

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Модернізація та обґрунтування параметрів робочих органів секції
овочевої сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-23М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

_____Шевцов Владислав Олегович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Дмитро АРТЕМЕНКО

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____Микола МОРОЗ

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

Анотація

У роботі представлено результати аналізу конструкцій робочих органів овочевих сівалок та обґрунтовано напрями їх вдосконалення з метою підвищення ефективності посівного процесу. Запропоновано нову конструкцію борозного котка комбінованої форми, яка забезпечує формування стабільної борозни, точне укладання насіння на задану глибину, зменшення його розсіювання та покращення контакту з ґрунтом. Це сприяє дружним сходам і підвищенню врожайності овочевих культур. Комбінований борозний коток інтегровано в секцію сівалки ЈРН без значного ускладнення конструкції. Обґрунтовано раціональні геометричні параметри котка для різних типів ґрунтів. Впровадження модернізованого вузла забезпечує економічний ефект за рахунок зменшення витрат та підвищення надійності агрегату. Отримані результати підтверджують доцільність застосування вдосконалених борозних котків у сучасному овочівництві.

Abstract

The study presents the results of an analysis of working body designs in vegetable seed drills and substantiates directions for their improvement to enhance the efficiency of the sowing process. A new design of a furrow-forming roller with a combined shape is proposed, ensuring the formation of a stable and uniform furrow, precise seed placement at the required depth, reduced seed scattering after placement, and improved seed-to-soil contact. These improvements promote uniform seedling emergence and increased vegetable crop yields. The combined furrow roller was integrated into the working section of the ЈРН vegetable seed drill without significantly complicating the structure or increasing its weight. The rational geometric parameters of the roller were substantiated for different soil types and agronomic requirements. Implementation of the upgraded roller in the seed drill design provides economic benefits through increased crop yields, reduced seed and post-sowing care costs, and improved reliability and durability of the seeder. The obtained results confirm the feasibility and potential of using modernized furrow-forming rollers in contemporary vegetable production to ensure stable and high-quality sowing.

Формат	Знач.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація загальна		
				Заново розроблена		
A4			МОС 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
				Документація по складальним одиницям		
				Заново розроблена		
A1			МОС 00.000 СБ	Сівалка овочева		
				ЛРН 8	1	
A1			МОС 00.110 СБ	Секція	1	
A2			МОС 00.120 СБ	Барозний коток	1	
				Документація по деталях		
A3			МОС 00.120.01	Вісь	1	
A3			МОС 00.120.02	Диск	1	
			МОС 00.000 ВП			
Зм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата		
Розроб.	Шевцов				Лит.	Лист
Перев.	Артеменко					Листів
						1
Нкантр.	Мачок				ЦНТУ	
Затв.	Васильковський				зр. ГМ-23М-11	
					Формат А4	

Відомість
роботи

Зміст

1. Вступ.....	7
2. Інженерна частина	8
3. Наукова частина.....	32
4. Охорона праці.....	48
5. Економічна частина.....	50
Висновки.....	52
Список використаної літератури.....	53
Додатки	

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності овочівництва є вдосконалення технологічних процесів висіву насіння, що безпосередньо впливає на рівень урожайності та якість продукції. Відомо, що від точності дозування, розміщення та загортання насіння у ґрунт значною мірою залежить рівномірність сходів, енергія росту рослин, їх розвиток і, в кінцевому результаті, обсяг та якість отриманої продукції. Саме робочі органи секції овочевої сівалки визначають головні параметри посіву - глибину, відстань між насінням, щільність контакту насінини з ґрунтом, що обумовлює стартові умови для розвитку рослин.

Недосконалість конструкції робочих органів призводить до нерівномірного висіву, пошкодження насіння, порушення оптимальної глибини укладання, що негативно позначається на схожості, знижує продуктивність та економічну ефективність виробництва овочевих культур. З огляду на це модернізація робочих органів секцій овочевих сівалок набуває особливої актуальності, оскільки саме ці елементи мають забезпечувати якісне виконання основних агротехнічних вимог при посіві.

У даній роботі ставиться завдання проаналізувати існуючі конструкції робочих органів овочевих сівалок, визначити їх недоліки, розробити вдосконалений варіант конструкції та обґрунтувати оптимальні параметри, що дозволять істотно підвищити рівномірність посіву, забезпечити кращу схожість і тим самим сприяти збільшенню урожайності овочевих культур. Основною метою вдосконалення овочевої сівалки є покращення процесу розміщення насіння по глибині і його загортання в борозні, для чого в конструкцію секції вводиться борозний коток удосконаленої конструкції, це буде сприяти підвищенню швидкості та рівномірності проростання просапних культур.

					МОС 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Шевцов</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Артеменко</i>					7	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>				ЦНТУ		
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>				гр. ГМ-23М-1.1		

2. Інженерна частина

2.1 Стан питання про машину, що модернізується

Овочева сівалка JPH 8, виробництва Франції [1] представляє собою концепцію все в одному, тобто секція робочих органів і є повноцінна сівалка (рис. 2.1). Від кількості секцій залежить як ширина захвату так і засіб агрегування. JPH 8 відноситься до 8-рядної конфігурації овочевої сівалки точного висіву, що використовує висівні апарати (блоки/модулі) типу JPH. Ці апарати часто асоціюються з брендом Jang (Південна Корея) або Terradonis (Франція), які виробляють подібні системи. Кожен модуль, в склад якого входить висівний блок JPH встановлюються на раму (брус). Конфігурація "JPH 8" означає використання 8 таких блоків.



Рис. 2.1 Модуль сівалки JPH

Сівалка призначена для точного пунктирного або гніздового висіву насіння овочевих культур (морква, цибуля, буряк, огірки, томати, перець, кукурудза, соя, боби та ін.) у підготовлений ґрунт. Сівалка (модуль) навісний, агрегується з міні-тракторами, мототракторами або мотоблоками (залежно від ваги та конструкції рами). Може бути причіпною на власних колесах.

Сівалка використовує висівні апарати JPH з індивідуальним приводом від опорно-привідного колеса (або загального приводу від коліс сівалки).

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

Точність висіву досягається за рахунок використання спеціальних змінних висівних катушок (роликів) з комірками різного розміру та кількості, підібраних під конкретну культуру. Кожен висівний блок часто має пружинне навантаження для копіювання рельєфу ґрунту. Модульність дозволяє змінювати кількість висівних блоків на рамі та регулювати ширину міжрядь.

Технічні характеристики сівалки JPH (узагальнені для n-рядних сівалок такого типу) [1]:

кількість рядів - 4, 6, 8;

тип висівного апарату - JPH (механічний, точного висіву);

тип сошника - анкерний або дисковий;

агрегативання - міні-трактор, мототрактор (потужність залежить від ваги, часто від 12-15 к.с. і вище, для важчих моделей 24-50 к.с.);

ширина міжрядь - регульована, залежить від рами. Мінімальна можлива ширина між блоками JPH близько 16-18 см (7 дюймів), максимальна визначається шириною рами (може бути 70-75 см і більше);

глибина висіву - регульована, зазвичай в діапазоні 1 - 8 см (часто 1-6 см або 6-8 см).

крок висіву насіння в рядку - регулюється зміною передавальних чисел в редукторі приводу та/або вибором висівної катушки (ролика) з різною кількістю комірок. Діапазон може бути широким (наприклад, від 2,5 см до 30 см і більше, залежно від налаштувань і катушки);

ємність бункера для насіння - на кожен висівний блок (наприклад, 3 л на блок, як у СТВ-4).

робоча швидкість - до 5-8 км/год;

вага - залежить від конструкції рами та комплектації (наприклад, від ~70 кг до ~150 кг для схожих 4-рядних моделей і вище для 6,8 рядних).

Конструктивно овочева сівалка JPH (рис. 2.2) має такі основні вузли:

система підвіски включає в себе систему кріплення 2 і систему навантаження секції 3;

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

висівний апарат 6 приводиться в рух за допомогою переднього приводного колеса 1 через коробку передач 4, в яку в залежності від культури можна встановлювати змінні зірочки, блок 9 яких знаходиться на рамі секції.

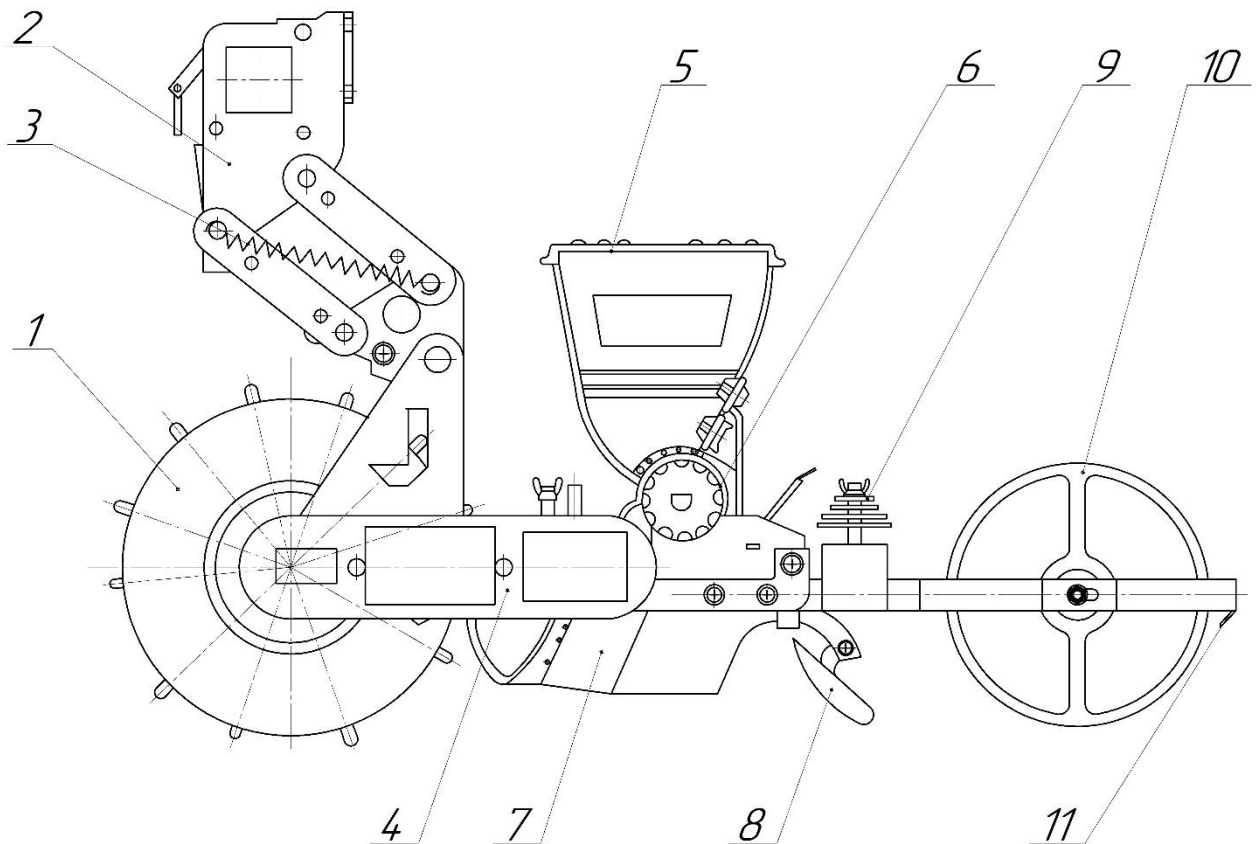


Рис. 2.2 Схема складових елементів сівалки ЈРН:

1 – опорно приводне колесо; 2 – система кріплення; 3 – система навантаження; 4 – коробка передач; 5 – бункер; 6 – висівний апарат; 7 – сошник; 8 – загортач; 9 – блок змінних зірочок; 10 – задній коток; 11 – зчищувач налиплого ґрунту

Система розміщення і загортання насіння представлена у вигляді килевидного сошника 7 із тупим кутом входження в ґрунт і трубчастим ложеутворювачем, після якого встановлений загортач 8. Загортач виконаний у формі скребка з криволінійною поверхнею і також виконує функцію планувальника. Пластиковий задній прикочуючий коток 10 має форму циліндра і виконує функцію не тільки загортання насіння, а і вирівнює та ущільнює ґрунт над ним. Налиплий на поверхню котка 10 ґрунт знімає зчищувач 11.

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

Працює сівалка наступним чином - обертання катушки висівного апарату здійснюється від опорно приводного колеса за допомогою ланцюгової передачі через коробку передач. Насіння під час руху катушки потрапляє із бункера в її комірчку та переміщується від камери забору до місця скиду в борозну. Для того, щоб в комірці була необхідна кількість насіння згідно норми висіву, передбачено елемент – зчищувач надлишкового насіння, який не дає можливості йому рухатись до місця скиду. Коли комірчка з насінням обертаючись приходить в точку скиду в нижній частині висівного апарата, насіння під дією сили тяжіння падають у борозну, яку створив сошник.

Після закінчення щік сошника борозна частково закривається ґрунтом який осипається зі стінок борозни, після чого загортач закриває її повністю вирівнюючи верхню частину рядка. Задній прикочуючий коток ущільнює ґрунт над насінням завершуючи процес посіву.

Основними показниками якості виконання технологічних операцій відповідно до агротехнічних вимог якісного посіву овочевих культур сівалками точного висіву типу JPH, є [1-4]:

дотримання норми висіву насіння - відхилення фактичної норми висіву (кількість насінин на гектар або погонний метр) від заданої агротехнічної норми не повинно перевищувати $\pm 5-10\%$ (залежно від культури та умов посіву);

рівномірність розподілу насіння в рядку (точність інтервалу), відсоток інтервалів, близьких до заданого (наприклад, в межах 0.5-1.5 від номінального інтервалу);

відсоток пропусків (інтервал > 1.5 номінального);

відсоток двійників/зближених насінин (інтервал < 0.5 номінального);

коефіцієнт варіації інтервалів між насінинами - максимальна кількість насінин повинна бути висіяна з інтервалом, близьким до заданого, з мінімальною кількістю пропусків та двійників (конкретні допуски залежать від культури);

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

дотримання глибини загорання насіння - відхилення фактичної глибини загорання від заданої агротехнічної глибини для конкретної культури та типу ґрунту не повинно перевищувати $\pm 10-15\%$ (часто $\pm 0.5-1$ см);

рівномірність глибини загорання насіння - стабільність глибини загорання вздовж рядка. Оцінюється за коефіцієнтом варіації глибини або відсотком насінин, загорнутих у допустимому діапазоні глибин - не менше 80-85% насіння має бути загорнуто на глибину в межах допустимих відхилень (наприклад, задана глибина ± 1 см);

дотримання ширини міжрядь - відхилення фактичної ширини міжряддя від заданої (стикового та основного) не повинно перевищувати $\pm 1-2$ см для забезпечення можливості якісного міжрядного обробітку;

пошкодження насіння - відсоток насінин, пошкоджених (подрібнених, тріснутих) висівним апаратом повинно бути не більше 1-2% (для овочевих культур цей показник особливо важливий);

якість загорання та ущільнення ґрунту - відсутність незагорнутого насіння, наявність контакту насіння з вологим шаром ґрунту, відсутність великих грудок над насінням, помірне ущільнення ґрунту в зоні рядка для покращення контакту насіння з ґрунтом без утворення кірки, 100% насіння має бути загорнуто, ґрунт над насінням дрібно-грудкуватий, злегка ущільнений;

прямолінійність рядків - відхилення рядка від прямої лінії на певній довжині, важливо для подальшого догляду за посівами, особливо при механізованому обробітку, допустиме відхилення залежить від ширини міжрядь та типу обробітку.

Оцінка цих показників дозволяє визначити, наскільки якісно сівалка JPH виконує свою роботу відповідно до потреб конкретної овочевої культури та умов вирощування.

2.2 Аналіз технології посіву овочевих культур

Посів є однією з найважливіших операцій у технології вирощування овочевих культур. Від якості її виконання залежить: густина стояння рослин,

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

рівномірність їх розвитку, ефективність подальших операцій догляду (обробіток міжрядь, захист рослин), раціональне використання дорогого насіння гібридів та як наслідок потенційна врожайність культури.

Метою будь-якої технології посіву є розміщення насіння на оптимальну глибину в добре підготовлений ґрунт із заданою густиною та рівномірним розподілом.

Класифікація технологій посіву овочевих культур [5-7]:

За способом розміщення насіння:

суцільний (розкидний), застосовується рідко, переважно для зелених культур на невеликих площах і не забезпечує рівномірності;

рядковий - насіння висівається суцільними рядками. Використовується для деяких коренеплодів та зелених культур, але ускладнює догляд;

стрічковий - кілька рядків (2-8) розміщуються близько один до одного, утворюючи стрічку, з широкими міжряддями між стрічками;

пунктирний (точний) - насіння розміщується в рядку на заданій відстані одне від одного. Це основний спосіб для більшості овочевих культур при механізованому вирощуванні.

гніздовий - у кожне гніздо висівається кілька насінин, застосовується для баштанних та кукурудзи цукрової.

За рівнем механізації:

ручний посів - за допомогою ручних сівалок або просто руками та актуальний для малих ділянок, теплиць, городів;

мала механізація - використання ручних штовхальних сівалок (одно- або багаторядних);

механізований посів - за допомогою тракторних сівалок (причіпних або навісних).

За типом висівного апарату (для механізованого посіву):

механічні - котушкові (Jang/JPH), дискові, щіткові, комірчасті, стрічкові (напр., Stanhay), валикові;

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

пневматичні - вакуумні або надлишкового тиску (Monosem, Gaspardo, Kverneland, Agricola Italiana) і вважаються найточнішими.

Аналіз основних технологій [4-8]:

Ручний та напівмеханізований посів – перевагами є низька вартість обладнання, можливість роботи на малих та незручних ділянках, у теплицях, недоліками є низька продуктивність, високі витрати праці, складно досягти високої точності та рівномірності глибини/інтервалу. Підходить для городництва та дрібних фермерських господарств.

Механізований рядковий/стрічковий посів (не точний) - перевагою є висока продуктивність порівняно з ручним, недоліками є нерівномірний розподіл насіння в рядку, перевитрата насіння, необхідність проріджування сходів (додаткові витрати праці), нерівномірний розвиток рослин, обмежене застосування.

Механізований точний (пунктирний) посів - це домінуюча технологія в сучасному комерційному овочівництві.

Механічні сівалки точного висіву - використовують механічні дозатори (комірки на дисках, котушках, стрічках) для відокремлення та подачі насіння. Сівалки типу JPH/Jang відносяться до цієї категорії (котушкові).

Перевагами є простіша конструкція порівняно з пневматикою, нижча вартість, хороша точність для каліброваного або дражованого насіння.

Недоліками є чутливість до форми та розміру насіння (потребують підбору відповідної котушки/диска), можливі пропуски/двійники при використанні некаліброваного насіння, обмеження за швидкістю.

Пневматичні сівалки точного висіву - використовують вакуум або надлишковий тиск повітря для утримання насіння біля отвору в диску/барабані та її точного скидання в борозну.

Переваги - найвища точність висіву для широкого спектру насіння (включаючи дрібне, некаліброване), мінімальне пошкодження насіння, можливість роботи на вищих швидкостях, легкість налаштування інтервалу.

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

Недоліки - вища вартість, складніша конструкція, потреба у джерелі вакууму/тиску (ВОМ трактора, гідромотор).

Посів на гребнях/грядах - технологія, при якій посів здійснюється на спеціально сформованих гребнях або грядках. Часто поєднується з точним посівом.

Переваги - кращий повітряний та тепловий режим ґрунту, особливо на важких ґрунтах та при надмірному зволоженні, зручність догляду та збирання для деяких культур (морква, картопля).

Недоліки - потребує додаткової операції формування гребенів/гряд, можливе пересихання гребенів у посушливих умовах.

Посів з одночасним внесенням добрив/пестицидів: Сучасні сівалки часто комплектуються системами для локального внесення стартових доз добрив або гранульованих інсектицидів у зону рядка.

Переваги - підвищення ефективності добрив/ЗЗР, зменшення їх загальної норми.

Недоліки - ускладнення та подорожчання сівалки.

Посів у мульчу - використання сівалок, здатних прорізати плівкову або органічну мульчу та здійснити посів у ґрунт під нею.

Незалежно від технології, ключовими є дотримання агротехнічних вимог таких як оптимальна глибина, рівномірність глибини, заданий інтервал між насінинами, дотримання норми висіву, мінімальне пошкодження насіння, якісне загортання. Контроль цих показників є обов'язковим для отримання якісних сходів.

Фактори вибору технології [2,3,6-8]:

культура - розмір, форма насіння, вимоги до густоти стояння;

масштаб виробництва - площа посіву;

тип ґрунту та його підготовка;

наявність техніки та фінансові можливості;

вартість насіння - дороге гібридне насіння виправдовує інвестиції в точні сівалки;

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

доступність робочої сили.

Сучасні тенденції та інновації при посіві овочевих культур [4,5]:

GPS-навігація та автоматичне водіння, підвищення точності стикових міжрядь, прямолінійності рядків, можливість роботи в умовах поганої видимості.

Системи контролю висіву - датчики для моніторингу пропусків/двійників, фактичної норми висіву в реальному часі.

Змінні норми висіву (VRA - Variable Rate Application) - диференційований посів на основі карт завдань для оптимізації густоти на різних ділянках поля.

Електричний привід висівних апаратів - більш точне та гнучке регулювання норми висіву, можливість індивідуального відключення секцій.

Таким чином технології посіву овочевих культур пройшли значний шлях розвитку від ручного до високоточних пневматичних систем. Вибір оптимальної технології залежить від багатьох факторів, але загальною тенденцією є прагнення до максимальної точності розміщення насіння для реалізації потенціалу сучасних сортів та гібридів, економії ресурсів та оптимізації подальшого догляду за посівами. Домінуючою технологією в інтенсивному овочівництві є точний (пунктирний) посів за допомогою механічних або пневматичних сівалок.

2.3 Порівняльний аналіз овочевих сівалок які представлені в Україні

Проведемо детальний порівняльний аналіз роботи овочевих сівалок, представлених в Україні, взявши за основу найбільш відомих виробників та порівняємо їх із сівалками типу JPH (механічні, з катушковим висівним апаратом фірм Jang/Terradonis) виробництва Франції.

Сівалка типу JPH [1,9] (рис. 2.3):

Тип механізму - механічний, катушковий (роликівий), висівна катушка з комірками підбирається під розмір та форму насіння.

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

Точність – гарна, особливо для каліброваного або дражованого насіння. Точність сильно залежить від відповідності катушки насінню, можливі пропуски/двійники при роботі з неоднорідним насінням.



Рис. 2.3 Сівалка типу JPH

Універсальність - досить висока за рахунок зміни катушок. Модульна конструкція дозволяє легко змінювати кількість рядків та ширину міжрядь. Підходить для широкого спектру овочевих культур.

Технології/особливості - відносно проста конструкція, легкість налаштування та обслуговування. Часто використовуються у невеликих та середніх господарствах, в органічному землеробстві. Менш чутливі до якості підготовки ґрунту порівняно з деякими пневматичними.

Складність/обслуговування – низька, за рахунок простої конструкції.

Орієнтовний ціновий рівень - низький / середній (залежить від опцій).

Виробник Gaspardo (Італія) [10] (рис. 2.4), пропонує як механічні (рідше для овочів, наприклад, елементи MSO), так і пневматичні (вакуумні, моделі Orietta, SP Dorada, MTR - остання більше для просапних/кукурудзи, але може використовуватись і для деяких овочів). Пневматичні моделі домінують.

Точність - пневматичні моделі забезпечують вищу точність та універсальність порівняно з JPH, особливо для дрібного, некаліброваного або легкого насіння. Менше пропусків/двійників.

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



Рис. 2.4 Овочева сівалка Orietta 8R

Універсальність - дуже висока, широкий вибір висівних дисків для різних культур, конфігурації для посіву на рівній поверхні, гребнях, у стрічки. Великий вибір опцій (добрива, мікрогранулятор, різні сошники та прикочуючі колеса).

Технології/особливості - сучасні рішення, можлива комплектація системами контролю висіву, ISOBUS, електричним приводом секцій (серія Chrono), набагато складніша конструкція порівняно з JPH.

Сегмент - від середніх до великих господарств, професійне овочівництво.

Складність/обслуговування - середня / висока (для пневматики з електронікою).

Орієнтовний ціновий рівень - середній (базова комплектація) / високий (залежить від опцій). Дуже добре представлені в Україні з широкою дилерською мережею та сервісом.

Виробник овочевих сівалок Kverneland (Норвегія/Нідерланди) [11], пропонує переважно пневматичні (вакуумні) сівалки точного висіву для овочів (модельний ряд Miniair Nova) (рис. 2.5).



Рис. 2.5 Овочева сівалка Kverneland Miniair Nova

Сівалка забезпечує дуже високу точність, особливо для дрібного насіння (морква, цибуля). Вакуумна система забезпечує дбайливе поводження з насінням. Перевершує JPH за точністю для дрібного насіння.

Універсальність - висока, широкий вибір висівних дисків та конфігурацій рами, сошників, котків, загортачів, адаптовані до різних умов посіву.

Технології/особливості - сучасні технології, надійність Accord/Kverneland, можливість інтеграції з ISOBUS, системами контролю, для забезпечення високої точності посіву потребує якісної підготовки ґрунту.

Сегмент - середні та великі професійні овочеві господарства. Складність обслуговування - середня / висока. Орієнтовний ціновий рівень - високий.

Сівалка добре представлена в Україні, є дилери та сервіс.

Відомий в усьому світі виробник Monosem (Франція) [12], спеціалізується на пневматичних (вакуумних) сівалках точного висіву та має моделі, адаптовані для посіву овочевих культур (рис. 2.6).



Рис. 2.6 Сівалка овочева Monosem MS

Сівалки Monosem MS вважаються одними з еталонів точності у пневматичному висіві. Відмінно працюють з різними типами насіння, забезпечуючи мінімум пропусків/двійників. Значно перевершують JPH за точністю та стабільністю висіву. Сівалка має дуже високу універсальність, широкий вибір опцій, дисків, сошників, можливість внесення добрив, мікрогранул. Надійні та важкі висівні секції добре працюють у складних умовах.

Особливостями Monosem MS є міцна конструкція, передові системи контролю, можливе оснащення електроприводами (Monoshox NG Plus M), ISOBUS. Вона призначена переважно для великих професійних господарств, що вимагають максимальної точності.

Складність обслуговування – висока, орієнтовний ціновий рівень - дуже високий. Представленість в Україні є, але, можливо, менш масово, ніж Gaspardo чи Kverneland. Сервіс доступний через дилерів.

Овочева сівалка Agricola PKN компанії Agricola Italiana (Італія) [13], представляє собою новітнє покоління пневматичних сівалок точного висіву.

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

Посівні секції сівалки розміщуються безпосередньо на головній рамі, з метою збільшення компактності і стійкості (рис. 2.7).

Компанія Agricola спеціалізується виключно на овочевих сівалках, переважно пневматичного типу (вакуумні). Мають дуже широкий модельний ряд під специфічні потреби овочівництва. Експертний рівень точності для найрізноманітніших овочевих культур, включаючи дуже дрібне або специфічне насіння. Часто дозволяють висівати в 2-3 строчки з однієї секції. Перевершують JPH за точністю та гнучкістю налаштувань.



Рис. 2.7 Сівалка Agricola PKN

Максимальна універсальність саме для вирощування овочевих культур, різні типи рам, секцій, сошників для посіву на грядках, рівній поверхні, у касети (для розсади), під агроволокно тощо. Технологічними особливостями сівалки є інноваційні рішення, спрямовані на овочівництво (напр., спеціальні сошники, системи для дворядкового висіву). Призначена для професійних овочевих господарств будь-якого розміру, що потребують спеціалізованих рішень. Складність обслуговування - середня / висока, орієнтовний ціновий рівень - високий / дуже високий. Представленість в Україні через спеціалізованих дилерів.

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

Виробник Sfoggia (Італія) [14], пропонує пневматичні сівалки точного висіву (моделі Calibra Evo, Sigma V), що призначені для посіву овочевих культур (рис. 2.8).



Рис. 2.8 Овочева сівалка Calibra Evo

Висока точність, порівнянна з іншими європейськими виробниками пневматичних сівалок. Значно вища точність, ніж у JPH, особливо для необробленого насіння. Висока універсальність, можливість комплектації різними висівними дисками, сошниками (включаючи дводискові), системами внесення добрив. Надійна конструкція, сучасні компоненти, можливе використання електронних систем контролю. Призначена для середніх та великих господарств. Складність обслуговування - середня / висока (залежить від опцій). Ціновий рівень - високий. Представлена в Україні через дилерську мережу.

Таким чином виконавши порівняльний аналіз основних сівалок представлених в Україні можна зазначити, що сівалка типу JPH є хорошим механічним рішенням для точного висіву, особливо для малих та середніх господарств або при обмеженому бюджеті. Їх перевага – простота, надійність

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

механіки та легкість налаштування під каліброване насіння. Однак точність сильно залежить від якості насіння та правильного підбору катушки та інших робочих органів.

Європейські виробники (Gaspardo, Kverneland, Monosem, Agricola Italiana, Sfoggia) переважно пропонують пневматичні сівалки для овочів. Вони забезпечують значно вищу точність та універсальність, особливо при роботі з різним за якістю та розміром насінням, дозволяють працювати на вищих швидкостях та часто оснащені передовими технологіями контролю та автоматизації. Ці сівалки більш складні, дорожчі та вимагають вищої кваліфікації персоналу та кращої підготовки поля.

Вибір між ЈРН та пневматичними сівалками залежить від: масштабу виробництва, вимог до точності, типу та вартості насіння, фінансових можливостей, наявності кваліфікованого персоналу та якості сервісного обслуговування в регіоні. Для дорогих гібридів овочів інвестиції у високоточні пневматичні сівалки часто є економічно виправданими за рахунок економії насіння та отримання більш рівномірних сходів, але при відповідному налагодженні та удосконаленні сівалка ЈРН може конкурувати з більш дорогими і складними сівалками, тому необхідно підвищити якість виконання технологічного процесу посіву овочевих культур шляхом підвищення конструктивної досконалості робочих органів які його забезпечують.

2.4 Аналіз конструктивних особливостей робочих органів овочевих сівалок

На рівномірність посіву овочевих культур в значній мірі впливають робочі органи які відповідають за безпосередній процес розміщення насіння у ґрунті (сошник, борозний коток, загортач, задній прикочуючий коток).

Сошники відповідають за формування борозни заданої глибини та ширини для укладання насіння. Конструктивні особливості та типи сошників, що використовуються на овочевих сівалках:

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Анкерний (наральниковий) сошник - клиноподібний нерухомий робочий орган, що розгортає ґрунт, виготовляється з литого чавуну або сталі, нижня частина якого формує дно борозни.

Перевагами такого типу сошника є проста конструкція, низька вартість, добре працює на легких, добре підготовлених та чистих від рослинних решток ґрунтах, забезпечують добре ущільнене дно борозни.

Недоліками є незадовільна робота на полях з рослинними рештками (забивається), на важких або перезволожених ґрунтах, схильні до налипання ґрунту. Глибина загортання може бути менш стабільною при зміні щільності ґрунту, часто зустрічається на простих механічних сівалках (в т.ч. конфігураціях типу JPH).

Однодисковий сошник – представляє собою один плоский або сферичний диск, встановлений під кутом до напрямку руху.

Переваги - краще прорізає рослинні рештки порівняно з анкерним (наральниковим), менше нагортає ґрунт.

Недоліки - може зміщувати ґрунт в один бік, утворюючи несиметричну борозну. Менш поширений на сучасних овочевих сівалках точного висіву порівняно з дводисковим.

Дводисковий сошник - два плоских диски, встановлених під кутом один до одного, що сходяться в нижній точці, утворюючи V-подібну форму. Найбільш поширений тип на сучасних сівалках точного висіву (Gaspardo, Kverneland, Monosem тощо).

Переваги - відмінно прорізає рослинні рештки та ущільнений ґрунт, формує чітку V-подібну борозну, забезпечує стабільну глибину (особливо при наявності бічних коліс контролю глибини), мінімально порушує структуру ґрунту поза борозною.

Недоліки - складніша та дорожча конструкція, потребує точного налаштування.

Ущільнювачі дна борозни, борозні котки призначені для ущільнення дна борозни перед падінням насінини і її прикочування в борозні з вирівнюванням

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

по глибині загортання, це забезпечує кращий контакт насінини з вологим шаром ґрунту та стабільну глибину її залягання.

Конструктивними особливостями таких рішень є:

Інтегрування з сошником – у анкерного (наральникового) сошника сама його нижня частина (п'ята) виконує функцію ущільнення дна борозни і формування насінневого ложа.

Окремий борозний коток - невеликі котки (часто металеві, гумові або пластикові), що рухаються безпосередньо за сошником (або навіть всередині розрізу дводискового сошника або міжщікового простору наральникового) і перед точкою потрапляння насіння в насіннєве ложе, вони притискають ґрунт і насіння вирівнюючи його по глибині загортання.

Ущільнювач насіння - гнучкий пластиковий "хвостик" або невелике колесо, що слідує за висівним апаратом і притискає безпосередньо саму насінину до дна борозни (напр., Keeton Seed Firmer). Особливо ефективні на легких, пухких або сухих ґрунтах для забезпечення контакту насінини з вологою.

Задні прикочуючі котки – закривають борозну шляхом зміщення ґрунту з боків до центру та ущільнення ґрунту навколо насінини або над нею. Конструкції котків мають найбільше різноманіття. Один коток зустрічається рідше, зазвичай металевий або гумовий широкий. Два котки (найпоширеніший варіант) встановлені під кутом (V-подібно), щоб направляти ґрунт до центру борозни. Можуть бути розташовані симетрично або зі зміщенням.

Гладкі гумові котки добре працюють на середніх та важких ґрунтах у стані оптимальної вологості. Забезпечують рівномірне ущільнення. Гумові з ґрунтозачепами або з протектором, покращують зчеплення та самоочищення. Чавунні важкі, забезпечують сильне ущільнення, довговічні. Можуть бути гладкими або профільованими. Іноді використовуються в комбінації з гумовими. Зубчасті або шиповані агресивно розпушують бічні стінки борозни та закривають її, запобігаючи ущільненню стінок. Ефективні на важких,

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

вологих ґрунтах або при наявності решток. Допомагають запобігти утворенню кірки. (Напр., Martin Spiked Closing Wheels).

Дископодібні, замість котків використовуються увігнуті диски, що згортають ґрунт до центру борозни.

Пальцеві, сітчасті складаються з металевих "пальців" або сітчастих структур, які кришать стінки борозни і м'яко закривають її, не створюючи надмірного ущільнення над насінням (Напр., Schlagel Posi-Close).

Загортачі овочевих сівалок забезпечують легке розрівнювання поверхні ґрунту над рядком після проходу прикочуючих котків, створення мульчуючого шару з пухкого ґрунту, руйнування можливої кірки. Можуть бути: волокуші - прості ланцюги, що тягнуться за секцією; легкі пальцеві борони - секції з гнучкими металевими пальцями; пружинні загортачі пальцевого або пластинчастого типу. Часто є опціональним обладнанням. Допомагають створити кращі умови для проростання, особливо на схильних до запливання та утворення кірки ґрунтах.

Усі ці робочі органи секції овочевої сівалки працюють як єдина система. Якість посіву залежить не лише від конструкції кожного елемента, а і від їх правильного взаємного налаштування та відповідності конкретним умовам (тип ґрунту, його вологість, наявність решток, культура, що висівається).

Сучасні овочеві сівалки пропонують широкий вибір конструктивних рішень робочих органів, дозволяючи аграріям підібрати оптимальну конфігурацію для своїх умов та технологій вирощування але необхідно підвищувати універсалізацію цих робочих органів, щоб зменшити вартість сівалки і збільшити її досконалість та можливість забезпечення посіву широкого найменування культур.

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.5 Інженерні розрахунки

2.5.1 Розрахунок навантаження на борозний коток секції овочевої сівалки

Згідно з [15-17], складемо схему сил які діють на коток в процесі виконання технологічного процесу рис. 2.9.

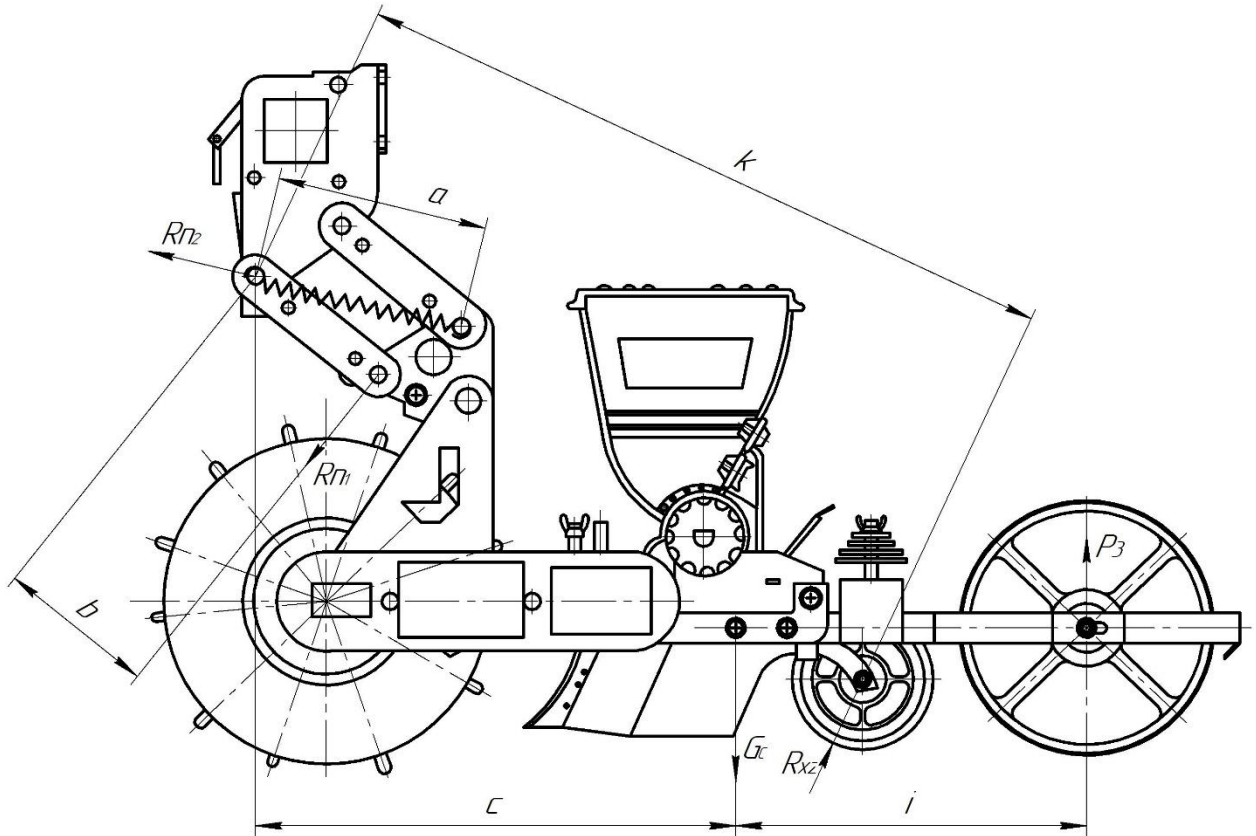


Рис. 2.9. Схема навантаження борозного котка

Складемо рівняння моментів сил, що діють на борозний коток овочевої сівалки:

$$\sum M = k \cdot R_{xz} - c \cdot G_c + P_3 \cdot (c + i) + R_{n2} \cdot a - R_{n1} \cdot b = 0$$

де: R_{xz} – сила опору борозного котка в робочому положенні;

G_c – сила ваги секції;

P_3 – сила опору прикочуючого котка;

R_{n2} – сила натягу пружини;

R_{n1} – реакція в кронштейні кріплення від натягу пружини.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МОС 00.000 ПЗ

Арк.

27

Розраховуємо сили значення яких невідомі, це R_{XZ} та P_3 :

$$P_3 = mb\sqrt{mD} = 0,25 \cdot 50 \cdot \sqrt{0,25 \cdot 110} = 67H$$

де m – ступінь колієутворювання, $m = 0,25$;

$b = 50$ мм – ширина робочої поверхні борозного котка;

$D = 110$ мм – діаметр борозного котка.

$$R_{XZ} = \frac{P'}{\cos \beta},$$

$\beta = 9^\circ$.

$$P' = mb\sqrt{mD} = 0,15 \cdot 100 \cdot \sqrt{0,15 \cdot 200} = 85H$$

$$R_{XZ} = \frac{85}{\cos 9^\circ} = 84H$$

Розрахуємо силу натягу пружини, використавши значення плечей які замірялись із креслення секції сівалки:

$$Rn_2 = \frac{-k \cdot R_{XZ} + c \cdot G_c - P_3 \cdot (c + i) + Rn_1 \cdot b}{a}$$

$$Rn_2 = \frac{-0,48 \cdot 84 + 0,36 \cdot 280 - 67 \cdot (0,36 + 0,250) + 200 \cdot 0,115}{0,16} = 266H$$

2.5.2 Розрахунок параметрів пружини

Розрахунок параметрів пружини розтягу виконуємо за методикою наведеною в [18-20]. Для початку розрахунку пружини, із конструктивних міркувань приймаємо діаметр дроту із якого вона виготовлена в розмірі $d_{вн} = 4$ мм, $D = 32$ мм.

Зовнішній діаметр пружини:

$$D_{зов} = D + d_{вн} = 32 + 4/2 = 34 \text{ мм} \quad (2.1)$$

Індекс пружини:

$$K = \frac{D}{d_{вн}} = \frac{32}{4} = 8 \quad (2.2)$$

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

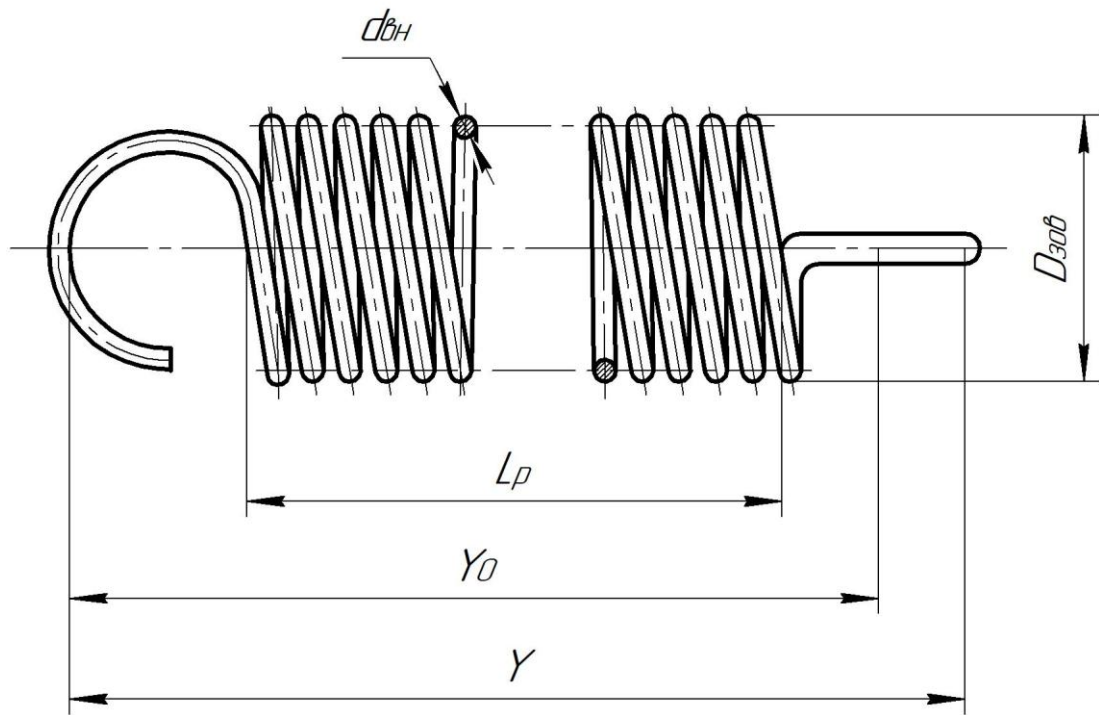


Рис. 2.10 Схема пружини

Розрахуємо кут підйому витків:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\tau}{\pi \cdot D}, \quad (2.3)$$

де: τ – крок витків без навантаження, $\tau = d$:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3,14 \cdot 32} = 0,047 ;$$

Кількість робочих витків пружини:

$$n = \frac{L_p}{\tau}, \quad (2.4)$$

де: L_p – довжина робочої частини не навантаженої пружини.

$$n = \frac{160}{4} = 40$$

Напруження витків:

$$\psi = \frac{T_k}{W_p} = \frac{8 \cdot F \cdot D \cdot \chi_6}{\pi \cdot d^3}, \quad (2.5)$$

де: χ_6 – кривина витків, яка залежить від індексу пружини (Т).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_e = 1 + \frac{1,4}{K} = 1 + \frac{1,4}{8} = 1,17 \quad (2.6)$$

де: S – площа поперечного перерізу витка;

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 12,57 \text{ мм}^2 \quad (2.7)$$

$$\psi = \frac{8 \cdot 12,57 \cdot 32 \cdot 1,17}{3,14 \cdot 4^3} = 18,55$$

Діаметр дроту пружини знайдемо з залежності:

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot S \cdot \chi_e \cdot K}{\pi \cdot [\psi]}} \quad (2.8)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot 12,57 \cdot 1,17 \cdot 8}{3,14 \cdot 18,55}} = 4 \text{ мм}$$

Приймаємо середній діаметр пружини:

$$D = K \cdot d = 8 \cdot 4 = 32 \quad (2.9)$$

Розраховуємо осьову пружну деформацію пружини:

$$\delta = 0,5 \cdot D \cdot \theta = \frac{0,5 \cdot D \cdot K \cdot \pi \cdot D \cdot n}{(G \cdot I_p)} = \frac{0,25 \cdot S \cdot \pi \cdot D^3 \cdot m}{(G \cdot I_p)}, \quad (2.10)$$

де: m – показник робочих витків використаної пружини;

G – модуль пружності матеріалу пружини (для сталі 65Г він становить $G=8 \cdot 10^4$ МПа);

I_p – полярний момент інерції перерізу витка;

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{3,14 \cdot 4^4}{32} = 25,13 \quad (2.11)$$

Осьова пружна деформація:

$$\delta = \frac{0,25 \cdot 12,57 \cdot 3,14 \cdot 32^3 \cdot 16}{(8 \cdot 10^4 \cdot 25,14)} = 2,58$$

Оскільки $M = \frac{D}{d}$, знайдемо пружну деформацію пружини:

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

$$\lambda = \frac{8 \cdot S \cdot D^3 \cdot m}{(G \cdot d^4)} = \frac{8 \cdot S \cdot M^3 \cdot m}{(G \cdot d)} \quad (2.12)$$

$$\lambda = \frac{8 \cdot 12,57 \cdot 8^3 \cdot 16}{(8 \cdot 10^4 \cdot 4)} = 2,59$$

Розраховуємо жорсткість пружини:

$$\varepsilon = \frac{G \cdot d^4}{(8 \cdot D^3 \cdot m)} = \frac{G \cdot d}{(8 \cdot M^3 \cdot m)} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 4}{(8 \cdot 8^3 \cdot 16)} = 4,86 \quad (2.13)$$

Загальна кількість робочих витків пружини:

$$T = \frac{G \cdot d^4 \cdot \lambda}{8 \cdot S \cdot D^3} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 4^4 \cdot 2,59}{8 \cdot 12,57 \cdot 34^3} \approx 37,8 \quad (2.14)$$

Приймаємо, що пружина буде мати 38 витків.

Розраховуємо довжину пружини в спокої:

$$L_p = m \cdot d = 38 \cdot 4 = 152 \text{ мм} \quad (2.15)$$

Повна кількість витків:

$$\nu_0 = \nu + (1 \dots 2) = 38 + 2 = 40 \quad (2.16)$$

Довжина пружини:

$$Y_0 = \nu_0 \cdot d + 2h_g, \quad (2.17)$$

де: h_g – висота вушка;

$$h_g = (0,5 \dots 1) \cdot D = 0,75 \cdot 34 = 25,5 \text{ мм} \quad (2.18)$$

$$Y_0 = 40 \cdot 4 + 2 \cdot 25,5 = 211 \text{ мм}$$

Довжина пружини при максимальному навантаженні F_{\max} :

$$Y = Y_0 + \lambda_{\max} = \frac{Y_0 + (F_{\max} - F_0)}{K} = \frac{Y_0 + 8 \cdot K^3 \cdot m \cdot (F_{\max} - F_0)}{(G \cdot d)} \quad (2.19)$$

$$Y = \frac{211 + 8 \cdot 8^3 \cdot 16 \cdot (12,57 - 2,32)}{8 \cdot 10^4 \cdot 4} = 261 \text{ мм}$$

Визначаємо довжину дроту для виготовлення пружини:

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot T}{\cos \alpha} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 40}{\cos 5^\circ} = 4286 \text{ мм} \quad (2.20)$$

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

3. Наукова частина

Актуальність теми. Сучасне овочівництво вимагає високої точності виконання всіх технологічних операцій, особливо посіву, оскільки саме цей етап закладає основу для майбутньої врожайності та якості продукції. В умовах підвищених вимог до ефективності агровиробництва та раціонального використання ресурсів, надзвичайно актуальним є вдосконалення технічних засобів, що забезпечують рівномірне, точне і дбайливе висівання насіння овочевих культур. Робочі органи секцій овочевих сівалок відіграють ключову роль у формуванні параметрів посіву, таких як глибина загортання, інтервал між насіннями, ущільнення ґрунту навколо насіння тощо. Недосконалість цих елементів призводить до порушення агротехнічних вимог, зниження схожості, нерівномірних сходів і, як наслідок, зменшення врожаю та економічних втрат. Тому модернізація конструкції робочих органів та обґрунтування їх оптимальних параметрів є важливим завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню якості посіву, зменшенню витрат насіння та покращенню загальної продуктивності технологічного процесу. Саме тому питання вдосконалення робочих органів овочевих сівалок є на часі і має практичне значення для агропромислового комплексу.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності роботи секції овочевої сівалки шляхом введення в її конструкцію борозного котка та обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі **задачі**:

провести аналіз конструкцій секцій овочевих сівалок, визначити недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

дослідити процес роботи борозного котка удосконаленої конструкції овочевої сівалки, обґрунтувати його конструктивні особливості та визначити їх вплив на технологічний процес загортання насіння;

визначити техніко-економічну ефективність нового робочого органу.

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи борозного котка овочевої сівалки та його робочих елементів.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри борозного котка овочевої сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

визначено закономірності впливу робочих поверхонь борозного котка овочевої сівалки на процес укладання і загортання насіння, а також обґрунтовані раціональні значення цих параметрів;

досліджено зміну фізичних властивостей ґрунту під час укладання і загортання насіння та встановлено, як конструктивні особливості зборозного котка впливають на якість виконання технологічного процесу;

аналітичним шляхом визначено раціональні параметри робочих поверхонь борозного котка овочевої сівалки, які сприяють покращенню якості загортання насіння в борозні та підвищенню ефективності виконання процесу посіву насіння в цілому.

3.1 Аналіз конструкцій борозних котків овочевих сівалок

Борозні котки овочевих сівалок є важливим елементом посівної секції, оскільки вони забезпечують формування якісної посівної борозни, утримання заданої глибини посіву, ущільнення ґрунту навколо насіння та частково виконують функцію вирівнювання посівного ложа. Від їх конструкції значною мірою залежить точність розміщення насіння по глибині, що є критично важливим для отримання дружніх і рівномірних сходів овочевих культур.

Найпоширенішими є наступні типи конструкцій борозних котків:

Суцільні гладкі котки - виготовляються у вигляді суцільного металевого або гумового циліндра. Вони добре ущільнюють дно борозни, що сприяє кращому контакту насіння з вологим ґрунтом. Проте такі котки мають недолік, у вологих умовах їх поверхня може залипати ґрунтом, що знижує якість посіву та викликає додаткові зупинки для очищення.

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

Котки з розрізною поверхнею (ребристі, кільчасті) - складаються з окремих ободів або дисків, розміщених з певним інтервалом. Такі конструкції зменшують налипання ґрунту на робочу поверхню, покращують самоочищення і забезпечують рівномірне ущільнення навіть у вологих умовах. До недоліків можна віднести можливість нерівномірного ущільнення поверхні борозни за надмірно сухого або дуже пухкого ґрунту.

Конусоподібні котки - котки конічної форми створюють ефект притискання ґрунту до насіння під оптимальним кутом, що сприяє кращому капілярному підтягувані вологи. Вони особливо ефективні при роботі на ґрунтах зі змінною щільністю. Конструктивною особливістю є здатність формувати більш стабільну роботу навіть на схилах або нерівних ділянках поля.

Пружинні або еластичні котки - використовують елементи з гуми або спеціальних полімерів, що дозволяє адаптуватися до нерівностей ґрунту без пошкодження насіння. Такі котки м'яко ущільнюють ґрунт і знижують ударні навантаження на насінневе ложе, однак мають складнішу конструкцію та вищу вартість виробництва.

Котки комбінованого типу - поєднують властивості декількох типів, наприклад, ребристо-гладкі або конусоподібно-гладкі та інш. Вони забезпечують високу адаптивність до різних умов посіву, проте можуть мати ускладнене технічне обслуговування.

Таким чином можемо визначити основні вимоги до борозних котків овочевих сівалок:

забезпечення стабільної глибини посіву;

мінімізація налипання ґрунту;

рівномірне ущільнення борозни без надмірного пошкодження структури ґрунту;

самоочищення робочої поверхні при різних погодних умовах;

надійність конструкції та простота обслуговування.

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

Ефективність роботи борозного котка безпосередньо впливає на рівномірність розташування насіння у борозні, швидкість появи сходів та їх одночасність. Тому вибір конструкції котка повинен базуватися на агротехнічних вимогах до конкретної культури, типу ґрунту та умов експлуатації сівалки.

3.2 Обґрунтування модернізованої конструкції борозного котка овочевої сівалки

З метою усунення недоліків та покращання роботи секції робочих органів овочевої сівалки нами була розроблена удосконалена конструкція борозного котка комбінованого типу (рис. 3.1).

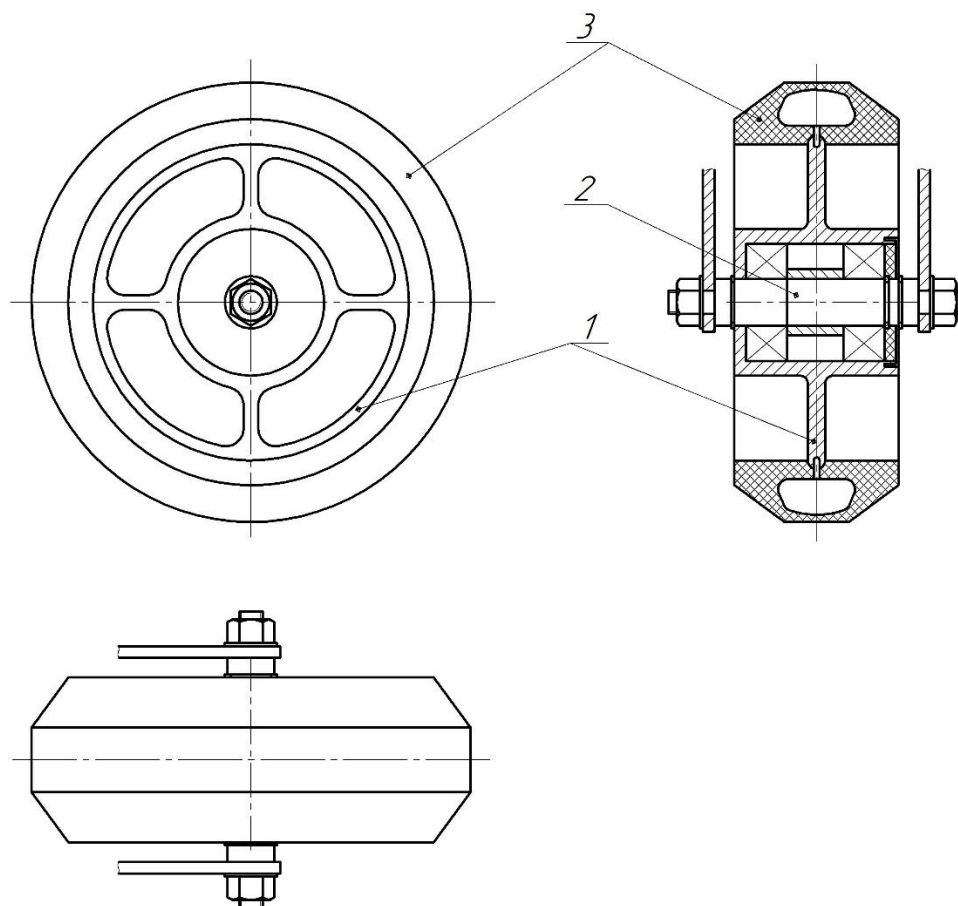


Рис. 3.1 Розроблений борозний коток овочевої сівалки:

1 – диск з корпусом; 2 – вісь; 3 - шина

Поставлена задача вирішується тим, що борозний коток виконаний комбінованим і має шину атмосферного тиску середня частина якої

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

призначена для загортання і вирівнювання насіння по глибині борозни та має циліндричний профіль з шириною робочої поверхні яка більша за максимальний розмір насіння овочевих культур, бічні частини шини призначені для ущільнення стінок борозни для підтягування капілярної вологи і мають конічний профіль з кутом конуса меншим за кут тертя ґрунту об поверхню котка та забезпечують правильну черговість загортання борозни шарами ґрунту різних горизонтів, причому внутрішня конструкція шини забезпечує плавне деформування центральної частини і мінімальне бічних частин за рахунок змінної товщини її стінок, що сприяє м'якому ущільненню центру борозни і агресивному з боків, конструкція шини сприяє її демпфуванню і самоочищенню.

На рис. 3.1 показано три проекції удосконаленого борозного котка овочевої сівалки. Запропонована конструкція складається із диска з корпусом 1, вісі 2, шини 3.

Запропонований борозний коток в процесі виконання посіву працює так: під час руху центральна частина котка руйнує стінки борозни направляючи ґрунт на насіння вирівнюючи його по глибині загортання і м'яко ущільнюючи над ним. В той же час бічні конічні частини поверхні шини здійснюють боковий тиск в бік від борозни ущільнюючи стінки борозни формуючи її кутовий профіль, під дією бічних поверхонь котка відбувається правильна послідовність зрушення шарів ґрунту в борозну, спочатку насіння накривається вологими шарами потім після проходження котка менш вологими. Після проходження котка борозна закривається пухким шаром ґрунту від дії заднього прикочуючого котка секції робочих органів.

Ефективність роботи борозного котка полягає в тому, що:

1. За рахунок конструкції шини атмосферного тиску насіння не тільки розміщується рівномірно як по довжині так і по глибині рядка, а і укривається нижніми вологими шарами ґрунту.

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

2. За рахунок комбінованої конструкції шини котка відбувається пошарове загортання насіння і утворення сприятливих умов для його росту та виконується її самоочищення.

3.1 Обґрунтування параметрів борозного котка овочевої сівалки

Шина борозного котка (рис. 3.2) має наступну конструкцію: центральна циліндрична частина яка призначена для вирівнювання насіння в борозні з обох боків має конічні поверхні які призначені для контролю рівня глибини загортання і мають висоту яка відповідає максимальній глибині посіву насіння овочевих культур. Ширина центральної частини котка повинна мати величину яка буде достатня для ущільнення ґрунту над насінням яке потрапить в борозну від його дії.

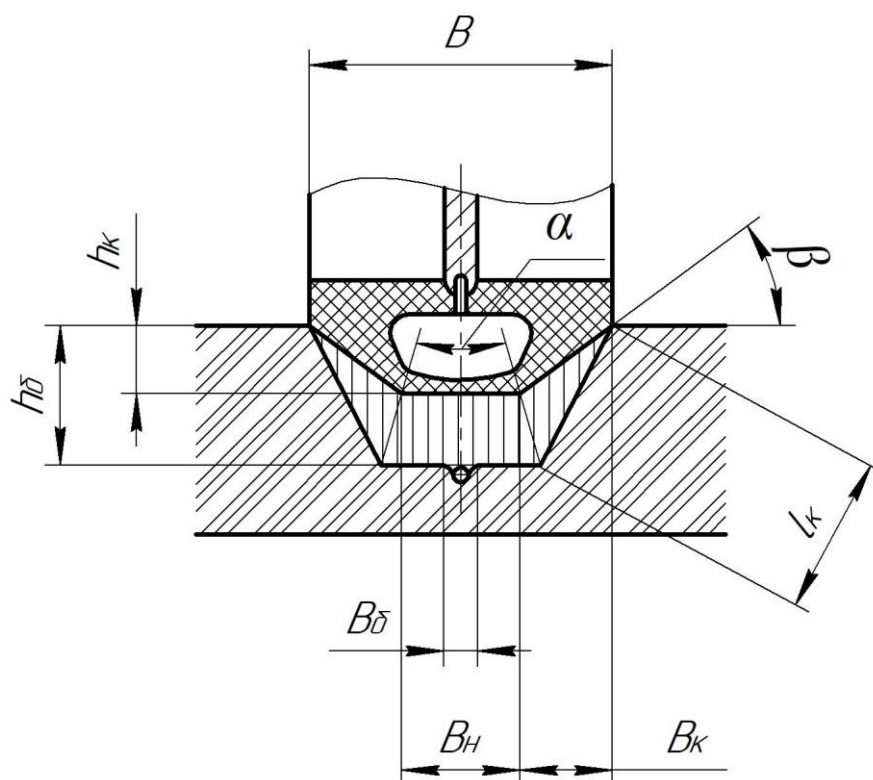


Рис. 3.2 Схема взаємодії борозного котка з ґрунтом

Згідно рис. 3.2 ширину борозного котка можна визначити:

$$B = B_n + 2B_k \quad (3.1)$$

де B_n, B_k - ширина центральної і конічних частин профілю шини

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

борозного котка.

Проведені дослідження [21-26] показали, що розподіл зони деформацій тиску від дії деформатора можна обмежити площинами які дають можливість визначити кут границі їх розподілу. Якщо проаналізувати характер розподілу деформацій від котків циліндричних конструкцій то можна визначити, що кут їх розподілу буде складати близько $60...70^\circ$, тоді можна записати рівняння для її визначення:

$$B_n = B_o - 2 \frac{h_o - h_k}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (3.2)$$

Аналіз залежності (3.2) показує, що мінімальна ширина циліндричної частини котка повинна бути рівна розміру насіння яке висівається. В нашому випадку необхідно, щоб центральна частина була придатна для роботи з усією номенклатурою насіння яке висівається сівалкою ЛРН. Оскільки циліндрична частина під час взаємодії з борозною руйнує її стінки то необхідно врахувати коефіцієнт розпушення ґрунту від дії котка.

$$B_n \leq B_o = (a \cdot b)_n \cdot k_p \quad (3.3)$$

Ширина конічної частини шини котка B_k і кут її нахилу в горизонтальній площині повинні забезпечувати ущільнення стінок борозни з метою уникнення їх зрушення на дно борозни, оскільки верхній шар борозни більш сухий, а необхідно щоб насіння було укрите спочатку вологими шарами.

$$B_k = l_k \cdot \cos \beta, \quad (3.4)$$

де l_k - ширина ділянки контакту конічної поверхні із стінкою борозни.

Також, ширина конічної частини котка повинна бути більша за величину грудок підготовленого до посіву ґрунту:

$$B_k = \frac{h_z}{\operatorname{tg} \beta}, \quad (3.5)$$

де h_z - висота нерівностей ґрунтового масиву.

Радіус шини борозного котка повинен забезпечувати перекочування

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

$$R_2 \cos^2 \frac{\gamma}{2} = R_k \sin^2 \frac{\gamma}{2}. \quad (3.8)$$

Враховавши граничний випадок коли $\gamma \leq \varphi_1 + \varphi_2$ і вирішуючи рівняння відносно R_2 , отримуємо максимальний радіус грудки який не буде перешкоджати нормальній роботі котка:

$$R_{2\max} = R_k \operatorname{tg}^2 \frac{\gamma}{2}. \quad (3.9)$$

Вирішуючи рівняння відносно R_k через R_2 , отримуємо мінімальний радіус шини борозного прикочуючого котка овочевої сівалки:

$$R_{k\min} = R_2 \operatorname{ctg}^2 \frac{\gamma}{2}. \quad (3.10)$$

Вираз (3.10) дозволяє визначити параметри шини котка овочевої сівалки з врахуванням розмірів ґрунтових агрегатів під час сівби.

3.2 Визначення місця розміщення борозного котка овочевої сівалки

Під час висіву насіння, що потрапляє у створену борозну, його розміщення не завжди відбувається безпосередньо на її дні - частина насіння може зміщуватись у різні зони борозни, що призводить до явища, яке називають розсіюванням насіння [16,17,27-30]. Для зменшення цього небажаного ефекту застосовують кілька технологічних прийомів. Серед них: зменшення кута нахилу бокових стінок борозни [29,30], притискання насіння котком, який проходить за сошником по дну борозни [17,29], або створення на її дні шару мульчі для пом'якшення удару зерна [28].

Варто враховувати певні характерні риси самого процесу розсіювання. По-перше, при падінні з висівного апарату, насіння має певну зону розкиду, тобто розсіюється в межах радіуса. По-друге, профіль борозни характеризується наявністю похилих площин, що формують її стінки та дно. Така конструктивна особливість впливає на те, як саме насіння взаємодіє з

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

поверхнею, оскільки при контакті з похилими частинами борозни воно змінює напрямок і розподіляється нерівномірно.

Згідно з даними досліджень [27,29], найменшого розкиду насіння досягають у тому випадку, коли швидкість його викиду відповідає швидкості переміщення сівалки, але має протилежний вектор. Така умова дозволяє мінімізувати не лише розсіювання, а й енергетичні витрати, адже при цьому енергія падіння насіння досягає мінімального значення.

Основними початковими параметрами, які визначають характер падіння насіння в борозну, є положення точки викиду щодо меж сошника, величина та орієнтація вектору швидкості, а також форма насінини. Чим більшою є висота падіння, тим більший запас потенційної енергії має насінина. При зіткненні з ґрунтом ця енергія перетворюється на кінетичну, що сприяє його розсіюванню. Отже, чим нижчою є початкова швидкість, тим менш виражене розсіювання.

Форма насіння також істотно впливає на поведінку при падінні. Зокрема, для аналізу доцільно розглядати насінину у формі еліпсоїда, оскільки саме таку форму мають більшість насіння овочевих культур [27]. При падінні такого насіння, його швидкість позначається як V_n , а кут, під яким воно вдаряється об ґрунт, як α . Місце контакту визначається точкою М (рис. 3.4). Кут відскоку β , що утворюється після удару, визначає новий напрямок руху насінини, який, що цікаво, не залежить від початкової траєкторії її падіння.

Визначаємо абсолютне значення швидкості відскоку:

$$V_0 = k \sqrt{V_{nn}^2 + V_{n\tau}^2 \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \beta}}. \quad (3.11)$$

Припустімо, що насіння падає з однаковою швидкістю за абсолютним значенням під кутом α , і торкається площини у точці М. У такому разі кут відбивання залишатиметься незмінним як за величиною, так і за напрямком. Проте при фактичному падінні насінини зі складною геометрією зіткнення із поверхнею ґрунту відбувається у різних частинах її оболонки. Це зумовлює

варіативність кута відскоку β , який змінюється як за величиною, так і за орієнтацією, що значно підвищує ймовірність розсіювання. Для зменшення цього негативного ефекту доцільно використовувати технологію дражування, завдяки якій насінню надається округла форма. Така обробка не лише має самостійне агротехнічне значення, але й істотно покращує рівномірність просторового розміщення насіння у борозні.

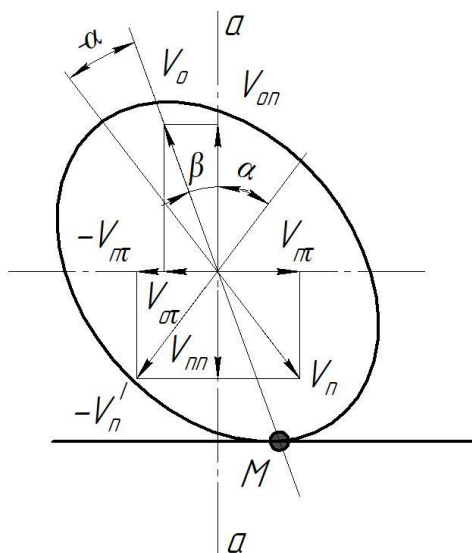


Рис. 3.4 Схема насінини овочевих культур

Відомо [27-30], що насіння при висіві контактує не з гладкою, а з профільованою поверхнею борозни, а її геометрія безпосередньо впливає на розсіювання. Зазвичай форма борозни наближена до трикутної. Щоб зменшити інтенсивність відскакування насіння при його падінні на дно борозни, необхідно, щоб кут між її стінками забезпечував умову заклинювання тобто утримання насіння у точці падіння без подальшого відскоку. Якщо ж ця умова не виконується, зерно після зіткнення зі стінкою борозни змінює напрямок і відскакує. Схематичне зображення процесу падіння насіння на борозну та його подальшого відбивання від похилих площин наведено на рис. 3.5. Згідно з [27], насіння висівається з точки O , формуючи конічний простір розсіювання, вершина якого має кут φ , а основа в горизонтальній проєкції набуває форми круга або еліпса. При цьому напрям великої піввісі еліпса може орієнтуватися як уздовж, так і поперек рядка. Після потрапляння в борозну

насіння здатне здійснювати серію послідовних відскоків, проходячи шлях 1-2, 2-3, 3-4 і далі, як показано на рис. 3.5, до повного поглинання його кінетичної енергії.

Тривалість періоду, необхідного для стабілізації положення насіння в борозні, можна оцінити за певною формулою, що враховує умови падіння.

$$t = t_{1-2} + t_{2-3} + \dots + t_{k-n}, \quad (3.12)$$

Кількість зіткнень насіння зі стінками та дном борозни залежить від ряду чинників, серед яких основними є: жорсткість насіннєвої оболонки, щільність насіння, стан поверхонь борозни, зокрема їх шорсткість і твердість, а також швидкість, з якою насіння вдаряється об ґрунт.

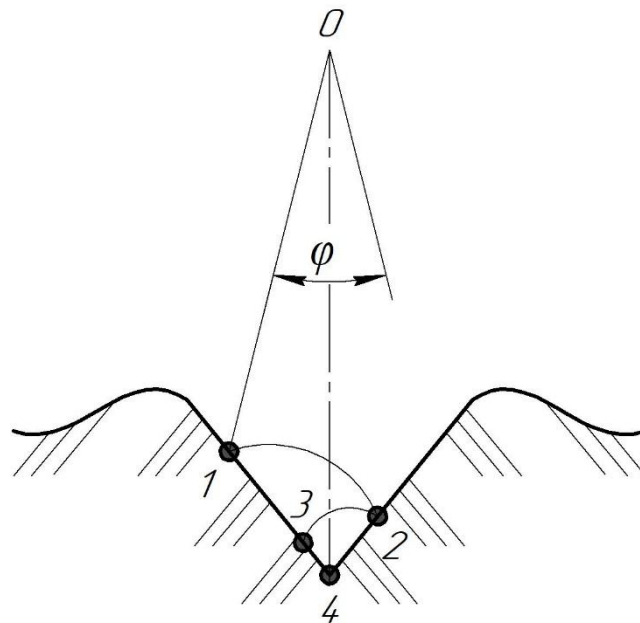


Рис. 3.5 Схема відбивання насіння

Односторонній відскок насіння можливий за умови, що після удару воно зберігає таку кількість енергії, яка дозволяє йому пересунутись не далі відстані між точкою М, де відбувся контакт, і вершиною кута А, як показано на рис. 3.6. Інакше кажучи, насіння здатне переміститися не далі за величину , що відповідає цій відстані b .

Запишемо цю умову наступним чином:

$$mV_{0n}^2 \geq mg \cdot \sin \gamma b. \quad (3.13)$$

В цьому випадку енергія відбитого насіння повинна дорівнювати роботі сили $mg \cdot \sin \gamma$ на шляху b [27].

Перетворивши отримаємо:

$$V_{0n}^2 \geq bg \cdot \sin \gamma,$$

звідки

$$\gamma \leq \arcsin \frac{V_{0n}^2}{2gb}. \quad (3.14)$$

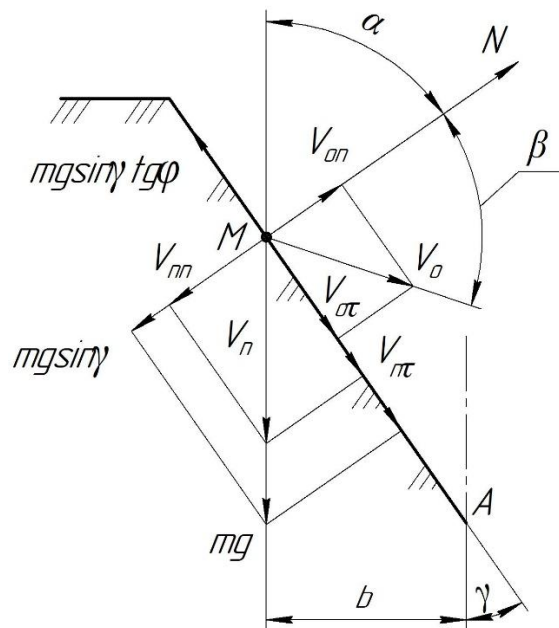


Рис. 3.6 Схема гасіння розсіювання насіння об стінку борозни

Для того щоб повністю усунути ефект відскакування насіння після його контакту з поверхнею борозни, необхідно дотриматися умови, за якої відновлювальна сила удару не перевищує проєкцію сили тяжіння насіння на нормаль до похилої площини стінки борозни тобто компоненту ваги на нормаль N . Інакше кажучи, нормальне прискорення повинно бути не більше, ніж прискорення, зумовлене цією складовою сили тяжіння:

$$a_n \leq g \cdot \sin \gamma.$$

У такому разі насіння не відскакуватиме, а почне плавно ковзати вниз по похилій поверхні стінки борозни, під дією сили $mg \cdot \cos \gamma$, яка прикладена вздовж площини, з певною початковою швидкістю:

$$V_{n\tau} = V_{II} \cdot \sin \alpha . \quad (3.15)$$

Виходячи з заданих початкових параметрів, з'являється можливість описати рух насіння у вигляді кінематичних характеристик. У системі координат $\tau - N$, рух насіння можна описати диференціальними рівняннями, що визначають зміну положення тіла у просторі з урахуванням сил, які діють на нього, згідно з [27]:

$$m \frac{d^2 \tau}{dt^2} = mg \cos \gamma - mg \cdot \sin \gamma \cdot tg \varphi , \quad (3.16)$$

або

$$dV_x = \cos \gamma (1 - tg \gamma \cdot tg \varphi) g dt ,$$

звідки

$$V_\tau = gt \cdot \cos \gamma \cdot (1 - tg \gamma \cdot tg \varphi) + C . \quad (3.17)$$

Із початкових умов (при $t = 0$) знайдемо:

$$C = V_{n\tau} = V_{II} \cdot \sin \alpha ,$$

тоді

$$V_\tau = gt \cdot \cos \gamma \cdot (1 - tg \gamma \cdot tg \varphi) + V_{II} \cdot \sin \alpha . \quad (3.18)$$

Монтаж загортаючих робочих органів на секції сівалки, які працюють безпосередньо по дну борозни, суттєво впливає на однорідність розташування насіння як по довжині рядка, так і по глибині його загортання. Якщо ці робочі елементи взаємодіють із ґрунтом уже після того, як насіння остаточно стабілізувалося в борозні, їх вплив на рівномірність загортання є мінімальним. Проте на практиці загортачі та котки монтують на різній відстані від сошника, що створює певні технологічні відмінності.

Як показано раніше, в процесі падіння насіння відбувається його відбивання від стінок борозни, і саме під час удару об дно борозни рівномірність його розподілу досягає найнижчих показників. Тому, якщо в цей момент насіння вже загортається ґрунтом, якість загортання значно погіршується. Щоб уникнути цього і забезпечити правильне фіксування

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

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (3.20)$$

$$t_1 = \frac{x_1}{V_c}, \quad (3.21)$$

$$t_2 = \frac{b}{2V_c}. \quad (3.22)$$

Підставимо отримані значення у вираз $t = t_1 + t_2$ і отримаємо:

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{x_1}{V_c} + \frac{b}{2V_c}. \quad (3.23)$$

Перетворивши знайдемо:

$$x_1 = V_c \sqrt{\frac{2H}{g}} - \frac{b}{2}. \quad (3.24)$$

Визначимо установочний розмір, виходячи із рис. 3.7:

$$\begin{aligned} L = x_1 + \frac{b}{2} - S_3 &= V_c \sqrt{\frac{2H}{g}} - \frac{b}{2} + \\ + \frac{b}{2} - V_e \sqrt{\frac{2H}{g}} &= \sqrt{\frac{2H}{g}} (V_c - V_e) + \frac{b}{2}. \end{aligned} \quad (3.25)$$

При роботі борозного котка його вісь за час падіння насіння із точки A в точку A_1 повинна пройти шлях $L + S_3$, тобто

$$\begin{aligned} L + S_3 &= V_c \sqrt{\frac{2H}{g}}, \\ L &= \sqrt{\frac{2H}{g}} (V_c - V_e). \end{aligned} \quad (3.26)$$

Отже, для розміщення борозного котка таким чином, щоб він фіксував насіння саме в момент його потрапляння в борозну, повинно враховуватись кілька ключових параметрів: швидкість руху сівалки, горизонтальна складова швидкості вильоту насіння, а також висота, з якої воно падає. Тому

конструкція кріплення борозного котка на сівалці має передбачати можливість плавного регулювання його положення, що дозволить адаптувати сівалку до різних режимів роботи та забезпечити якісний посів незалежно від швидкості руху агрегату.

4. Охорона праці

Вимоги з охорони праці при посіві овочевими сівалками

Загальні вимоги безпеки [31-38]:

до роботи із сівалкою допускаються лише працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, спеціальне навчання та мають відповідне посвідчення;

перед початком роботи оператор зобов'язаний перевірити справність сівалки, наявність огорожень на обертових та рухомих частинах;

забороняється експлуатація несправних машин або сівалок з пошкодженими елементами;

робоче місце має бути вільне від сторонніх предметів, які можуть завадити безпечній роботі.

Підготовка до посіву [31-38]:

перед агрегуванням сівалки з трактором необхідно вимкнути двигун та запобігти самовільному руху техніки;

перевірити надійність кріплення сівалки до трактора, правильність приєднання гідравлічних і електричних систем;

налаштування та обслуговування сівалки проводити лише при вимкненому двигуні;

при підйомі сівалки за допомогою домкратів або інших пристроїв необхідно використовувати тільки справний інвентар, розрахований на відповідну вагу.

Вимоги під час роботи [31-38]:

забороняється перебувати у зоні дії сівалки та біля рухомих частин під час роботи;

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

при заповненні бункера насінням чи добривами слід використовувати засоби індивідуального захисту: рукавички, маски або респіратори, захисний одяг;

під час руху на полі заборонено виконувати будь-які регулювання, очищення чи ремонт сівалки;

при виявленні сторонніх предметів у робочих органах потрібно зупинити трактор, вимкнути двигун та безпечно усунути перешкоду.

Перерви та пересування [31-38]:

під час транспортування сівалки польовими дорогами або дорогами загального користування слід підняти робочі органи у транспортне положення;

швидкість руху техніки має відповідати дорожнім умовам і нормам безпеки;

під час зупинки необхідно встановити трактор і сівалку на рівній поверхні, увімкнути гальма стоянки.

Вимоги після закінчення роботи [31-38]:

після завершення посіву необхідно очистити сівалку від залишків насіння, ґрунту та добрив, обов'язково з вимкненим двигуном;

виконати технічний огляд сівалки, зафіксувати виявлені несправності у спеціальному журналі та повідомити відповідальну особу;

промити руки, обличчя, інші відкриті частини тіла, при необхідності прийняти душ.

Вимоги до засобів індивідуального захисту [31-38]:

працівники повинні бути забезпечені спецодягом (комбінезони або халати), захисним взуттям, рукавицями та головними уборами;

при роботі з протруєним насінням обов'язкове використання респіраторів і захисних окулярів;

у разі роботи в умовах високої запиленості чи застосування хімічних речовин обов'язкове застосування додаткових засобів індивідуального захисту.

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Надзвичайні ситуації [31-38]:

у разі виникнення аварійної ситуації потрібно негайно зупинити роботу, вимкнути двигун, повідомити керівника і діяти відповідно до плану ліквідації аварій;

при отриманні травми необхідно надати першу допомогу потерпілому та викликати медичних працівників.

5. Економічна частина

Отримання можливого економічного ефекту від впровадження у виробництво борозного котка овочевої сівалки

Економічний ефект від зростання врожайності за рахунок покращення якості посіву. Використання вдосконаленого борозного котка дозволяє: формувати рівномірну та оптимальну за формою борозну; забезпечувати стабільну глибину укладання насіння; зменшувати пересихання та ущільнення ґрунту в зоні висіву.

Рівномірне розміщення насіння сприяє дружнім сходам, що забезпечує: збільшення врожайності овочевих культур на 5–10% у порівнянні зі звичайними технологіями посіву; зменшення втрат насіння.

Економічний ефект для споживача [38]:

більший урожай з однієї площі забезпечує додатковий прибуток без необхідності збільшення площ під посів; зниження витрат на догляд за посівами; рівномірні сходи дозволяють зменшити витрати на проріджування, ручні роботи та хімічну обробку; підвищити ефективність механізованого догляду за рослинами.

Економічний ефект для господарства:

зменшення витрат на післяпосівні роботи скорочує загальні витрати на виробництво овочів на 3–5%; зменшення витрат на насінневий матеріал завдяки більш ефективному використанню насіння; знижується норма висіву за рахунок зменшення втрати насіння через неправильне розташування в

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

ґрунті; зменшення витрат на закупівлю насінневого матеріалу, особливо при використанні дорогих гібридних сортів.

Підвищення надійності техніки та зменшення витрат на ремонт: конструкція модернізованого борозного котка має підвищену зносостійкість, менше піддається деформаціям і поломкам під час експлуатації; зменшення витрат на технічне обслуговування і ремонт, підвищення міжремонтного періоду.

Вигода для виробника овочевої сівалки:

впровадження борозного котка як частини нового або модернізованого виробу підвищує конкурентоспроможність продукції на ринку; дозволяє розширити асортимент моделей для різних умов посіву; збільшує попит на техніку серед господарств, орієнтованих на інтенсивне овочівництво.

Економічний ефект для виробника:

зростання обсягів реалізації, можливість підвищення вартості комплектацій за рахунок вдосконалених елементів; позитивний вплив на довгострокову стратегію розвитку.

Підвищення урожайності, зменшення витрат на посів і догляд, зниження витрат на ремонт сприяють: підвищенню рентабельності овочевої продукції; скороченню терміну окупності витрат на сівалку; збільшенню фінансової стійкості сільськогосподарських підприємств.

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

Висновки

1. У ході виконання роботи було проведено аналіз існуючих конструкцій робочих органів овочевих сівалок, визначено їх основні недоліки, а також обґрунтовано напрями вдосконалення для підвищення ефективності посівного процесу.

2. За результатами проведених досліджень була розроблена нова конструкція борозного котка комбінованої форми, який забезпечує: формування стабільної та рівномірної борозни; підвищення якості укладання насіння на задану глибину; зменшення розсіювання насіння після його потрапляння в борозну; покращення контакту насіння з ґрунтом, що сприяє дружним сходом та підвищенню врожайності овочевих культур.

3. Розроблений комбінований борозний коток інтегровано в конструкцію секції робочих органів овочевої сівалки ЈРН, що дозволило удосконалити її технологічні характеристики без значного ускладнення конструкції або збільшення ваги агрегату.

4. В процесі модернізації обґрунтовані раціональні параметри борозного котка, які забезпечують оптимальні умови для посіву насіння різних овочевих культур за різних типів ґрунтів та агротехнічних вимог.

5. Впровадження модернізованого борозного котка в конструкцію овочевої сівалки дозволяє досягти економічного ефекту за рахунок: підвищення врожайності овочевих культур; зменшення витрат на насіння та післяпосівний догляд; підвищення надійності та довговічності сівалки.

Отримані результати свідчать про доцільність та перспективність застосування модернізованих борозних котків у сучасному овочівництві для забезпечення стабільного та високоякісного посіву.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Terradonis ICS. Керівництво з експлуатації сівалки JPH. URL: <https://www.terradonis.com/ouverturepdf.php?file=usermanual-jph-c%D0%B5%D1%8F%D0%BB%D0%BA%D0%B0-%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%89%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80-ru-1490168979.pdf>
2. Барабаш О.Ю. Овочівництво. - К.: Вища школа, 1994, 374 с.
3. Барабаш О.Ю., Тараненко Л.К., Сич З.Д. Біологічні основи овочівництва: навчальний посібник. Київ: Арістей. 2005. 348 с.
4. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт. Навчальний посібник. - Вінниця: Нова Книга, 2008 - 312 с.
5. Сучасні технології вирощування овочевих культур: навч. Посібник для студентів напряму «Агрономія» агробіологічних спеціальностей вищих навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації./ В.Б. Кутовенко, І.Г. Міхаліна, В.Т. Гонтар. – Київ, 2013. – 300 с.
6. Довідковий матеріал з овочівництва /З.Д. Сич, О.Я. Жук, І.М. Бобось та ін. - К.: 2012. – 204 с
7. Сільськогосподарські машини в овочівництві. /За ред.. канд. с.-г. н. А.І. Ящука. – Харків, ІОБ УААН, 2006. – 138с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
9. Сівалка для овочевих культур JPH 4. <https://www.terradonis.com/jph-semoir-maraicher-petites-graines.html>
10. Сівалка точного висіву для овочевих культур ORIETTA – GASPARDO. URL: <https://www.maschiogaspardo.com/uk/web/ukraine/orietta>
11. Овочева пневматична сівалка Miniair Nova. Kverneland Group Deutschland GmbH, 2017. 28р. <https://www.kverneland.de>

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

12. MONOSEM. The precision Planter specialist. Monosem MS. Ribouleau MONOSEM – FRANCE, 2020. 24p.

<https://www.monosem.com/Range/Planter-range>

13. Овочева сівалка Agricola PKN.

<https://uvc.com.ua/vyrobnyk/agricola-italiana/>

14. Пневматична сівалка точного висіву Calibra Evo.

<https://sfoggia.com/en/semina-di-precisione-3/calibra-evo/>

15. 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/>

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

17. 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.

18. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т. Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.

19. Деталі машин: підручник / [А.В. Міняйло, Л.М. Тіщенко, Д.І. Мазоренко та ін.] – К.: Агроосвіта, 2013. – 448с.

20. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2 вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

21. 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.uran.ua/sciencerrise/article/view/80814>

22. Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А. Обґрунтування робочої поверхні конусного прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal

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

<http://journals.uran.ua/sciencerrise/article/view/101960>

23. Кушнарѡв А.С. Механіко – технологічні основи обробітку ґрунту / А.С. Кушнарѡв, В.І. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.

24. Артеменко Д.Ю., Магопець 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.

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

26. 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.

27. Бузенков Г.М. Машини для посіву сільськогосподарських культур / Г.М. Бузенков, С.А. Ма. М.: Машинобудування, 1976. – 364с.

28. Brunotte, J. Architektur moderne Pflanzen / J. Brunotte, K. Sommer, B. Gattermann // AMAZONEN-WERKE H. Dreyer GmbH & Co. KG. Hasbergen, 2005 – 92 s.

29. Артеменко Д.Ю. Дослідження і розробка удосконаленої конструкції сошника просапної сівалки / Д.Ю. Артеменко, О.С. Магопець, П.М. Соломашенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2010. - Вип. 40, ч.1. - С. 136-142.

<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1795/1/26.pdf>

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

30. Дмитро Артеменко. Дослідження конструкційних параметрів елементів сошника для посіву просапних культур. Науково-технічні дослідження у галузі механічної інженерії та транспорту: колективна монографія / заг. ред. А.А. Кашканова. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. – 2023. – С. 72-110.
https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech_transport.pdf

31. 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.

32. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту.
http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf

33. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.
https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf

34. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин.
https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87

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

36. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції.
http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM

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

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

					МОС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Додатки