

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування гороху з обґрунтуванням конструкції і
параметрів загортальної системи сівалки прямого посіву»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23МЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Варакута Андрій

Володимирович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Дмитро АРТЕМЕНКО

« _____ » 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Володимир ДУДІН

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Перв. примен.		Формат	Зача	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A4					Документація загальна		
						Заново розроблена		
Подп. и дата	A1				МВГ 00.000 ТЧ	Пояснювальна записка		
						Документація по технологічній частині		
						Заново розроблена		
Взам. инв. №	A1				МВГ 00.000 СБ	Сівалка прямого посіву СТС 2	1	
Подп. и дата	A2				МВГ 00.110 СБ	Коток	1	
Подп. и дата	A3				МВГ 00.120 СБ	Коток	1	
Подп. и дата	A3				МВГ 00.120.01	Диск	1	
Инв. № подл.	Инв. № подл.							
					МВГ 00.000 ВП			
					Відомість проекту			
					Лист 1			
					Лист 1			
					Листов 1			
					ЦНТУ			
					гр. АІ-23М3			
					Формат А4			

Копировал

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	24
4. Охорона праці	44
5. Економічна частина.....	47
Висновки.....	49
Список використаної літератури.....	50
Додатки	

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

1. Вступ

Україна є лідером у виробництві аграрної продукції, а вирощування гороху останнім часом, на фоні зростаючих цін на нього, є одним із актуальних напрямків сільськогосподарської діяльності.

Горох відіграє важливу роль у харчовому виробництві країни. Його вирощування в сівозмінах сприяє поліпшенню структури ґрунту та поповненню його поживних речовин. Горох, завдяки своїй високій врожайності та великому попиту, є економічно привабливою культурою, особливо з урахуванням різноманітних сортів, які можуть успішно вирощуватись в різних ґрунтово кліматичних умовах України.

Забезпечення максимальних врожаїв є одним з головних завдань, і це можливо лише при дотриманні правильних технологічних процесів вирощування культури. Посів насіння є ключовим етапом, і правильне його загортання визначає рівномірність та швидкість проростання рослин. Оскільки на сучасних сівалках прямого посіву цю операцію здійснюють батареї прикочуючих котків, які по суті є загортальною системою, то її конструкційне удосконалення може покращити ефективність даного процесу.

Тому, проблема вдосконалення технології загортання насіння гороху та розробка нових конструкцій загортальних систем сівалок прямого посіву стає актуальною для забезпечення оптимальних умов для швидкого проростання насіння.

В даній роботі проводиться аналіз існуючих конструкцій загортальних систем сівалок прямого посіву для формування необхідних ґрунтових умов для вирощування гороху та пропонується удосконалена загортальна система сівалки СТС 2 для виконання якісного загортання насіння.

					МВГ 00.000 ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Варакута			Пояснювальна записка				Літ.		Арк.	Акрушів		
Перевір.		Артеменко									6		50	
Н. Контр.		Мачок			ЦНТУ гр. АІ-23МЗ									
Затверд.		Васильковськи												

2. Технологічна частина

2.1 Технологія вирощування гороху

В Україні горох залишається найпоширенішою та найбільш врожайною зернобобовою культурою, що служить важливим джерелом рослинного білка і є одним із найкращих попередників для озимих та ярих зернових культур. Горох займає найбільші площі серед інших зернобобових на сьогодні посівні площі становлять 250-260 тис. га. Вміст білка в зерні гороху, в залежності від сорту та умов вирощування, варіюється від 20 до 24%, що вдвічі-втричі перевищує вміст білка у зерні хлібних культур. Крім високого вмісту білка, горох багатий на мінерали та містить усі незамінні амінокислоти, необхідні як для людей, так і для тварин. Його зерно має високі смакові якості, що робить горох важливою складовою для виробництва якісних кормів. Солома гороху, яка містить 6-10% білка, за своєю поживністю не поступається луговому сіну. Крім того, горох має ще одну важливу перевагу, він завдяки бульбочковим бактеріям здатен фіксувати атмосферний азот, збагачуючи ним ґрунт [1,2].

Горох висуває високі вимоги до ґрунтово-кліматичних умов і найкраще розвивається на ґрунтах, багатих на гумус, із середнім гранулометричним складом та глибоким орним горизонтом. Ідеальними для вирощування гороху є чорноземи, темно-сірі опідзолені ґрунти та сірі лісові ґрунти з нейтральною реакцією. Придатність ґрунтів із надмірною вологістю, важкими та ущільненими структурами або з неглибоким заляганням ґрунтових вод (0,6-1,0 м) значно нижча.

Горох - культура помірного клімату, яка не є занадто вимогливою до тепла. Процес проростання насіння може початися вже за температури 1-2°C, хоча при таких умовах він триває досить повільно (12-20 днів і більше), що призводить до ослаблених сходів, зниження як вегетативної, так і генеративної продуктивності. Для нормального розвитку сходів необхідна мінімальна температура 4-5°C, а при підвищенні температури до 10-12°C насіння проростає вже через 5-7 днів. Сходи гороху здатні витримати короточасні

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

заморозки до -5°C . Оптимальні температурні умови для росту вегетативних органів становлять $12-16^{\circ}\text{C}$, а для формування генеративних органів – $16-20^{\circ}\text{C}$. Під час наливу зерна та росту бобів ідеальна температура коливається в межах $16-22^{\circ}\text{C}$. Горох потребує вологи, особливо під час проростання. Для набубнявіння та проростання насіння необхідно води в обсязі 110-150% від його маси, що є у два рази більше, ніж для інших зернових культур, таких як пшениця та гречка. Найчутливішим до нестачі вологи є період від початку утворення генеративних органів до кінця цвітіння. Для утворення 1 кг абсолютно сухої речовини гороху потрібно приблизно 400-450 кг води [1-4].

Важливо, щоб насиченість сівозмін горохом не перевищувала 15%. Якщо сівозміна включає люцерну, конюшину або еспарцет, посіви гороху значно зменшують. Повторне вирощування гороху на тому самому полі може призводити до втрат урожаю до 15-20%. Крім того, необхідно дотримуватися просторової ізоляції - вона має становити не менше 1 км від попередніх посівів зернобобових культур та багаторічних трав.

Попередники. Горох добре розвивається та забезпечує високі врожаї після різноманітних культур, оскільки його чутливість до попередників є незначною. Проте найбільш ефективними попередниками для гороху є удобрені просапні культури, такі як буряки, кукурудза, картопля, а також озимі зернові. У сівозміні його слід висівати на тому ж місці не частіше, ніж раз на 4-5 років, щоб зменшити ризик ураження шкідниками, зокрема нематодою, плодожеркою, бульбочковими довгоносиками, а також захворюваннями, такими як кореневі гнилі і фузаріоз. Горох доцільно розміщувати у зайнятих парах перед посівом озимих культур [1,5,6].

Обробіток ґрунту. Способи і набір ґрунтообробних операцій, а також глибина основного обробітку ґрунту під горох більше залежать від попередніх культур, їхніх строків збирання, рівня забур'яненості та кількості післяжнивних і корневих решток, ніж від біологічних особливостей самої культури. Основна мета обробітку поля під горох полягає в зменшенні кількості бур'янів і вирівнюванні поверхні ґрунту. Після збирання таких

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

попередників, як озима пшениця або жито, здійснюється поверхнєве розпушування ґрунту дисковими луцильниками на глибину 6-8 см у два сліди або культиваторами-плоскорізами на глибину 8-10 см, щоб повністю знищити всі пізні бур'яни. Далі виконують зяблеву оранку на глибину 25-27 см. Якщо площі не сильно забур'янені, можна використовувати безполицевий обробіток знаряддями чизельного типу.

Передпосівний обробіток починається з ранньовесняного боронування середніми або важкими боролами в комплексі зі шлейфами для вирівнювання поля. Особливу увагу слід приділяти передпосівній культивації, яку варто виконувати на глибину 6-8 см культиваторами з підрізними робочими органами. В залежності від ступеня ущільнення ґрунту, передпосівну культивацію можна проводити в один або два проходи культиваторами з боролами чи комбінованими агрегатами [1,5,6].

Удобрєння. Для формування 100 кг зерна та соломи горох поглинає 45-60 кг азоту, 3,5-4,0 кг калію, 2,5-3,0 кг кальцію та 1,7-2,0 кг фосфору. У системі живлення цієї культури головну роль відіграють фосфорні та калійні добрива, які найдоцільніше вносити восени під час основного обробітку ґрунту. Дози добрив варіюються залежно від попередніх культур і кількості поживних речовин у ґрунті, становлячи P30-50 K40-60. Хороші результати досягаються при внесенні мінеральних добрив безпосередньо в рядки під час сівби (N10-15 P10-15 K10-15). Також можна використовувати подрібнену солому як добриво для гороху. В цьому випадку восени проводять "балансування" соломи азотом із розрахунку 10 кг азоту на 1 тону соломи. Азотні добрива найкраще вносити навесні перед сівбою, враховуючи рівень біологічної фіксації азоту (50% від загальної кількості азоту, що виноситься урожаєм) і необхідність підживлення на VII-IX етапах органогенезу [6,7].

Процес азотфіксації у гороху починається у фазі 2-3 листків і досягає піку на стадії бутонізації та початку цвітіння. До цього часу рослинам потрібне мінеральне азотне живлення. Якщо в орному шарі ґрунту міститься менше 30 мг/кг нітратного азоту, то потрібно додати 20-30 кг азоту на 1 га. На

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

слабоокультурених ґрунтах із низьким вмістом гумусу (менше 2%) необхідно вносити 40-60 кг/га азотних добрив.

Важливим для підвищення врожайності є вапнування кислих ґрунтів, що активізує діяльність бульбочкових бактерій та покращує доступність кальцію для рослин. На кислих ґрунтах доцільно вносити вапно (в дозі, що дорівнює 0,5 гідролітичної кислотності), а також мікродобрива, такі як молібден, марганець та бор. Для покращення розвитку бульбочкових бактерій на коренях гороху насіння інокують перед сівбою. Гектарну норму ризоторфіну розчиняють у літрі води та обробляють ним насіння безпосередньо в день сівби. Інокулювання насіння можна поєднувати з молібденізацією. Якщо планується протруєння насіння, то його слід виконати заздалегідь, не пізніше ніж за 2-3 тижні до сівби [6,7].

Підготовка насіння до сівби. Добір сортів. Для посіву використовують насіння високих репродукцій, яке добре очищене від домішок, не пошкоджене шкідниками і не уражене хворобами. Якщо ж насіння має низьку схожість, наприклад, є недозрілим, пророслим чи ушкодженим, його піддають повітряно-тепловій обробці при температурі 55-60°C протягом 2-3 годин або ж зберігають у бункерах, підігрітих до 30-35°C на 4-6 діб. Насіння протрують за 1-15 днів до сівби. Рекомендованими препаратами для протруєння є: вітавакс 200ФФ (2,5 л/т) проти фузаріозу та аскохітозу, максим 025 FS (1,0 л/т), фундазол (2 л/т). Якщо використовують бактеріальні препарати, варто обирати фундазол, оскільки він менш токсичний для бульбочкових бактерій.

Правильний вибір сорту гороху дозволяє підвищити врожайність на 3-5 ц/га, згідно з даними досліджень. Найбільш вигідно вирощувати сорти, які відзначаються високими показниками врожайності, якості зерна, стійкістю до посухи, вилягання, хвороб і шкідників. Для Лісостепу рекомендовані такі сорти: Готівський, Глянс, Девіз, Кадді, Камелот, Намисто, Петроніум, Світ, Царевич, Фаргус, а також перспективними вважаються Гарде, Лідо, Лавр і Терно. Вирощування стійких до хвороб сортів є найефективнішим способом

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

підвищення продуктивності, стабільності виробництва зерна і боротьби з бур'янами [5-8].

Строки сівби, норми висіву. Горох належить до культур, які сіють ранньою весною. Щоб максимально використати накопичену вологу в ґрунті та покращити стійкість до шкідників, його висівають одразу після досягнення фізичної стиглості ґрунту. Норма висіву складає 1,3-1,5 млн схожих насінин на гектар, що забезпечує перед збиранням 125-130 рослин на квадратний метр, що є оптимальним для отримання високого врожаю. Глибина загортання насіння визначається трьома біологічними чинниками: перше - при проростанні сім'ядолі не піднімаються на поверхню ґрунту; друге - насіння гороху містить значні запаси поживних речовин, що дозволяє йому проростати з більшої глибини; і третє - для набубнявіння і проростання йому потрібно більше води, ніж, скажімо, зерновим колосовим (150% від маси насінини). Висівають горох на таку глибину, де протягом 5-8 днів після сівби зберігається достатня вологість для проростання. У ранньовесняний період це зазвичай 6-8 см. На важких ґрунтах насіння загортають на 4-5 см, на середніх і легких — на 6-8 см. Якщо верхній шар ґрунту під час сівби сухий, глибину загортання збільшують до 8-10 см [5-9].

Способи сівби. У технології вирощування гороху важливим аспектом є правильний вибір способу сівби. Найбільш поширеними є звичайний рядковий і вузькорядний методи. Оскільки догляд за посівами гороху включає виконання низки операцій, сівбу проводять з урахуванням технологічної колії. Глибина загортання насіння залежить від трьох основних біологічних факторів. По-перше, під час проростання гороху сім'ядолі не виходять на поверхню ґрунту. По-друге, у насінні є достатній запас поживних речовин, що дозволяє йому проростати з більшої глибини. По-третє, для набубнявіння і проростання насіння гороху потребує значно більше вологи - приблизно 150% від маси насінини, що значно більше, ніж для зернових колосових культур (яким потрібно лише 50%). Таким чином, горох слід висівати на таку глибину, де в перші 5-8 днів після сівби буде забезпечено достатній рівень вологості для

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

проростання. У ранньовесняний період глибина загортання насіння повинна становити 6-8 см. На важких, залипаючих ґрунтах глибина загортання зменшується до 4-5 см, а на середніх та легких ґрунтах - до 6-8 см. Якщо верхній шар ґрунту під час сівби сухий, глибину загортання збільшують до 8-10 см [5-9].

Догляд за посівами. Після сівби гороху необхідно провести коткування поля кільчасто-шпоровими котками. Це сприяє зменшенню втрат вологи з поверхні ґрунту і забезпечує кращі умови для якісного скошування культури у валки. Надалі основний акцент у догляді за посівами роблять на боротьбі з проростками бур'янів та кіркою. Для цього через 5-6 днів після сівби проводять досходове боронування із застосуванням середніх зубових борін, при цьому робоча швидкість агрегатів не повинна перевищувати 9 км/год.

Післясходове боронування проводять у фазі 3-5 листочків перпендикулярно до напрямку сівби, використовуючи середні або сітчасті борони. Однак найефективнішим методом боротьби з бур'янами є застосування гербіцидів. На сильно забур'яненних ділянках гербіциди вносять перед сівбою або після появи сходів, залежно від типу бур'янів. Наприклад, афитокс застосовують у фазі 3-5 листків гороху в нормі 0,5 л/га для боротьби з однорічними дводольними бур'янами. Дікопур М80 використовують у тій же фазі для однорічних і багаторічних дводольних бур'янів у дозі 0,4 л/га. Для знищення однорічних дводольних рослин у фазі 5-6 листків гороху рекомендують базагран в нормі 2,0 л/га, а для контролю злакових та однорічних дводольних - півот (0,6 л/га) або гезагард (4,0 л/га) до сходів. Суміш гербіцидів фюзілад супер і базагран у дозах 1,5 + 2,0 л/га ефективна проти однорічних злакових та дводольних бур'янів у фазі 5-6 листків. Вибір методів захисту залежить від погодних умов, а також від поширеності шкідників і хвороб [5-9].

Посіви гороху можуть сильно постраждати від шкідників, таких як бульбочкові довгоносики, гороховий зерноїд, попелиця, комарик і плодоярка. Серед хвороб найчастіше зустрічаються аскохітоз, коренева

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

гниль, пероноспороз, борошниста роса та іржа. Для боротьби зі шкідниками крайові смуги посівів обробляють проти бульбичкових довгоносиків у фазі сходів. Проти попелиці обробку проводять у фазі масової бутонізації, проти зерноїда - на початку цвітіння, коли на полі з'являються перші поодинокі квітки. Для захисту від шкідників застосовують інсектициди, такі як Бі-58 новий, карате, децис профі, золон і фастак. Карате має найбільш широкий спектр дії серед них. Обробку інсектицидами зазвичай проводять під час бутонізації або на етапі цвітіння. Щодо боротьби з хворобами гороху, рекомендують використання сучасних фунгіцидів, зокрема препарату рекс Т, який застосовують для обприскування вегетуючих посівів [5-9].

Збирання врожаю. Основним методом збирання гороху є роздільний. Косіння починають тоді, коли 60-75% бобів набувають бурого забарвлення. Обмолот проводять, коли вологість зерна становить 16-19%. Для косіння використовують жатки, а щоб уникнути пошкодження насіння під час обмолоту дуже сухої маси, частоту обертання барабана комбайна налаштовують на 500-600 обертів за хвилину. На полях, чистих від бур'янів, і при вирощуванні сортів, стійких до осипання, застосовують однофазний спосіб збирання за повної стиглості бобів і зниження вологості зерна до 15-17%, використовуючи комбайни. Після збору та очищення насіння обов'язково перевіряють на наявність брухусу. Якщо кількість шкідників перевищує 10 екземплярів на кілограм, необхідно провести газацию насіннєвого матеріалу. Зберігають зерно при вологості не більше 14-15% [5].

2.2 Технологічна карта вирощування гороху

Технологічна карта вирощування гороху розроблялась згідно рекомендацій [5,6,9-13]:

Основний обробіток ґрунту під горох

1. Луцення стерні, відразу після збирання попередника, агрегат у складі Case IH Puma 155+ БДТ-7.

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

2. Навантаження міндобрих із розрахунку N30P30K30 Case IH Puma 125 + ПФ-0,5.

3. Транспортування і внесення добрив, норма N30P30K30 агрегатом у складі Case IH Puma 125 + ССТ-10.

4. Оранка, глибина 22-25 см, агрегатом у складі Case IH Puma 155 + ПЛН 5-35.

Передпосівний обробіток ґрунту та сівба

5. Протруювання насіння за 1-2 тижні до посіву, Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/га, ПС-10.

6. Ранньовесняне боронування агрегатом у складі Case IH Puma 155 + СГ-21+21хБЗСС-1,0.

7. Передпосівна культивация, глибина 6-8 см, агрегат у складі Case IH Puma 155 + СП-11+3хКПС-4+12хБЗСС-1,0.

8. Обробіток насіння безпосередньо перед посівом ризоторфіном, ПС – 10.

9. Навантаження насіння, транспортування і заправка сівалок, вантажний автомобіль JAC N200.

10. Сівба, норма 1,2 млн. шт./га, глибина 6-8 см, агрегат у складі Case IH Puma 125 + СТС 2.

11. Коткування посіву, вслід за посівом, агрегат у складі Case IH Puma 125 + СП-11+3хЗККШ-6А.

Догляд за посівами

12. Транспортування води і гербіцидів Case IH Puma 125 + МПР -3200.

13. Обприскування у фазі 3-5 листків гороху проти бур'янів, гербіциди Фюзілад, 1,0 л/га + Набоб, 2 л/г, агрегат у складі Case IH Puma 125 + ОП -2000.

14. Транспортування води і інсектицидів, агрегат у складі Case IH Puma 125 + МПР – 3200.

15. Обприскування у фазі бутонізації проти шкідників, інсектецид Бі -58 новий, 1,0 л/га, агрегат у складі Case IH Puma 125 + ОП – 2000.

Збирання урожаю

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

16. Пряме комбайнування, при вологості зерна не вище 17 %, комбайном Case IH Axial-Flow 7240.

17. Транспортування зерна JAC N200.

Основною перевагою такої технологічної карти є використання на операції посіву сівалки прямого посіву СТС 2, що дає можливість отримати наступні переваги:

забезпечує мінімальне розкриття ґрунту, що дозволяє зберегти вологу в верхніх шарах, особливо важливо в посушливих умовах;

зменшує ризик ерозії ґрунту, оскільки не відбувається його перемішування;

вимагає менших витрат палива порівняно з традиційними методами обробітку;

сприяє накопиченню органічної речовини в ґрунті.

2.3 Операційна технологія посіву гороху

Умови роботи

Характеристика умов роботи агрегату в складі трактора Case IH Puma 125 та зернової сівалки СТС 2 наведена в таб. 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік умов роботи

Показник	Значення показника
Операція	Посів гороху
Площа, га	100
Марка трактора	Case IH Puma 125
Зернова сівалка прямого посіву	СТС 2
Довжина гонів, L м	900
Поле	Під посів
Кут підйому, %	2

2.3.1 Агровимоги до посіву гороху [1,2,5,6]:

Агровимоги для посіву гороху включають вибір відповідного способу сівби, контроль глибини загортання насіння та дотримання оптимальних строків. Висівають горох переважно звичайним рядковим або вузькорядним способом із застосуванням технологічної колії, щоб полегшити подальший догляд за посівами. Глибина загортання залежить від низки біологічних особливостей рослини: насіння гороху має високий вміст поживних речовин, що дозволяє йому проростати з глибших шарів, але для цього потрібно більше вологи. У перші весняні дні загортають насіння на 6-8 см, а на важких ґрунтах – на 4-5 см. Якщо ж верхній шар ґрунту під час посіву сухий, глибину збільшують до 8-10 см. Важливо також підтримувати оптимальну густоту посівів, яка забезпечує 125-130 рослин на 1 м² до збирання, що сприяє отриманню високого врожаю.

Важливим аспектом перед початком посіву є контроль вологості ґрунту для запобігання збільшення глибини посіву, зменшення навантаження на сівалку та забезпечення оптимальних умов для проростання, вологість ґрунту повинна бути в межах 18-21%. Після посіву в залежності від стану ґрунту може використовуватися додаткова обробка ґрунту для полегшення проростання насіння, наприклад коткування [9].

2.3.2 Підготовка сівалки прямого посіву і трактора до роботи [14-16]:

Підготовка сівалки для прямого посіву та трактора включає декілька кроків, які забезпечують якісне висівання і правильне функціонування техніки в польових умовах.

Підготовка сівалки для прямого посіву:

перевірити стан сошників, анкерів і дисків, які повинні забезпечувати якісне проникнення в ґрунт. При потребі замінити зношені або пошкоджені деталі;

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

відрегулювати висівні апарати для забезпечення рівномірного розподілу насіння, відповідно до норми висіву культури. Також перевірити калібрування висівних елементів для точності посіву;

відрегулювати глибину, на яку буде загортатися насіння, враховуючи тип ґрунту та агротехнічні вимоги до культури;

перевірка системи внесення добрив і ЗЗР (якщо застосовується): налаштувати дозатори для внесення відповідної норми добрив чи засобів захисту рослин, щоб забезпечити рівномірний розподіл речовин;

налаштувати і перевірити систему моніторингу, якщо вона є, щоб відслідковувати глибину і щільність висіву в реальному часі.

Підготовка трактора:

оглянути стан двигуна, трансмісії, гідравліки, електросистеми та навісного обладнання. Переконатися, що всі вузли працюють надійно;

забезпечити належний тиск і стабільну подачу гідравлічної рідини для підключення сівалки і плавного регулювання висівного апарата;

для запобігання прослизанню на полі збаластувати трактор відповідно до умов ґрунту та вимог сівалки;

калібрування навігаційної системи (якщо використовується): встановити GPS-навігацію для забезпечення точного напрямку руху і запобігання пропускам або перекриттям рядків.

Зазначені заходи забезпечують належну підготовку обладнання для роботи на полі під час посіву озимої пшениці, гарантуючи його ефективність та надійність.

2.3.3 Підготовка поля до роботи для посіву гороху

Перед початком робіт необхідно перевірити ділянку, де будуть проводитись операції, щоб переконатись у відсутності перепон, що можуть заважати пересуванню техніки. Забезпечте, щоб всі предмети, здатні зашкодити переміщенню машини чи обладнання, були видалені. Якщо на полі є нерухомі об'єкти, великі камені чи корчі, варто зробити їх помітними, аби

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

уникнути пошкоджень і забезпечити безпеку. Для руху техніки слід обрати найзручніший маршрут, уникаючи ділянок з нерівностями, вибоїнами та іншими перешкодами, що можуть перешкодити роботі обладнання. Використовуйте маркери чи інші позначки для визначення напрямку або зони виконання завдань. Також необхідно розглянути кілька варіантів маршруту техніки на полі з урахуванням умов та особливостей місцевості, щоб забезпечити оптимальну ефективність роботи [15].

2.3.4 Організація роботи агрегату в загінці [15,16]:

Для операції посіву обираємо спосіб руху "човниковий" та визначаємо напрямок руху агрегату вздовж сторони поля довжиною 900 метрів.

Кінематична довжина агрегату у складі Case IH Puma 125 та сівалки СТС2:

$$L_k = l_m + l_{\text{с}},$$

де $l_m + l_{\text{с}}$ – кінематична довжина трактора Case IH Puma 125 та сівалки СТС 2, м.

$$l_m = 5,2\text{м}, l_{\text{с}} = 3,77\text{м}.$$

$$L_k = 5,2 + 3,77 = 8,97\text{м}.$$

При петльовому способі повороту визначаємо ширину поворотної смуги:

$$E_p = 3R_{\text{мін}} + e,$$

де $R_{\text{мін}}$ – мін. радіус повороту, м.

$$R_{\text{мін}} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 2,1 = 2,52\text{м},$$

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$e = 0,6 \cdot L_k = 0,6 \cdot 8,97 = 5,38\text{м}.$$

Тоді

$$E_p = 3 \cdot 2,52 + 5,38 = 12,94 \text{ м}$$

Через число кратності заокруглюємо:

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{12,94}{2,1} = 6,16 = 6,2$$

$$E_p = K \cdot B_p$$

$$E_p = 6,2 \cdot 2,1 = 13 \text{ м}$$

Ширина загінки:

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

де $W_{зм}$ – продуктивність агрегату на протязі зміни, га/зм;

L – довжина загінки, м.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 8,43}{900} = 281 \text{ м}$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p,$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 7 \cdot 5,74 = 8,43 \text{ га / зм}$$

V_p – робоча швидкість сівалки СТС2, км/год;

T_p – робочий час зміни, год:

$$T_p = T_{зм} \tau$$

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

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

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

Кількість загінок:

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

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

де F – площа посіву, га;

L – довжина загінки, м.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 100}{900 \cdot 281} = 3,95$$

2.3.5 Контроль якості роботи

На основі проведених розрахунків складаємо операційну технологічну карту для посіву гороху і проводимо розрахунки показників організації виконання цих операцій, згідно до [15,16]:

Тривалість циклу, хв.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_{\text{п}},$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 874}{10^2 \cdot 7} + 2 \cdot 1,5 = 17,9 \text{ хв} = 0,29 \text{ год}$$

де L_p – довжина робоча, м;

V_p – швидкість агрегату Case IH Puma 125 та сівалки СТС 2, км/год;

$t_{\text{п}}$ – час повороту, ($t_{\text{п}} = 1,5 \text{ хв.}$)

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

$$L_p = 900 - 2 \cdot 13 = 874 \text{ м}$$

де L – визначена довжина загінки ($L = 900 \text{ м}$);

E_p – розрахункова ширина поворотної смуги ($E_p = 13 \text{ м}$).

Розрахуємо технічну продуктивність за цикл, га/ц:

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

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 7 \cdot 0,29 \cdot 0,82 = 0,91 \text{ га/ц}.$$

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

Кількість циклів за зміну:

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

$$n_{\text{ц}} = \frac{8,43}{0,91} = 9,3 \text{ ц / зм.}$$

Витрати палива за зміну:

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

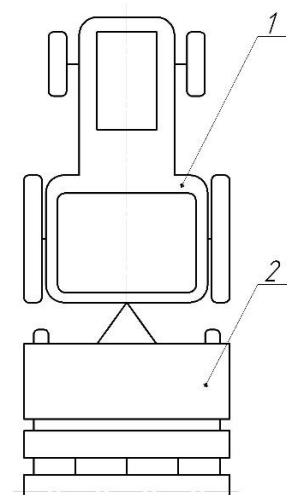
$$Q_{\text{зм}} = 5,8 \cdot 8,43 = 48,9 \text{ кг / зм.}$$

Ґрунтуючись на проведених розрахунках, агротехнічних вимог на посів гороху та умов роботи, складаємо операційно-технологічну карту табл. 2.2.

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

Таблиця 2.2

Операційно - технологічна карта посіву гороху

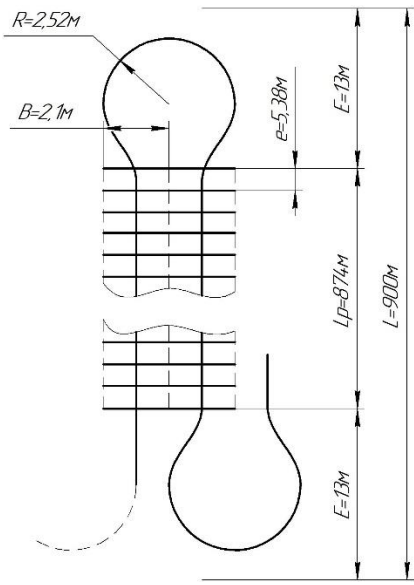
Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 281м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина посіву – 8 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: ± 1 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини посіву $\pm 0,5$ см. Не допускається незагорнуте насіння на поверхні поля.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Case IH Puma 125, зернова сівалка CTC2, робоча ширина захвату – 2,1 м, мінімальний радіус повороту – 2,52 м, кінематична довжина агрегату – 8,97м. Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і сівалки; відрегулювати на задану норму висіву; Відрегулювати на задану глибину посіву.	 1 – трактор Case IH Puma 125; 2 – сівалка CTC2
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 13м.	
Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	
Швидкість руху	Робоча передача – V, враховуючи буксування, робоча швидкість 7 км/год	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВГ 00.000 ПЗ

Арк.

22

Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 17,9хв, технічна продуктивність за цикл – 0,91 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 8,43 га/зм, кількість циклів за зміну 9,3 ц/зм	 L - довжина гонів, L_p - робоча довжина загінки, E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату, B_p - ширина захвату агрегату.
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить 160 кг/га.	При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибина посіву – відкрити насіння і заміряти глибину його розміщення; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відрити 1м рядка і заміряти перевірити рівномірність посіву

3. Наукова частина

Актуальність теми. Горох є однією з провідних бобових культур України, яка відіграє важливу роль у галузі сільського господарства. Актуальність його вирощування обумовлена не лише внутрішньою потребою в продукції бобових, а і високим попитом на експорт до інших країн. Горох є вигідною культурою, що суттєво сприяє економіці України, а його експортний потенціал є значним. Тому для аграріїв одним з пріоритетних завдань є збільшення врожайності гороху. Впровадження ефективніших технологій його вирощування вимагає відповідності робочих органів зернових сіялок агротехнічним вимогам для забезпечення якісного посіву. Для досягнення рівномірного розміщення насіння на потрібній глибині та створення умов для його оптимального росту важливо належним чином організувати технологічний процес посіву, використовуючи відповідні робочі органи сіялки. Тому робота над удосконаленням саме загортаючих робочих органів зернової сіялки є актуальним завданням.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає в покращенні розміщення насіння по дну борозни під час посіву сіялкою прямого посіву шляхом обґрунтування та вдосконалення конструкційних та технологічних параметрів її загортальних систем.

Для досягнення мети поставлено наступні задачі:

аналіз існуючого процесу роботи загортальних систем зернової сіялки прямого посіву для виявлення недоліків та обґрунтування шляхів їх усунення;

теоретично обґрунтувати конструкцію робочої частини загортальної системи та визначити параметри які впливають на якісне загортання насіння;

провести оцінку техніко-економічної ефективності вдосконаленої загортальної системи в контексті її впливу на врожайність гороху.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи загортальної системи зернової сіялки.

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

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри загортальної системи сівалки прямого посіву та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

на основі математичної моделі встановлено закономірності дії робочого елемента загортальної системи на ґрунт та впливу його геометричних параметрів на виконання процесу загортання насіння;

теоретично встановлена залежність величини деформацій ґрунту на глибині посіву в залежності від глибини обробки, стану ґрунтового середовища, та навантаження на робочу поверхню загортальної системи;

виявлено зв'язок між геометричними параметрами робочої поверхні та процесом формування умов на глибині посіву для швидкого проростання насіння.

3.1 Напрямки підвищення швидкості проростання насіння гороху

Швидкість проростання насіння гороху є важливим фактором, який впливає на рівномірність сходів, стійкість рослин до хвороб та, зрештою, на врожайність. Існує кілька напрямків, які дозволяють підвищити швидкість проростання насіння гороху:

вибір насіння – необхідно обирати сорти, які відзначаються високою енергією проростання та швидкістю сходів, насіння має бути чистим, без домішок інших культур, бур'янів або хвороботворних організмів;

передпосівна обробка насіння - обробка насіння фунгіцидами та інсектицидами захищає його від хвороб і шкідників, сприяючи швидкому проростанню, інокуляція насіння стимулює процес азотфіксації та покращує ріст рослин. Замочування насіння у воді з додаванням стимуляторів росту може прискорити набухання та проростання. Прогрівання насіння при температурі 40-50°C протягом 2-3 годин підвищує його життєздатність;

умови проростання – необхідно забезпечити оптимальну вологість ґрунту для набухання насіння. Висів насіння необхідно проводити при

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

оптимальній температурі ґрунту для проростання (зазвичай 8-10°C). Необхідно забезпечити доступ повітря до насіння шляхом розпушування ґрунту. Висів насіння необхідно проводити на оптимальну глибину (4-8 см), щоб уникнути пересихання або загнивання;

робочі органи сівалки - ретельне налаштування сівалки забезпечує рівномірний висів насіння і сприяє дружним сходам, а використання якісних загортачів забезпечує оптимальний контакт насіння з ґрунтом.

Тому комплексний підхід до підвищення швидкості проростання насіння є найбільш ефективним. Оскільки якісний посівний матеріал готується на насінневих заводах і повністю відповідає вимогам наведеним вище, то особливу увагу необхідно надавати налаштуванню сівалки і модернізації загортальних систем.

Оскільки конструкцією сівалки СТС2 передбачено встановлення лише двох видів сошників які приблизно однаково забезпечують якість розміщення насіння по глибині борозни, то головним елементом який напряму впливає на забезпечення умов для росту рослини залишається загортальна система сівалки яка виконана у вигляді прикочуючого котка, а його робоча поверхня здійснює вплив не лише на вирівнювання насіння в борозні, а і на підтягування капілярної вологи до нього.

3.2 Огляд конструкцій загортальних систем сівалки прямого посіву

Загортальні системи сівалки прямого посіву є важливим елементом, який забезпечує якісне загортання насіння та добрив у ґрунт. Конструкція загортальних систем може суттєво впливати на ефективність посіву та кінцевий результат вирощування культури.

До основних функцій загортальних систем належать:

забезпечення оптимальної глибини загортання насіння для забезпечення його проростання та подальшого розвитку рослин;

ущільнення ґрунту сприяє тісному контакту насіння з ґрунтом, що покращує воду і повітрообмін;

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

зменшення випаровування вологи з ґрунту, що особливо важливо в посушливих умовах.

Оскільки конструкція сівалки СТС 2 передбачає поєднання системи загортання насіння і прикочування в одному робочому органі – батареї котків, то необхідно зосередити увагу саме на цьому елементі загортальної системи сівалки.

Для удосконалення серійної загортальної системи зернової сівалки СТС-2 доцільно також розглянути конструкції закордонних виробників. Згідно з джерелами [17-23], основні компоненти іноземних моделей значною мірою схожі з вітчизняними. Тому розглянемо їх основні елементи, зокрема серійний коток сівалки СТС-2, зображений на рис. 3.1. На рисунку видно, що коток складається з металевої конструкції, сформованої з двох зварених тарілкоподібних частин, які створюють у центрі циліндричну пластинчасту поверхню. Ця поверхня безпосередньо впливає на зону, де розташоване насіння, тоді як конічна частина ущільнює стінки борозни.



Рис. 3.1 Серійний коток сівалки СТС 2

Основний недолік цієї конструкції – металева основа, яка працює ненадійно при високій вологості ґрунту: поверхня котка обростає ґрунтом, що

змінює глибину закладання насіння, частково виносячи його на поверхню. Також пластинчаста циліндрична частина може, тиснути на насіння в борозні, пошкоджувати його, що призводить до зниження кількості здорових рослин. В умовах посухи для забезпечення необхідного ущільнення ґрунту в зоні закладення насіння коток потребує додаткового навантаження.

На сучасних моделях зернової сівалки прямого посіву СТС-2 все частіше використовують кільчасто-шпорові котки (рис. 3.2). Цей тип котків дозволяє не лише ущільнювати ґрунт у зоні насінневого ложа для поліпшення надходження капілярної вологи, а і виконує мульчування, утворюючи дрібногрудкову структуру поверх висіяного насіння.



Рис. 3.2 Кільчасто - шпоровий коток СТС 2

Однак, попри численні переваги, існує і серйозний недолік: на важких ґрунтах за високої вологості відбувається налипання ґрунту на поверхню котків, що спричиняє забивання проміжків між сусідніми елементами. Це може призвести до порушень глибини закладення насіння та надмірного ущільнення шару ґрунту над ним.

В Україні компанія Bednar [17] широко представлена сівалками прямого посіву (рис. 3.3), які оснащені централізованою системою висіву та дисковими робочими органами. Для ущільнення ґрунту після висіву насіння тут використовуються котки, що проходять прямо по сліду сошників. Коток має пластиковий обід, на який встановлений суцільний гумовий ущільнювач із циліндричним профілем рис. 3.3. Ступінь навантаження на коток регулюється спеціальним механізмом, враховуючи умови посіву та тип ґрунту.



Рис. 3.3 Сівалка Bednar

Суттєвий недолік цього котка полягає у суцільній конструкції гумового ущільнювача з циліндричною формою. Така будова спричиняє прямий вертикальний тиск на шар ґрунту над насінням по всій ширині борозни, що за певних умов може призводити до надмірного ущільнення, яке пригнічує швидкий розвиток рослин.

Український виробник Ремсинтез [18] пропонує сівалку прямого посіву рис. 3.4.



Рис. 3.4 Сівалка СІЧ Про Ремсинтез

Конструкцією сівалки передбачено по сліду кожного сошника встановлення окремого підпружиненого прикочуючого котка. Конструкція котка включає пластиковий обід у вигляді багатопалої зірки. Конструкція повторює зміст загортальної системи фірми Vednar. Недоліки аналогічні.

Horsch Serto SW [21] це посівний комплекс з системою централізованого висіву (рис. 3.5).



Рис. 3.5 Посівний комплекс Horsch Serto SW

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

Конструкція котків повторює варіанти попередніх виробників, за винятком того, що ущільнювач виконаний у вигляді шини атмосферного тиску. Перевагами загортальної системи Horsch можна вважати наявність пружинних загортачів, які після прикочуючого котка планують і мульчують поверхню рядка. Недоліком котка залишається поперечний профіль шини у вигляді циліндричної поверхні.

Турецька компанія Anzek [22] пропонує сівалку прямого посіву, орієнтовану на використання в невеликих фермерських господарствах. Вона оснащена дисковими робочими органами та котками, встановленими позаду кожного сошника (рис. 3.6). Особливістю конструкції котків є металевий обід із шиною атмосферного тиску конічної форми. Вплив котка на ґрунт схожий з іншими сівалками, розглянутими раніше. Завдяки своїй конструкції шина атмосферного тиску забезпечує самоочищення котка, проте виробнику не вдалося усунути негативний ефект вертикального тиску на ґрунт та ущільнення насіння зверху.



Рис. 3.6 Сівалка Anzek

Вітчизняна компанія Avers-agro [23] пропонує дисково-анкерну сівалку прямого посіву Green plains TSM 3,9. Це посівний комплекс прямого посіву який забезпечує підготовку ґрунту і посів за одну операцію (рис. 3.7).

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

Загортання насіння відбувається в декілька етапів послідовно трьома робочими органами.



Рис. 3.7 Сівалка Green plains TSM 3,9

Як видно з рис. 3.7, загортальна система сівалки складається із пруткового котка одразу після анкерного сошника, який покликаний забезпечити рівномірне розміщення по дну борозни. Другою чергою іде широкий пневматичний коток який виконує прикочування ґрунту з метою підтягування капілярної вологи до насіння. Третій елемент загортальної системи – пружинний загортач планує і мульчує поверхню рядка для запобігання втрати вологи. Сама конструкція сівалки повторює конструкцію сівалки СТС 2 і відрізняється додатковими робочими органами направленними на роботу по стерні.

Поряд із перевагою такої конструкції сівалки прямого посіву, велика кількість окремих модулів загортальної системи може збільшувати тяговий опір всього агрегату, а конструкція котків направлена на суцільне ущільнення всієї поверхні ґрунту в місці посіву. Коли раціональніше було ущільнювати ґрунт лише в зоні розміщення насіння.

Для усунення вказаних недоліків в роботі загортальних систем сівалок прямого посіву та покращення умов загортання і контакту насіння з ґрунтом, а також задоволення вимог агротехніки по диференціації питомої щільності ґрунту в зоні розміщення насіння нами розроблено удосконалену загортальну систему сівалки СТС 2.

Запропонована конструкція загортальної системи виконана комбінованою у вигляді двох робочих частин, перша виконує формування потрібної щільності ґрунту в місці залягання насіння, друга виконує формування дрібно грудкуватого шару ґрунту в верхній частині борозни, а також його мульчування. Робоча частина системи для формування щільності ґрунту складається із двох паралельно розміщених у вертикальній площині кілець циліндричної форми, причому відстань між ними має величину яка необхідна для формування на глибині посіву щільності ґрунту навколо висіяного насіння з обох боків від нього, а над ним залишається неущільнений шар ґрунту для можливості вільної появи рослини на денній поверхні. Робоча частина загортальної системи для формування дрібно грудкуватого шару ґрунту складається із циліндричних прутків які розміщені з рівним кроком по внутрішній поверхні кілець для формування щільності ґрунту і під час занурення робочої поверхні кілець активно діють на великі грудки руйнуючи їх та вирівнюючи поверхню над рядком одночасно мульчуючи її, причому горизонтальні прутки мають довжину, яка повністю перекриває ширину захвату сівалки.

На рис. 3.8 показана удосконалена загортальна система сівалки СТС 2 яка має такі складові частини: раму 1, підшипниковий вузол 2, робоча частина для ущільнення ґрунту 4, механізм навіски 5, вісь загортальної системи 6.

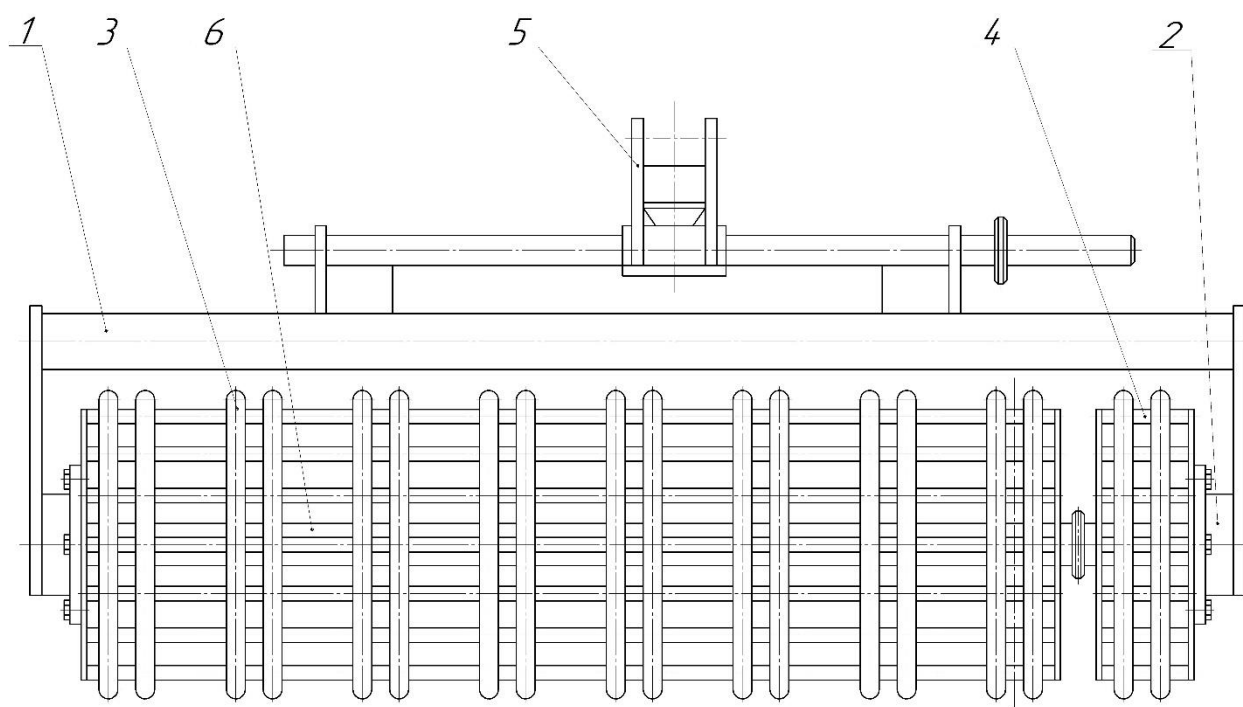


Рис. 3.8 Удосконалена загортальна система сівалки прямого посіву

Робочий процес сівалки з запропонованою загортальною системою відбувається таким чином: розміщені у вертикальній площині кільця циліндричного профілю 3, занурюючись у ґрунт плавно від верхніх шарів до нижніх ущільнюють ґрунт з обох боків від насіння, завдяки дії вертикального навантаження яке передається за рахунок циліндричної поверхні кілець 3. Зменшення ущільнення котком ґрунту по глибині борозни відбувається за рахунок відстані між робочими елементами кілець 3, в частині де сама циліндрична поверхня кільця буде контактувати з нижніми шарами ґрунту тиск буде більший, а в верхній частині за рахунок порожнин які утворені прутками в горизонтальній площині, менший. По вісі котка верхній шар ґрунту подрібнюється, мульчується і вирівнюється циліндричними прутками 4 які розміщені у внутрішній порожнині кілець 3, формуючи сприятливі умови для росту рослин. За рахунок такої конструкції загортальної системи ущільненню підлягають ділянки борозни навколо висіяного насіння, що покращує підтягування капілярної вологи до насіння і покращує його проростання. Конструкція загортальної системи сприяє самоочищенню робочої поверхні при підвищенні вологості ґрунту, за рахунок рівномірному

розміщенню горизонтальних прутків і формуванню порожнин у внутрішньому просторі робочого органу.

Ефективність запропонованої конструкції загортальної системи сівалки прямого посіву забезпечується:

1. Підвищеною щільністю ґрунту в зоні розміщення насіння, що сприяє підтягуванню вологи і покращенню його схожості та створенням сприятливих умов для його проростання завдяки меншій щільності ґрунту безпосередньо над ним.

2. Плавністю розподілення щільності ґрунту завдяки конструкції ущільнювальної частини загортальної системи та вертикальній дії циліндричних кілець в середині ґрунтового масиву. Компенсацією згруджування ґрунту завдяки наявності порожнин у внутрішньому просторі загортальної системи, що дозволяє покращити структуру ґрунту над рядком та усунути налипання вологого ґрунту на робочу поверхню прутків.

Для подальшого обґрунтування раціональних параметрів елементів робочої поверхні запропонованої загортальної системи необхідно теоретично визначити величину ширини між вертикальними кільцями загортальної системи, яка необхідна для правильного формування щільності ґрунту на глибині залягання насіння, а також характер взаємодії робочої поверхні кілець з ґрунтом для визначення факторів які впливають на її формування.

3.3 Математична модель процесу взаємодії модернізованої загортальної системи з ґрунтом

Характер розподілу ущільнення в ґрунті від прикладеного навантаження залежить від багатьох факторів [22-26]. Для спрощення розгляду процесу розподілення ущільнення в ґрунті приймаємо наступні припущення – ґрунт має однорідний стан який складається із часток ґрунту приблизно однакового розміру, ґрунт буде розглядатись як дискретний напівпростір з частками у вигляді сфер деякого середнього розміру [27].

При прикладанні зосередженої сили P , яка направлена вертикально вниз, до частинки ґрунту, то ця сила визве переміщення цієї частинки. Якщо частка взаємодіє з іншою яка знаходиться нижче неї і яка розміщена по відношенню до першої під кутом до напрямку дії сили P , то характер їх взаємодії залежить від величини цього кута (рис. 3.9). Якщо $\alpha \leq \varphi$ то результуюча P' від сил N і $F_{тр}$ буде мати той же напрям вертикально вниз. В цьому випадку в процесі деформації обидві частки будуть переміщуватись в одному напрямку, тобто інша частка буде знаходитись в зоні розповсюдження деформацій ґрунту від першої частки.

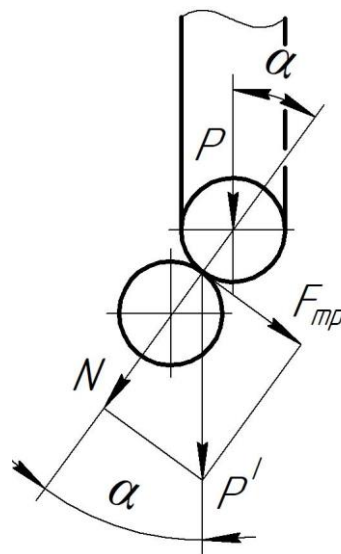


Рис. 3.9 Сили які діють на ґрунтові частки при $\alpha \leq \varphi$

Розглянемо інший випадок рис. 3.10, коли кут $\alpha > \varphi$, тоді результуюча сила P' не буде співпадати з напрямком сили P . В цьому випадку в процесі деформації частка яка знаходиться нижче буде мати бокове зміщення і виходить із контакту з першою часткою. Це говорить про те, що вона знаходилась за межами зони розповсюдження деформації від сили P .

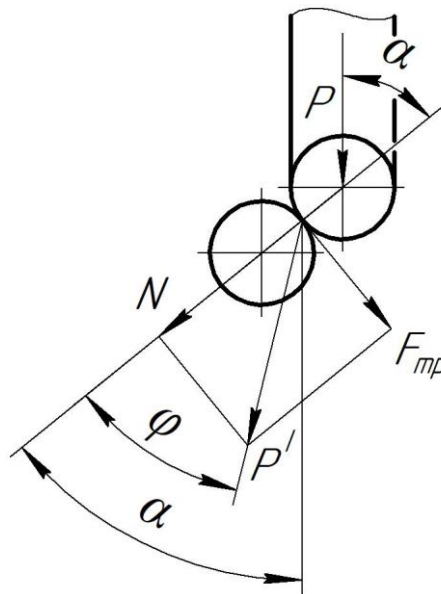


Рис. 3.10 Сили які діють на ґрунтові частки при $\alpha > \varphi$

Таким чином, зона розподілення ущільнення від зосередженої сили P буде обмежена конічною поверхнею, твірні якої проходять через точку прикладання сили P і утворюють з напрямком дії цієї сили кут внутрішнього тертя ґрунту φ .

При деформації ґрунту ущільнюючими робочими органами вертикальне навантаження може прикладатись не до однієї точки, а до ділянки яка має визначену площу. В цьому випадку зона ущільнення буде складатись із зон ущільнення для кожної точки цієї ділянки [27,28].

Зона ущільнення ґрунту після проходу робочої частини загортальної системи буде складатися із зон ущільнення окремих її елементів. Оскільки елементи робочої частини утворені за допомогою циліндричних кілець, то в поперечному перерізі їх форма буде мати форму кола. Тоді зони ущільнення ґрунту від сусідніх кілець будуть перетинатись на глибині H_y (рис. 3.11), ця глибина буде залежати від глибини h_1 занурення кільця в ґрунт, від відстані між кільцями l , від величини кута тертя ґрунту по матеріалу з якого виготовлене кільце і від величини кута внутрішнього тертя ґрунту. Необхідно забезпечити, щоб перетин двох зон ущільнення ґрунту від сусідніх прутків відбувалось на тій глибині, де необхідний максимальний тиск і ущільнення.

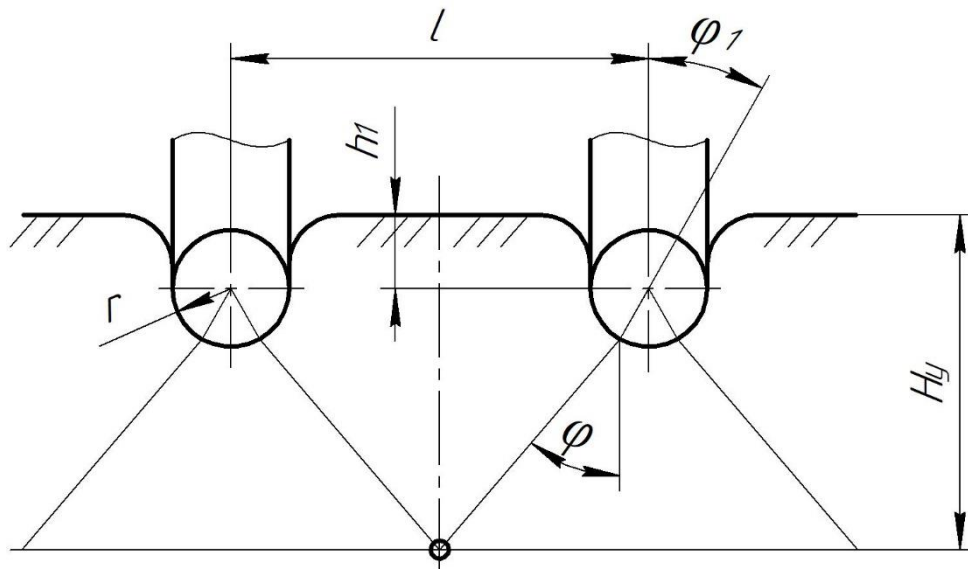


Рис. 3.11 Схема розподілу ущільнення ґрунту робочими елементами загортальної системи

Глибина перетину зон ущільнення від сусідніх кілець можна визначити по залежності:

$$H_y = h_1 + r \cdot \cos \varphi_1 + \left(\frac{l}{2} - r \cdot \sin \varphi_1 \right) \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \quad (3.1)$$

де h_1 - глибина занурення кільця в ґрунт;

l - відстань між кільцями;

φ - коефіцієнт тертя ґрунту об матеріал кільця;

φ_1 - коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт;

r - радіус робочої частини кільця.

З рівняння (3.1) можна отримати відстань між робочими частинами кілець:

$$l = 2 \cdot \left[\frac{(H_y - h_1 - r \cdot \cos \varphi_1)}{\operatorname{ctg} \varphi + r \cdot \sin \varphi_1} \right] \quad (3.2)$$

Для подальшого дослідження прийнятої конструкції загортальної системи і визначення величини деформації ґрунту та її характеру необхідно зробити наступні припущення: ґрунт будемо тепер вважати суцільним середовищем із пружними і в'язкими властивостями, причому повторне

навантаження приводить до ущільнення, тобто змінюються модуль пружності і пластичності [22,28]. Ґрунт при ущільненні має пластичні властивості тобто остаточні деформації. Тому при розгляді задачі взаємодії робочого елемента котка з ґрунтом необхідно враховувати його пластичну деформацію, яка значно вища чим пружна.

Дія робочого органу на ґрунт відбувається по деякій площині контакту, припустимо, що закон розподілу контактних напружень відомий, тоді рівнодіючу розподілених сил які діють по лінії контакту позначимо P . Тоді для визначення напружень в ґрунті можна використати формулу Бусінеска [27,28]:

$$\sigma_L = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{\pi \cdot L_K} \cdot \cos \beta, \quad (3.3)$$

де σ_L - радіальне напруження, Па;

L_K - відстань від точки прикладення сили P до точки K , м;

P - рівнодіюча розподілених сил, Н;

β - кут між лінією дії сили P і відстанню L_K , рад.

Рівняння (3.3) наближено визначає напруження в ґрунті, але не враховує властивості ґрунту і його деформації. Якщо врахувати властивості ґрунту то можна отримати модель ґрунту функція навантаження якої має вигляд:

$$\sigma - k_n - k_y \cdot \varepsilon_p - k_\varepsilon \cdot \dot{\varepsilon}_p = 0 \quad (3.4)$$

де σ - нормальне напруження до поверхні ґрунту ($\sigma = \sigma_L \cdot \cos \beta$), Па;

k_n - коефіцієнт пластичності;

k_y - коефіцієнт ущільнення;

k_ε - коефіцієнт в'язкості;

ε_p - відносні пластичні деформації, $\dot{\varepsilon}_p = \frac{d\varepsilon_p}{dt}$;

t - час, с.

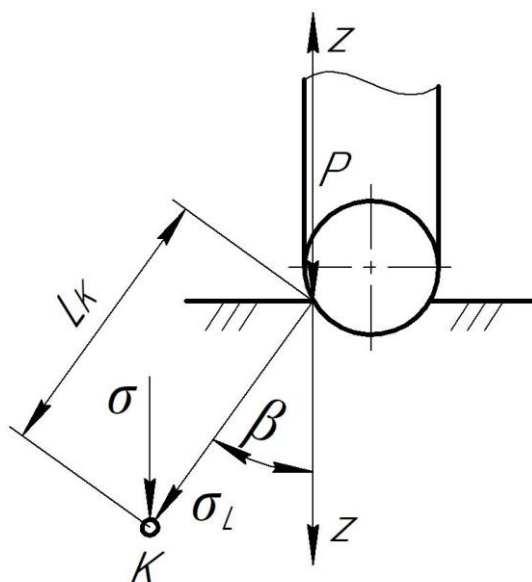


Рис. 3.12 Схема для визначення напружень в ґрунті

У випадку коли ґрунт перевантажений, його властивості можна описати пружними властивостями [27,28]:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon_e, \quad (\sigma < k), \quad (3.5)$$

де E - модуль пружності, Па;

ε_e - відносні пружні деформації.

Підставляючи (3.5) в (3.3) отримуємо:

$$\varepsilon_e = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{\pi \cdot E \cdot L_K^2} \cdot \cos^2 \beta \quad (3.6)$$

Залежність (3.6) визначає пружні деформації які виникають в ґрунті від дії прикладеного навантаження P . Аналізуючи наведену залежність можна стверджувати, що чим твердіший ґрунт (модуль пружності зростає), тим менша його деформація. Найбільша пружна деформація буде виникати при $\beta = 0$, тоді залежність (3.6) втрачає фізичний зміст.

Припустимо, що у випадку який розглядається $\sigma > k$ тобто мають місце остаточні деформації. Тоді зв'язок між напруженнями і деформаціями будуть відображатись залежністю (3.4). Із рівнянь (3.3) і (3.4) можна отримати:

$$k_{\epsilon} \cdot \dot{\epsilon}_p = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot \cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2} - k_n - k_y \cdot \epsilon_p \quad (3.7)$$

після перетворень

$$\dot{\epsilon}_p = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot \cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2 \cdot k_{\epsilon}} - \frac{k_n}{k_{\epsilon}} - \frac{k_y}{k_{\epsilon}} \cdot \epsilon_p \quad (3.8)$$

Розглянемо випадок коли

$$P = P(t)_x + P_0, \quad a = \omega t$$

де $P_0 = const$;

ω - колова частота.

Продиференціюємо рівняння (3.8):

$$\frac{d\epsilon_p}{dP} = \frac{1}{k_{\epsilon} \dot{P}} \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot \cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2} - k_n - k_y \cdot \epsilon_p \right), \quad \left(\dot{P} = \frac{dP}{dt} \right) \quad (3.9)$$

Рахуємо, що $a = const$, та виконавши додаткові перетворення [29] отримаємо:

$$A = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot \cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2};$$

$$B = \frac{1}{k_{\epsilon} \dot{P}};$$

$$\epsilon_p = u v$$

тоді

$$\frac{d\epsilon_p}{dP} = u' v + v' u$$

Перепишемо рівняння (3.9) в нових змінних u і v :

$$u' v + v' u = B \cdot (P \cdot A - k_n - k_y \cdot u v),$$

або

$$u' v - B \cdot A \cdot P + B k_n + B \cdot (k_y \cdot u v + u v') = 0.$$

Виконаємо перетворення:

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

$$u'v - B \cdot A \cdot P + Bk_n + u \cdot (B \cdot k_y \cdot v + v') = 0 \quad (3.10)$$

Виконаємо рішення для функції v .

Із рівняння (3.10):

$$B \cdot c_p \cdot v = v' = 0 \quad (3.11)$$

Після інтегрування отримаємо

$$v = \varepsilon^{B \cdot k_y P} \quad (3.12)$$

Рівняння (3.10) з врахуванням рівняння (3.12) буде мати вигляд:

$$\frac{du}{dP} = (B \cdot A \cdot P + Bk_n) \cdot \varepsilon^{B \cdot k_y P} = 0.$$

В інтегральній формі:

$$\int du = \int B \cdot A \cdot P \cdot \varepsilon^{B \cdot k_y P} dP - \int Bk_p \cdot \varepsilon^{B \cdot k_y P} dP.$$

Проінтегрувавши отримаємо:

$$u = \varepsilon^{B \cdot k_y P} \left[\frac{A \cdot (B \cdot k_y P - 1)}{B \cdot k_y^2} - \frac{k_n}{k_y} \right]. \quad (3.13)$$

Враховуючи, що $\varepsilon_p = u v$, з врахуванням рівнянь (3.12) і (3.13) отримаємо залежність для пластичних деформацій ґрунту від дії прикладеного навантаження:

$$\varepsilon_p = \frac{3}{2} \cdot \frac{\cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2 \cdot k_y} \cdot \left(P - \frac{k_e \dot{P}}{k_y} \right) - \frac{k_n}{k_y} \quad (3.14)$$

Якщо ґрунт має як пружні так і пластичні деформації, то повна деформація ґрунту в розглянутому випадку буде дорівнювати їх сумі [28]:

$$\varepsilon = \varepsilon_p + \varepsilon_e. \quad (3.15)$$

Підставивши рівняння (3.6) і (3.14) в залежність (3.15) отримаємо рівняння деформації ґрунту:

$$\varepsilon = \frac{3}{2} \cdot \frac{\cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2} \cdot \left(\frac{P}{E} + \frac{P}{k_y} - \frac{k_e \dot{P}}{k_y} \right) - \frac{k_n}{k_y}. \quad (3.16)$$

Залежність (3.16) дозволяє знайти повну деформацію ґрунту в залежності від глибини обробки, стану і навантаження на робочу поверхню кілець загортальної системи. Також із отриманої залежності видно, що чим більше навантаження на робочу частину кільця тим більші деформації будуть в зоні їх контакту з ґрунтом. Це також впливає на глибину занурення кілець в ґрунт і на ущільнення ґрунту в зоні залягання насіння. Тому необхідно при роботі із модернізованою загортальною системою сівалки СТС 2 дуже ретельно визначати на якій глибині потрібні максимальні деформації і вже тоді визначати максимально потрібне для цього навантаження на неї.

Також необхідно передбачити в конструкції сівалки СТС 2 додаткові диференційовані навантажувальні механізми які будуть давати можливість в залежності від глибини посіву і висіваємої культури впливати на величину тиску в зоні розміщення насіння.

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

4. Охорона праці

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників під час експлуатації зернової сівалки прямого посіву СТС 2

Під час роботи з сівалкою прямого посіву СТС2 можуть виникати певні небезпечні та шкідливі фактори, які необхідно враховувати і виключати [30]:

існує ризик отримання травм під час обслуговування та експлуатації сівалки, працівники повинні суворо дотримуватись усіх правил техніки безпеки та проходити відповідне навчання;

використання пестицидів та інших хімічних речовин під час роботи може становити загрозу забруднення для працівників і навколишнього середовища. Необхідно дотримуватись правил роботи з хімікатами та забезпечувати працівників засобами захисту;

регулярний огляд і технічне обслуговування сівалки допомагають запобігти поломкам і аваріям, поганий технічний стан обладнання підвищує ризик для операторів та може негативно вплинути на якість посівного процесу;

під час роботи існує ризик контакту з рухомими частинами сівалки, що може призвести до ушкоджень кінцівок або інших частин тіла. Неправильна робоча поза підвищує ризик захворювань опорно-рухового апарату або перевантаження певних груп м'язів. Постійний шум і вібрації, що виникають під час роботи сівалки, можуть погіршувати слух і впливати на загальний стан здоров'я працівників.

4.2 Запобіжні заходи для зменшення негативного впливу робочих умов

Для захисту оператора від пилу, що потрапляє до кабіни під час роботи, застосовується вентилятор із системою очищення повітря від пилу. Щоб убезпечити працівників від впливу отрутохімікатів та мінеральних добрив, рекомендується [30,31] механізовано заправляти сівалку обробленим насінням і завантажувати добрива, не перевищуючи швидкість 3 м/с. Якщо ці вимоги не

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

можуть бути виконані, працівникам слід користуватися захисними масками ПТМ-1, окулярами для очей та респіраторами марки ШБ-1.

Відповідно до вимог ДСТУ 2867-94 [32], захист від шуму та вібрацій забезпечується завдяки шумо та вібропоглинальним пристроям. Кабіну трактора оснащено звукопоглинаючим матеріалом, а двигун і кабіна встановлені на гумові амортизатори. Місце оператора захищене від можливого викидання ґрунту під час роботи коліс і робочих елементів, що відповідає санітарним правилам СП 4282 [33]. Показники вібрації на сидінні та в зоні оператора як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках відповідають нормам ДСТУ 2189-93 [34].

4.3 Заходи для забезпечення безпечних умов праці

Для створення безпечних умов роботи обслуговуючого персоналу та операторів сільськогосподарських машин необхідно забезпечити належні санітарно-гігієнічні умови та дотримання заходів безпеки. Основні причини нещасних випадків пов'язані з низьким технічним рівнем машин, відсутністю або несправністю захисних пристроїв, проведенням ремонту та очищення під час роботи обладнання, несинхронізованою роботою оператора та тракториста, використанням неякісного інструменту, а також відсутністю або неправильним вибором захисного спецодягу та недостатніми знаннями працівників про правила безпеки.

Для забезпечення безпеки під час роботи на зерновій сівалці прямого посіву СТС 2 передбачено такі заходи [35,36]: конструкція машини з'єднується з енергетичним засобом через автозчіпку; робочі елементи сівалки оснащені механічними фіксаторами для утримання в транспортному положенні; конструкція сівалки дозволяє безперешкодний доступ для монтажу, обслуговування та ремонту; регулювання робочих органів і механізмів проводиться оператором безпосередньо з робочого місця; на видимих частинах сівалки розміщено попереджувальні написи та знаки безпеки; сівалка

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

оснащена швидко роз'ємними зчіпними пристроями (ШЗП) відповідно до ГОСТ 25942 – 81.

Захисні елементи приводів мають сигнальне фарбування (червоне або жовте). Робочі елементи сівалки, які схильні до засмічення (висівні апарати, повітропроводи, вихідні отвори бункерів) і можуть становити небезпеку для обслуговуючого персоналу, обладнані автоматичною системою керування (УСК). Механізм передачі оснащений шплінтами, які, за перевищенням допустимого навантаження на вал, зрізаються, що призводить до зупинки передачі крутного моменту.

4.4 Заходи для поліпшення умов праці під час вирощування гороху

Для підвищення якості умов праці робітників, що займаються вирощуванням гороху, передбачено заходи, спрямовані на усунення шкідливих і небезпечних факторів, які можуть виникнути під час виконання сільськогосподарських робіт. Для захисту від пилу застосовують вентиляційні системи, а за недостатньої ефективності вентиляції рекомендується використання засобів індивідуального захисту, таких як спецодяг, захисні окуляри та респіратори. Для забезпечення комфортної температури в кабінах тракторів і комбайнів під час польових робіт радять встановлювати повітряні охолоджувачі-обігрівачі, що дозволяють регулювати рівень температури і вологості повітря [31-33].

Для зменшення впливу шуму на слух працівників рекомендується використовувати засоби захисту, зокрема протишумові навушники ВЦНПТ-1. Щоб знизити негативний вплив вібрацій і шуму на працюючих, слід застосовувати техніко-організаційні заходи [31-36], такі як регулярна перевірка рівня вібрацій, чергування робочих і відпочинкових періодів, медичні огляди, а також проведення запобіжних і планових ремонтів техніки. Під час роботи з токсичними речовинами варто використовувати спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

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

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність сівалки СТС 2 з удосконаленою загортальною системою

Ефективність нової конструкції робочого органу оцінювалася за такими критеріями:

перевірка відповідності нової конструкції вимогам, необхідним для утворення сприятливих умов при посіві гороху;

оцінка переваг застосування модернізованого робочого органу порівняно зі стандартними моделями;

оцінка продуктивності нової загортальної системи для сівалки прямого посіву через прогнозування потенційного врожаю гороху при її використанні.

Результати порівняння ефективності показали, що застосування нової загортальної системи здатне підвищити врожайність гороху до 10% з гектара порівняно з базовими показниками. Враховуючи, що економічна вигода від впровадження цієї технології безпосередньо пов'язана зі зростанням врожайності, це дозволяє сформулювати залежність, яка демонструє, як споживач отримує додаткові економічні переваги:

$$B_c = \Delta\Pi_{\text{в}} \cdot \Pi_{\text{мз}} \cdot H_{\text{мс}}, \quad (5.1)$$

де $\Delta\Pi_{\text{в}}$ – приріст врожайності (мінімальний), ц;

$\Pi_{\text{мз}}$ – закупівельна ціна (мінімальна), грн/ц;

$H_{\text{мс}}$ – наробіток машини за сезон (нормативний), га.

Нормативний наробіток машини за сезон:

$$H_{\text{мс}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{\text{ез}} \cdot N_3, \quad (5.2)$$

де B – ширина захвату сівалки, м;

V_p – швидкість руху сівалки, км/год;

$K_{\text{ез}}$ – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

N_3 – завантаження сівалки за сезон (мінімальне), год.

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

Очікуваний річний економічний ефект:

$$E_p = E_k - K_{не} E_n \Delta K_{\delta}; \quad (5.3)$$

де E_k – додаткова економічна користь, грн;

$K_{не}$ – коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат, нормативний;

$\Delta K_{\delta k}$ – капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний ефект на гектар від впровадження однієї машини:

$$E_n = E_p / H_{мс}. \quad (5.4)$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайність гороху по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1ц гороху [37]; значення нормативних величин [38]; технічних характеристик машини. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$B_c = 2 \cdot 725 \cdot 95,5 = 138475 \text{ грн}$$

$$H_{мс} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 7 \cdot 0,65 \cdot 100 = 95,5 \text{ га}$$

$$E_p = 138475 - 0,15 \cdot 5000 = 137725 \text{ грн}$$

$$E_n = 137725 / 95,5 = 1442 \text{ грн/га}$$

Висновки

1. Аналіз сучасних технологій вирощування гороху свідчить, що підвищити рентабельність його виробництва можливо за рахунок покращення якості посівного процесу та створення сприятливих умов для активного росту рослин на початкових етапах вегетації, що безпосередньо впливає на формування майбутнього врожаю.

2. В процесі модернізації сівалки прямого посіву СТС 2 була розроблена удосконалена загортальна система яка виконана комбінованою у вигляді двох робочих частин, перша, за рахунок циліндричної поверхні кілець попарно розташованих в вертикальній площині, виконує формування потрібної щільності ґрунту в місці залягання насіння, друга, за рахунок розміщених в горизонтальній площині у внутрішній порожнині кілець прутків, виконує формування дрібно грудкуватого шару ґрунту в верхній частині борозни, а також його мульчування.

3. На основі математичної моделі встановлено вплив геометричних параметрів робочої частини загортальної системи на виконання процесу загортання борозни. Теоретично досліджено вплив конструкції робочого елемента загортальної системи на процес формування напружень в ґрунті та формування ущільнення ґрунту на глибині посіву.

4. Теоретично отримана залежність (форм. 3.16), величини деформації ґрунту в залежності від глибини обробки, стану і навантаження на робочу поверхню кілець загортальної системи.

5. Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню шкідливих та небезпечних виробничих факторів під час сівби гороху.

6. Розроблена конструкція загортальної системи сівалки прямого посіву, дає можливість значно покращити процес загортання насіння гороху і збільшити врожайність до 10%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Горох. Львів. Українські технології. 2002. - 68с.
2. Шульга М. С. Горох / М. С. Шульга. - Київ : Урожай, 1971. - 140 с.
3. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А.Д., Кулініч О.О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія; за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ. Акцент ПП. 2014. 110 с.»
4. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування. Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
5. Кириченко В.В. та інш. Технологія вирощування гороху. <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/tehnologiya-viroshhuvannya-gorohu-posibnik.pdf>
6. Розвадовський А. М. Інтенсивна технологія вирощування гороху. Київ : Урожай, 1988. 92 с
7. Господаренко Г.М. Агрохімія: Підручник. К.: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 376 с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
10. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням /за ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків: ХНТУСГ. 2006. 725 с.
11. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України /за ред П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. 2-е вид., доп. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 720 с.

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

12. Петров П.В., Посполітак Т.Є., Юркевич Є.О. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. К.: Аграрна освіта, 2009. 268 с.

13. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія /Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенка /Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – 273 с. https://khntusg.com.ua/wp-content/uploads/2020/01/2015_techkarti.pdf

14. Проектування технологій та розрахунок витрат на вирощування сільськогосподарських культур. Навчальний посібник /за ред. Г.Є. Мазнева. Харків: «Майдан». 2009. 257 с.

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

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

17. Навісна зернова сівалка CORSA CN. <https://www.bednar.com/uk/corsa-cn/>

18. Сівалка прямого посіву «СІЧ-4,2» Mini-till. <https://www.remsintez.com/product/seyalka-pryamogo-poseva-sich-4-2-mini-till/>

19. Сівалка зернова Horsch Serto SW. <https://poletehnika.com.ua/tehnika/seyalki-zernovyye/s%D1%96valka-horsch-serto-12-sw>

20. Сівалки зернові прямого висіву ANZEK. <https://mir-mts.agrobiz.net/ua/goods/sivalki-zernovi-pryamogo-visivu-anzek/>

21. Сівалка дисково-анкерна Green plains TSM 3,9. Avers-agro. https://avers-agro.com.ua/ukr/sejalka_diskovo-ankernaja_green_plains_tsm_39_m

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

22. Кушнар'ов А.С. Механіко – технологічні основи обробітку ґрунту / А.С. Кушнар'ов, В.І. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.
23. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.
24. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Ауліна Т.М., Семенова Д.А. Результати експериментальних досліджень розподілу полів деформацій в ґрунті від дії прикочуючих котків бурякових сівалок. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2007, випуск 37, 1 – С. 286 – 290.
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. Шєбанін (гол. ред.) та ін. – Миколаїв, 2012. Вип. 1 (65). – С. 171 – 177.
26. Артеменко Д.Ю., Онопа В.А., Скриннік С.С. Обґрунтування конструкції комбінованого прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise» №11 (28) 2016. – С. 25-29.
<http://journals.urau/sciencerrise/article/view/80814>
27. Костюченко М.М. Механіка ґрунтів: навчальний посібник. Інтернет-ресурс Київського університету.
http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/mehanika_gruntiv.pdf
28. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Хілобок В.Г., Яковлєв А.В. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти. Підручник. – К.: Вища школа 1992, 408 с.
29. Бєвз Г.П., Боголюбов О.М., Фільчаков П.Ф., Швецов К.І., Яремчук Ф.П. Довідник з елементарної математики / Рєд. П.Ф. Фільчаков. Київ, Видавництво: Наукова думка. 1975. – 656 с.
30. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Жєлібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравєла, 2003. – 408с.

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

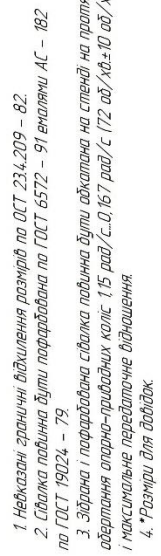
31. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту.
http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf
32. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.
https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf
33. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин. https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87
34. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.
35. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції.
http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM
36. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.
37. Tripoli-land. Закупівельні ціни. <https://tripoli.land/ua/fasol>
38. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

Додатки

MRF 000001 TY

					MBF 00.001 T4				
Место	Дата	№ документа	Лист	Страниц	Операционная карта				
Время	Время				Дл	Мин	Втор	Трет	
Путь	Адрес					-	-	-	
Телефон	Адрес				Дл	Мин	Втор	Трет	
Время	Время				- 1174				
Статус	Статус				за №-2318				
					стр. 11				

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			МВГ 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
					Складальні одиниці		
			1	МВГ 00.000.01	Рама	1	
			2	МВГ 00.000.02	Причип	1	
			3	МВГ 00.000.03	Сошник	10	
			4	МВГ 00.000.04	Натискна штанга	2	
			5	МВГ 00.000.05	Коток	1	
			6	МВГ 00.000.06	Опорне колесо	2	
			7	МВГ 00.000.07	Регулювальна штанга	1	
			8	МВГ 00.000.08	Регулювальна штанга	1	
			9	МВГ 00.000.09	Місток	1	
Взам. инв. №				10	МВГ 00.000.10	Рама опорних коліс	2
				11	МВГ 00.000.11	Регулятор глибини ходу	1
Подп. и дата							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВГ 00.000		
	Разработ. Проб.	Варакута Артеменко			Сівалка прямого посіву СТС 2		
Н.контр. Утв.	Мачок Васильківський						
					Лист	Лист	Листов
							1
					ЦНТУ гр. АІ-23М3		
					Копировал		
					Формат А4		

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документація			
	A1			МВГ 00.110 СБ	Складальне креслення			
					Складальні одиниці			
			1	МВГ 00.110.01	Рама	1		
			2	МВГ 00.110.02	Ступиця	2		
			3	МВГ 00.110.03	Прикочуючий коток	2		
Підп. и дата								
Взам. инв. №								
Підп. и дата								
Инв. № подл.								
				МВГ 00.110				
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разработ.	Варакута						
	Проб.	Артеменко						
	Н.контр.	Мачок						
	Утв.	Васильковський						
					Коток	Лист	Лист	Листов
								1
					ЦНТУ гр. АІ-23М3			

Копировал

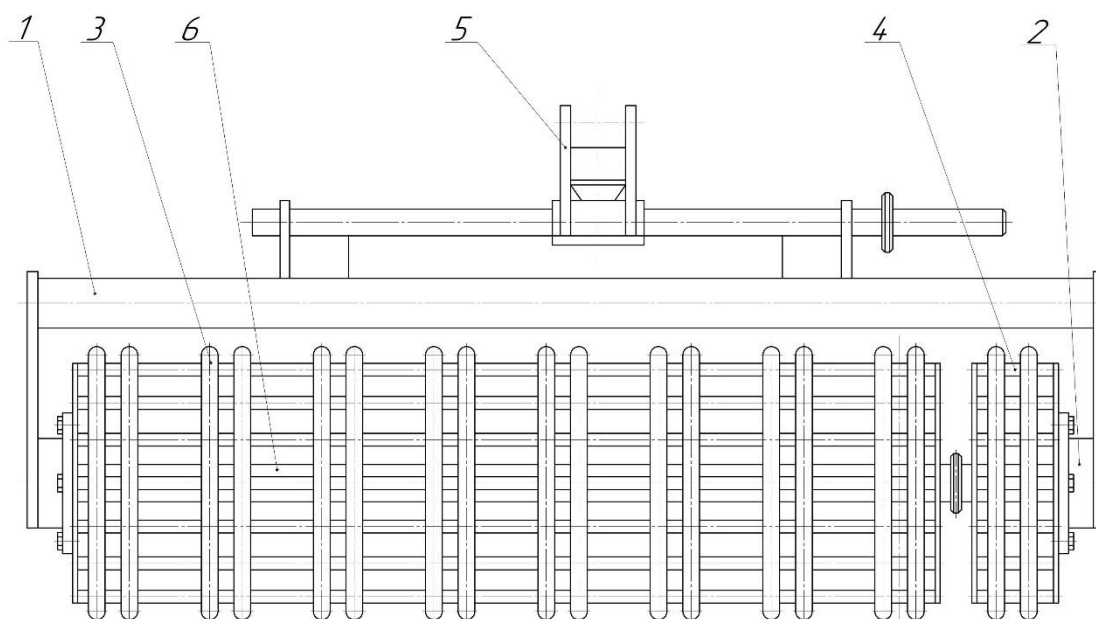
Формат А4

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					Документація			
	A1			МВГ 00.120 СБ	Складальне креслення			
					Деталі			
			1	МВГ 00.120.01	Кільце	2		
			2	МВГ 00.120.02	Диск	1		
			3	МВГ 00.120.03	Пруток	16		
			4	МВГ 00.120.03	Боковина	1		
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВГ 00.120			
	Разработ. Проект.	Варакута Артеменко			Коток	Лист	Лист	Листов
								1
	Н.Контр. Утв.	Мачок Васильковський				ЦНТУ гр. АІ-23М3		
					Копировал	Формат А4		

MBC 00001 HY

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри загортальної системи сівалки прямого посіву та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.



Удосконалена загортальна система сівалки прямого посіву:
1 - рама, 2 - підшипниковий вузол, 3 - кільце; 4 - пруток; 5 - навіска; 6 - вісь

[illegible]

The diagram illustrates a mechanical system with two rollers. The horizontal distance between the centers of the rollers is labeled l . The vertical distance from the base to the center of each roller is labeled H_0 . The radius of each roller is labeled r . The vertical distance from the base to the top of the roller is labeled h . The angle between the vertical axis and the line connecting the base to the center of the roller is labeled φ . The angle between the vertical axis and the line connecting the base to the top of the roller is labeled φ_1 .

Глибина перетину зон ущільнення від сусідніх елементів

$$H_y = h_1 + r \cdot \cos \varphi_1 + \left(\frac{l}{2} - r \cdot \sin \varphi_1 \right) \cdot \operatorname{ctg} \varphi \quad (1)$$

$$l = 2 \cdot \left\lceil \frac{(H_y - h_1 - r \cdot \cos \varphi_1)}{ctg \varphi + r \cdot \sin \varphi_1} \right\rceil \quad (2)$$
$$\varepsilon = \frac{3}{2} \cdot \frac{\cos^2 \beta}{\pi \cdot L_K^2} \cdot \left(\frac{P}{E} + \frac{P}{k_v} - \frac{k_B \dot{P}}{k_v} \right) - \frac{k_n}{k_v} \quad (3)$$