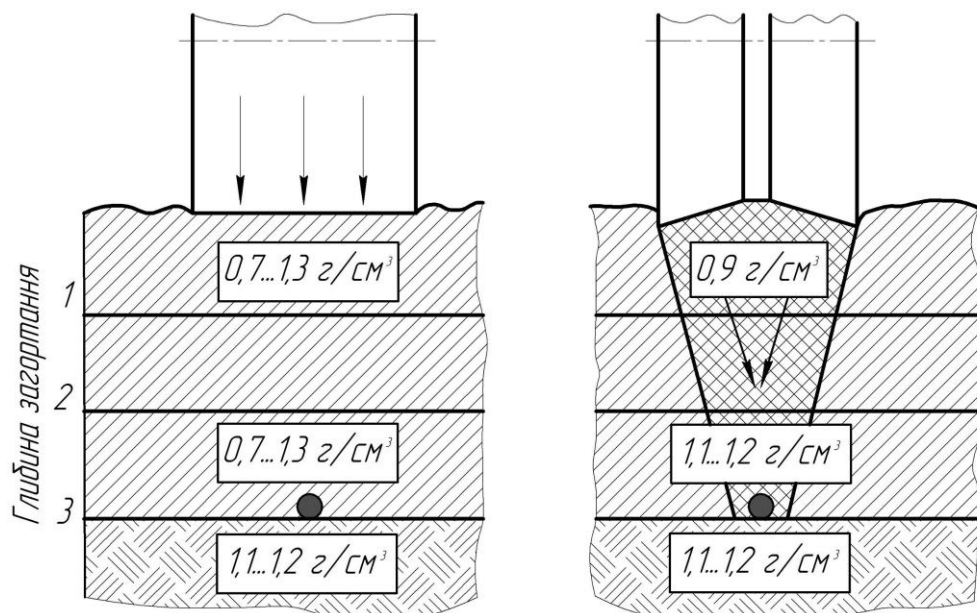
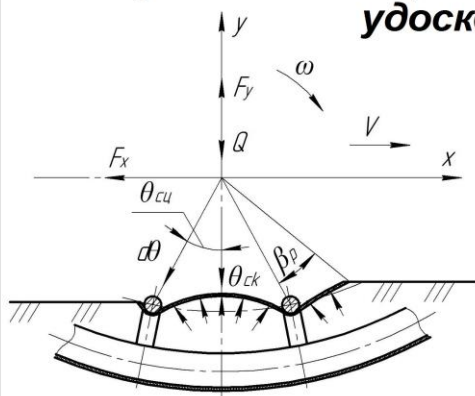


Схема технологічного процесу роботи базового і удосконаленого котка

МПК 00.001 НЧ			
Ім'я	П.І.О.	П.І.О.	П.І.О.
Мета	Мета	Мета	Мета
Мета та задачі дослідження			
—			
ІНТУ			
ар. ГМІМ-2019-19			
Фармац. АТ			

Результати теоретичних досліджень параметрів удосконаленого котка

МПК 00.002 НЧ



Рациональне навантаження на коток, яке забезпечує потрібну щільність ґрунту

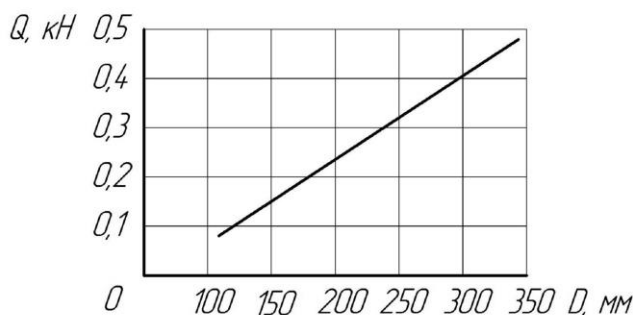
$$Q = F_{ycy} + F_{ysk} = q r_k b_k \cdot \left(\frac{\pi}{4} - \sin \frac{\pi}{4} \cos \frac{\pi}{4} \right) \quad (1)$$

Сила опору перекочуванню котка

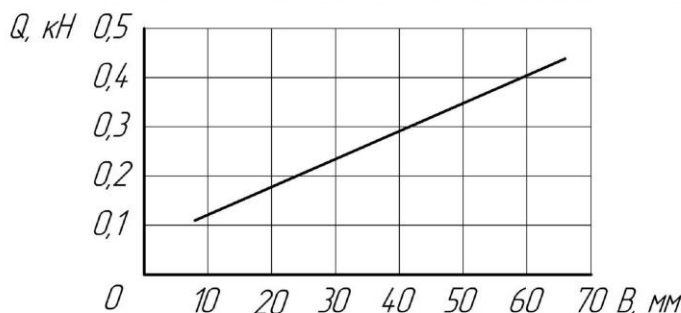
Розрахункова схема сил які діють на коток під час його роботи

$$F_o = q r_k b_k \cdot \frac{\theta_{ck}^2}{2} \cdot \cos 2\theta_{ck} + q r_k b_k \cdot \cos(\theta_{cy} + \theta_{ck}) \cdot \cos \frac{\pi}{4} \quad (2)$$

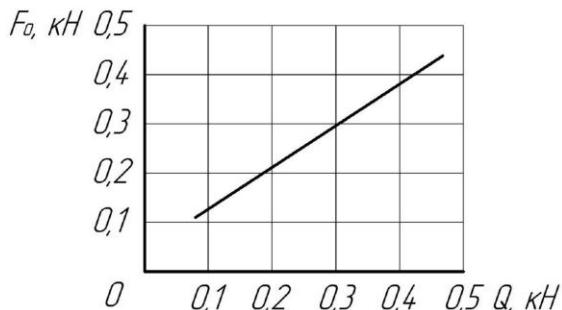
Графічний аналіз залежностей 1,2:



Залежність навантаження на коток від його діаметра



Залежність навантаження на коток від його ширини



Залежність опору перекочування від вертикального навантаження

					МПК 00.002 НЧ				
					Теоретичні дослідження				
Розробник	М.Володимир	Перевірив	М.Володимир	Дат.	Місяц	Рік	Відомості		
Затвердив	М.Володимир	Дат.	Місяц	Рік	-				
Виконав	М.Володимир	Дат.	Місяц	Рік	-				
Затвердив	М.Володимир	Дат.	Місяц	Рік	-				
Розробник	М.Володимир	Перевірив	М.Володимир	Дат.	Місяц	Рік	Відомості		
Затвердив	М.Володимир	Дат.	Місяц	Рік	-				
-					ЦНТУ				
					ар. ГИОМ-2019-19				
					Формат А1				