

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка

(ПІДПИС) (ПІВ)
«__» _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

**на тему «МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО
З УДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ ПРОСАПНОЇ СІВАЛКИ»**

Спеціальність - 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.т.н доцент

(ПІДПИС) Сівак І.М

**Керівник дипломного проєкту
бакалавра**

к.т.н., доцент

(ПІДПИС) Росамаха. Ю.О

Виконав

(ПІДПИС) Плюшко А.І

Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач _____ кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка, к.т.н., доцент
_____ Гуменюк Ю.О.
« ____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

На виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Плюшко Андрія Івановича

Спеціальність _____ 208 Агроінженерія

Тема дипломного проєкту бакалавра **Механізація вирощування кукурудзи
на зерно з удосконаленням конструкції просапної сівалки**

Затверджено наказом ректора НУБІП України від ''11 ''26 2024 р. №2098''С'

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру ___ 15.05.2025 ___

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра: _____

Робоча глибина посіву, робоча швидкість, робоча ширина сівалки

Перелік питань, які потрібно розробити:

Режими і параметри висівного апарату сівалки

Перелік графічних документів (за потреби)

Загальний вигляд, схема робочого процесу, охорона праці, техніко-
економічна ефективність.

Дата видачі завдання ''_24'' Серпня 2024р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____ Росамаха Ю.О

Завдання прийняв до виконання _____ Плюшко А.І

РЕФЕРАТ

Бакалаврський проект на тему «Механізація вирощування кукурудзи на зерно з удосконаленням конструкції просапної сівалки» представлена на 81 сторінках машинописного тексту.

В пояснювальній записці виконано аналіз існуючих технологій і технічних засобів для посіву просапних культур, обґрунтовано етапи технологічного процесу сівби, а також досліджено різні типи сошникових систем та механізмів для притискання та прикочування насіння. Окрім цього проаналізовано системи контролю та регулювання тиску посівної секції на ґрунт. Розроблено схему двофазної сошникової системи для сівби просапних культур, а також концепцію механізму автоматичного довантаження посівних секцій з урахуванням змін властивостей ґрунту і робочої швидкості машини.

У результаті визначено експлуатаційні характеристики двофазної сошникової системи, показавши, що застосування сівалок обладнаних цією системою дозволяє підвищити продуктивність та зменшити витрати палива.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «СІГНЕТ-ЦЕНТР»	
ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ДАНЕ ГОСПОДАРСТВО	
1.1 Організаційно-господарські умови.....	8
1.2 Кліматичні умови.....	9
1.3 Ґрунтові умови.....	9
1.4 Структура посівних площ.....	11
1.5 Склад машинно-тракторного парку.....	12
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ С/Г КУЛЬТУ ШИРОКО РЯДНИМ СПОСОБОМ СІВБИ	
2.1 Технологічні вимоги посіву широкорядних с/г культур.....	13
2.2 Типи посівів, та їх характеристика.....	13
2.3 Вибір сучасних сівалок та їх характеристики.....	16
2.4 Будова та різновид сошників сівалок.....	20
2.5 Складові для копіювання поверхні поля.....	28
2.6 Вимоги до робочих процесів.....	31
РОЗДІЛ 3. СОШНИКИ ТА ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЯ ШЛЯХОМ РОЗРАХУНКІВ ТА ВИПРОБУВАНЬ	
3.1 Параметри і розрахунок точності сівби	33
3.2 Визначення характеру динаміки сівалки під час роботи.....	37
3.3 Розрахунок корекції ущільнюючого диска.....	42
3.4 Системи імітації роботи двофазних сошників.....	44

РОЗДІЛ 4 ПОКАЗНИКИ ОТРИМАНІ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЬ	
4.1 Зарекомендовані параметри при дослідженні.....	53
4.2 Дослідження енергетичних показників сівалки.....	55
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІКИ	
5.1 Розрахунок ефекту економіки.....	59
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	
6.1 ІНСТРУКТАЖ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	69
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	73
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Найважливішою вимогою з вирощування технічно-просапних культур є високий врожай. На це впливає обробіток ґрунту, посів, і догляд за рослинами. При сівбі потрібно дотримуватись технологічних вимог (Норма висіву, глибина посіву, кількість штук на погонний метр, строки посіву) це все впливає на проростання і подальший розвиток рослини.

Гарантувати якісний посів не є легкою місією, тому що насіння навіть одного того самого сорту відрізняється масою, може відрізнитись розмірами це все може впливати на не якісний посів. При не рівномірному розподілу насіння, потрібно збільшувати норму висіву, щоб компенсувати просіви. А це збільшує суму витрат на гектар, що є не допустимим. Найбільш впливає на глибину залягання насінин робочий стан сівалки наприклад(високий тиск в насіневих магістралях, зношенні притискаючі пружини висівної секції, зношенні сошники. Також на робото-спроможність сошника впливають ґрунти, наприклад в супіщаних ґрунтах із розсипчастою структурою сошник може врізатись на більшу глибину чим на важких чорноземах і також буде менше зношування дисків сошника. При збільшенні робочої швидкості збільшуються коливання амплітуди рівномірності висіву,це також впливає на глибину заробки насіння. Проблема сучасних сівалок полягає в тому, що вони не забезпечені точним ступенем розподілу і загортання насіннєвого матеріалу в ґрунті. Для виправлення цієї проблеми є раціональним розроблення і встановлення конструкції для двофазної технології зароблення насіння в ґрунті, дана система має бути розроблена і займати відповідні місця в точному землеробстві для збільшення якості і продуктивності посіву тим і збільшуючи врожаї сільськогосподарських культур.

Розділ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «СІГНЕТ-ЦЕНТР» ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ДАНЕ ГОСПОДАРСТВО

1.1 Організаційно-господарські умови

Головний підрозділ ТОВ Сігнет-Центр розташований у селі Андрушки Житомирської області. Займає вигідне транспортно-економічне положення, оскільки відстань до обласного центру складає 85 км, а до найближчої залізничної станції, що знаходиться у смт. Попільня – всього 15 км. Через центральну частину села проходить автомобільний шлях територіального значення Т-0611, що сполучає різні районні центри. Всі дороги мають тверде покриття. Завдяки вищеназваним факторам до господарства вчасно, ефективно та із мінімальними затратами доставляють паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську техніку та її комплектуючі частини, транспортування добрив, насіння, кормів для ферми та іншого.

Господарство нараховує 29000 га земельних угідь у Житомирській та Вінницькій областях та займається вирощуванням таких культур: кукурудза, соя, озима пшениця, цукровий буряк, соняшник.

У структурі посівних площ ТОВ Сігнет-Центр, найбільший відсоток припадає на вирощування кукурудзи на зерно – більше 50% щороку. Завдяки правильно підібраній системі вирощування кожного року господарство отримує досить високі врожаї сільськогосподарських культур.

Машинно-тракторний парк ТОВ Сігнет-Центр забезпечений сучасною та потужною технікою із застосуванням систем точного землеробства. На території господарства також знаходиться цукровий завод із потужністю переробки цукрового буряка 2800 т на добу.

1.2 Природні умови

Територія головного підрозділу ТОВ Сігнет-Центр, що знаходиться в селі Андрушки, розташована в південно-східній частині Житомирської області в зоні Лісостепу. Поверхня місцевості переважно хвилясто-рівнинна, а рельєф на окремих частинах пасмово-горбистий із незначним коливанням висот та наявністю мікрозападин. Найвища точка населеного пункту складає 215 м над рівнем моря.

На території господарства переважає чагарникова рослинність, лісосмугові насадження, а також лісові покриви, де найбільшу частину становлять твердолистяні (дуб) та мяколистяні (береза, вільха, осика) породи дерев, а також хвойні (сосни та ялини).

Через село Андрушки протікає річка Паволочка.

Характерною особливістю природних умов на території господарства є їх зональність, що чітко проявляється у зміні ґрунтового та рослинного покриву, будови рельєфу та структури земельних угідь.

Територія ТОВ Сігнет-Центр розташована у вологій, помірно теплій агрокліматичній зоні із помірно-континентальним типом клімату, де переважає тепле вологе літо і м'яка хмарна зима. Середня багаторічна температура найхолоднішого місяця (січня) становить мінус 6°, найтеплішого (липня) +17 – +19 °. Середня річна температура становить +6 – +7°. Найбільші морози бувають у січні та лютому і досягають мінус 22°C. Тривалість безморозного періоду 150 – 170 днів. Тривалість періоду з середньодобовими температурами вище 0° становить 240 – 260 днів. Вегетаційний період (дні з середньою температурою повітря вище 5°) продовжується від другої декади квітня до третьої декади жовтня. Кількість опадів становить 600-650 мм. Найбільша кількість – навесні і влітку у вигляді дощу. Значної шкоди завдає господарству області таке метеорологічне явище як град (до шести днів за рік), сильні проливні дощі, посухи.

Сніговий покрив території переважно рівномірний (10 – 30 см) і триває 95 – 110 днів, але нестійкий через часті відлиги, а в останні роки скоротився

майже вдвічі у зв'язку із потеплінням клімату. В цілому він достатній для захисту озимини від вимерзання і накопичення ґрунтової вологи.

Відсутність високих гірських височин сприяє вільному переміщенню повітряних мас різного походження, що обумовлює значну мінливість погодних процесів в окремі сезони. Проте перехід від одного сезону року до другого, як правило, відбувається поступово.

1.4 Ґрунтові умови

Стан ґрунтів Житомирської області, зокрема і земельних угідь ТОВ Сігнет-Центр, не знаходиться в критичному стані, але екологічна криза, яка охопила Україну, в повній мірі торкнулася і їх. Ґрунти деградують під впливом ерозійних процесів, через надмірну кислотність ґрунтового розчину, втрату верхнього родючого шару ґрунту, наявності великої кількості радіоактивно забруднених ґрунтів.

Серед **зональних типів ґрунтів** за площею поширення переважають дерново-підзолисті ґрунти піщаного, глинисто-піщаного і супіщаного механічного складу, оглеєні (52,4% площі угідь господарства). В балках, долинах річок переважають дернові ґрунти, в заплавах і зниженнях рельєфу сформувалися болотні і торфово-болотні ґрунти. У південній частині господарства поширені сірі лісові, темно-сірі опідзолені ґрунти, а також чорноземи опідзолені, на лесових "островах" формуються ясно-сірі лісові ґрунти. Є невеликі масиви чорноземів малогумусних глибоких і неглибоких, вилугуваних.

1.5. СТРУКТУРА ПОСІВНИХ ПЛОЩ. ГА

Таблиця 1.1

Культури	2022р.		2023р.		2024р.	
	Площа	Урожай	Площа	Урожай	Площа	Урожай
	Га	Ц/ГА	Га	Ц/ГА	Га	Ц/ГА
Пшениця озима	8000	55	6000	65	5600	68
Кукурудза	14000	70	11000	78	13800	90
Соя	3000	23	6500	26	3800	33
Соняшник	4000	18	5000	23	4500	10
Цукровий буряк	3500	495	2800	558	3300	440

З наведеної таблиці можемо аналізувати, що більшість посівних площ займають посіви кукурудзи.

1.6. СКЛАД МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

Таблиця 1.2

Назва машини	Марка	Кількість
1	2	3
Трактори	CASE IH MAGNUM 340	18
	CASE IH QUADTRACK 600	2
	CASE IH MAXXUM 125	4
	MTZ 1221	8
	MTZ 892	6
Комбайни	CASE IH 6140	4
Обприскувачі	CASE IH Patriot 3030	8
Навантажувачі	JCB 541	6
Вантажні автомобілі	MAN TGX	8
	KAMAZ 51140	10
Сівалки	VADERSHTAD Rapid	6
	VADERSHTAD TEMPO	4
	KINZE 3600	6
Плуги	Pottinger Servo	2
Культиватори	Case ih tiger-mate	6
	Kompator Almarko	4
Розкидачі мін добрив	AMAZONE ZA-TS 3200	5
Дискові борони	CASE IH True-Tandem 375	2
	Gregoire Besson Normandie	8

З наведеної таблиці ми можемо зрозуміти, що господарство переважно використовує без відвальний обробіток ґрунту. Так як оранка є енергоємно затратним процесом, через це більшість господарств переходить на без відвальну технологію обробітку.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ С/Г КУЛЬТУР З ШИРОКО РЯДНИМ СПОСОБОМ СІВБИ

2.1 Технологічні вимоги, що до посіву широкорядних с/г культур.

Мають дотримуватися рівномірного розподілу і закладання насіння на відповідну глибину. Дотримуючись цих вимог для насінини створюються оптимальні умови проростання, що в подальшому впливає на високий показник з врожайності. Точний розподіл насіннин забезпечує рівномірність живлення

Рослин поживними речовинами, вологою, теплом і світлом. Це все в сучасному землеробстві можна переглянути на картах полів, картах врожайності і поживних речовин.

Також багато чого залежить від способу посіву, який використовується на господарстві за технологічними картами. Також використовують демо-ділянки де експериментують із різними типами посівів, після чого залишають ту технологію, яка показала найкращі результати з врожайності рослин.

Способом сівби являється тип розміщення посівного матеріалу у землі після проходу сівалки для оптимальної густоти рослин.

2.2 Типи посівів та їх характеристика

Є такі способи сівби:

-Рядковий спосіб являє собою рівномірне закладання насіння в рядок і загортання на рівномірну глибину, при такому посіві міжряддя становить 10-25 см, переважно (15 см).

-Вузькорядний спосіб сівби проводять із вузьким міжряддям (6.5-7.5 см).

-Перехресний спосіб сівби проводять із зменшенням норми висіву порівняно із звичайний, виконують його рядковими сівалками, які сіють спочатку

вздовж, а потім упоперек. Ну даний спосіб має і свої не доліки, не рівномірне загортання насіння, за збільшенням проходів збільшується

ущільнення ґрунту, на перехрестях посів згущується і можуть випривати посіви, збільшуються енерговитрати.

-Широкорядний посів-це спосіб із шириною міжряддя 30см і більше, що забезпечує більшу площу поживних речовин для живлення рослини. І забезпечує доступ до механізованого обробітку такого, як: захист рослин, підживлення рослин, покращення водно-повітряних режимів.

-Пунктирний спосіб сівби один із видів широкорядного способу сівби, так як відстань міжряддя становить від 45 см і рівномірно розміщене насіння з однаковою відстанню одне від одного в рядку. При таких умовах посіву забезпечується найкраще живлення рослин.

-Стрічковий спосіб сівби-це змішаний вузькорядний чи рядковий із широкорядним, де утворюються стрічки різних міжряддь, при такому посіві використовують рядні сівалки з спеціально розміщеними або перекритими висівними секціями.

-Гніздовий посів-різновид широкорядного посіву, при якому кілька насінин висаджують поспіль в окремі гнізда. Основні переваги гніздової системи перед широкорядною системою полягають у тому, що вона зменшує норму висіву та покращує живлення рослин поживними рештками. Сходи з'являються групами і легше проростають у поверхневому шарі ґрунту.

При гніздовому посіві використовують механічний міжрядний обробіток.

-Квадратно гніздовий посів характеризується тим що гнізда насіння знаходяться у кутах квадрата, Для цього використовують спеціальні сівалки, які забезпечують рівність міжряддь, як по вертикалі так і по горизонталі.

-Посів у борозну здебільшого використовують у посушливих районах, де зернина падає на дно борозенки і тим ближче знаходиться до вологи, це впливає на швидше проростання. В зимку в борозенках лежить сніг що захищає рослину від вимерзання.

Гребеневий спосіб це сівба в спеціально створених гребенях, які нагортають підгортальником. Такий спосіб краще сприяє забезпеченню рослині повітрям І теплом.

При посіві просапною сівалкою пунктирним способом за дотриманням усіх вимог сівалка повинна дотримуватись ширини відповідно заданої даним культурам. Сівалки для посіву цукрового буряку, сої, гороху, ріпаку допускається похибка зі зміщенням міжряддя ± 1.5 см, для тих міжряддів, які стикаються 4-5 см.

Обовязково при посіві повинний бути встановлений в тракторі термінал сівалки де можна відслідковувати картограму закладання насіння і відхилення інтервалу яке є допустимим в межах 15%. Під час посіву інтервал для цукрового буряку є межах 50%. При роботі більш широкорядних сівалок наприклад для кукурудзи або соняшника інтервал повинний бути в межах 0.5 см і має відповідати потраплянню насіння не менше чим 95%. При посіві просапних культур відхилення не має бути більшим за 5%.

Щоб забезпечити повні і дружні сходи рослин насіння загортають на глибину де йому буде достатньо елементів для кращого проростання.

При невідповідно заданому закладанні зерна в ґрунт, в подальшому можуть проявлятися нерівномірні сходи. Для відповідного посіву цукрового буряку насіння повинне лягати на вологу ущільнену подушку з відхиленням 0.5 см, а для посіву кукурудзи насіння має лягати на глибину відповідно прогрітої температурою із відхиленням до 1 см. Обовязково ґрунт над насіниною потрібно ущільнити за допомогою прикочуючого колеса .

Також не допускається травмування насінин висівними апаратами, Для маханічних відсоток допуску становить не більше 2% травмування, А для пневматичних 1%. Також щоб покращити врожай рослин використовують макро і мікро елементи у вигляді мінеральних добрив, які можуть вносити під час посіву. Добрива повинні залягати на 0.5-2 см під насіниною, а в сторони до 3см.

Перед посівом поле має бути максимально рівним, щоб забезпечити якісний посів, так як після сівалки мають залишатися максимально виражені рядочки. Також для заданих культур рядки мають бути максимально прямі з

Відхиленням 1 см на 10 м.

Щоб встигнути посіяти дані культури в строки посіву, сівалки точного висіву розроблені для високих робочих швидкостей тому перед посівом потрібно отримати технічно відповідний стан сівалки, що забезпечить відповідну робочу швидкість яка має сягати 3.0м/с.

2.3 Вибір сучасних сівалок та їх характеристики.

Вибір сучасних сівалок полягає в тому, щоб вони відповідали вашим вимогам, витримували робоче навантаження, відповідали технічним характеристикам трактора, були надійними, і відповідно до налаштувань висівали. Для цього потрібно вибирати сівалки від кращих виробників, які зарекомендували себе на ринку. Переважно це є сівалки закордонних виробників. Так як вони виготовлені з більш якісних комплектуючих, вони більш надійніші, мають більший ресурс роботи, і вони є більш технологічними в порівнянні із сівалками вітчизняними виробниками. Щоб більш зрозуміти сучасні технології ми зараз розглянемо сівалку Väderstad Tempo.



Рис .2.1. Väderstad Tempo

На даній схемі ми можемо більш широко розглянути робочі органи висівної секції сівалки Väderstad.

На сам перед маю сказати, що це нова технологія під назвою Väderstad ProStop сутність цієї технології полягає в тому, що вона забезпечує кращий контакт насіння із землею при великих робочих швидкостях.

Дана технологія працює за допомогою прикочуючого колеса з гумовими шпичками, що зменшує тиск на посівне ложе і насіння лягає на м'яку частину ложа.

Перша операція, яка відбувається при посіві цією сівалкою це прохід по поверхні поля переднім диском, який розташований на передньому кронштейні, який копіює поверхню поля за допомогою амортизатора, дана секція призначена для прорізання борозенки, яка з боків ущільнюється пластмасовими колесами з V-подібним розташування зразу після цієї секції розташовані очисники рядка, які очищають рядок від каменів і рослинних решток які можуть зашкодити якості посіву. Дальші розташований головний орган сівалки сошник, який складається з двох металевих дисків з V-подібним розташуванням, вони призначені для розширення борозенки і за допомогою насіннепровода який розташований між ними під високим пневматичним тиском закладається насіння на дно борозенки. Диски сошника кріпляться до прогумованих колес, які мають дві функції. Перша функція це контроль глибини посіву, яка змінюється за допомогою зміни положення кронштейна до якого кріпиться сам сошник, а друга функція це ущільнення країв борозенки. А саму борозенку ущільнює диск технології ProStop, який зміщений назад. Після секції яка відповідає за посів, розташована секція для внесення мінеральних добрив. Конструкція її складається із анкерного сошника який кладе міндобриво над насінною і прикочується за допомогою ущільнюючих колес, які розташовані по заду. Цей тип сівалки здатний працювати у всіх типах ґрунтів, як на сильно ущільнених так і на ґрунтах із розсипчастою структурою. Також добре виконує свою роботу на засмічених ділянках, так як зараз великою

проблемою на полях є камінь, який виходить на поверхню поля із материнської породи, він може пошкодити сошник, То щоб це уникнути на сучасні сівалки встановлюють очисники ряду, які можемо розглянути на мал 1.2.

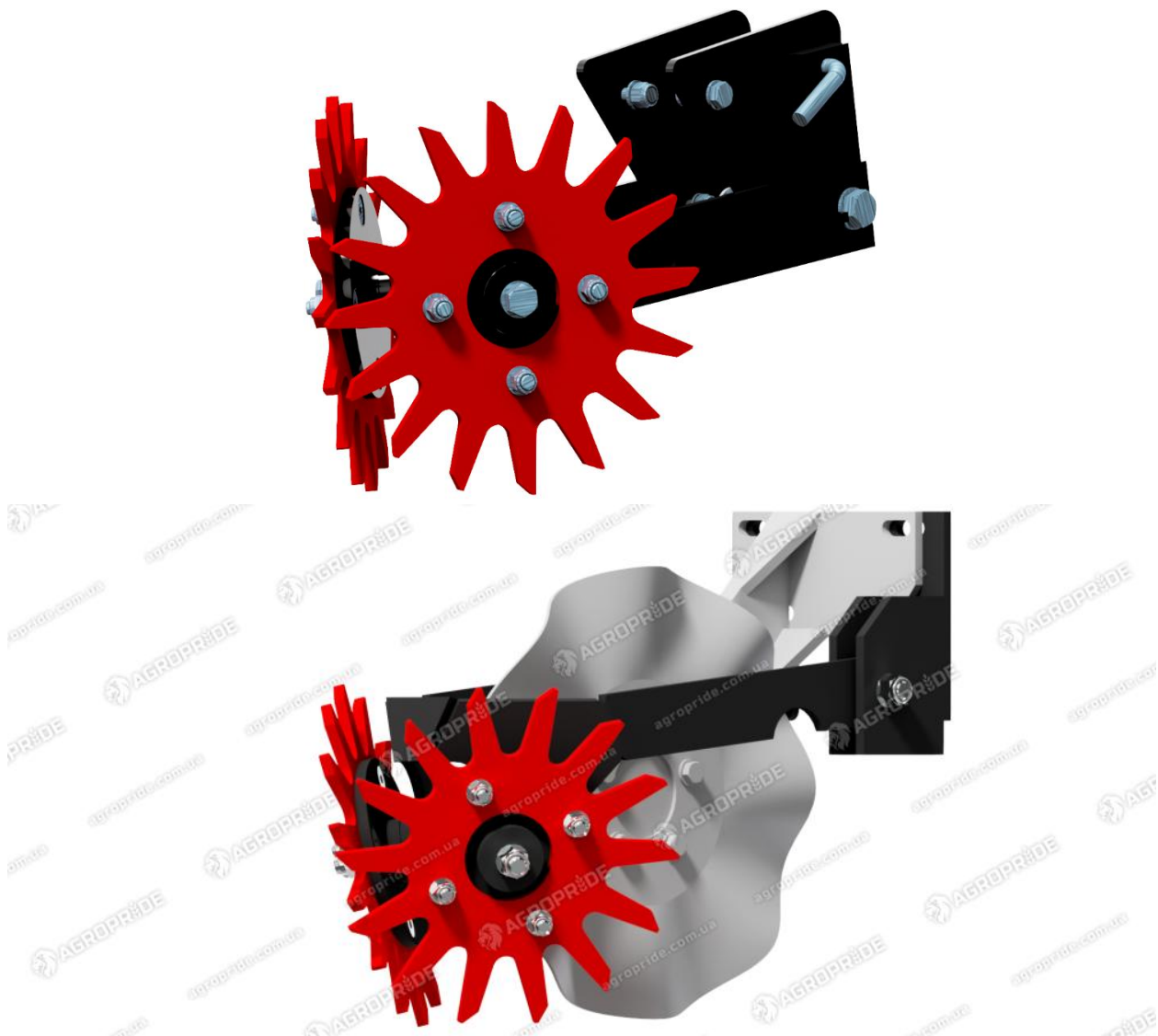


Рис 2.2 Очисник ряду сівалки John Deere 7000

Також очисники рядків можуть працювати в парі з колтером, як ми бачимо на нижньому фото. Колтер являє собою диск із хвилястою поверхнею, також його ще називають під терміном Турбо-диск він частково розпушує верхній шар ґрунту перед проходом сошника створюючи для нього борозенку. Виготовлені вони із високоякісної загартованої сталі. Регулюються відповідно до глибини посіву. Колтера можуть бути

встановлені попереду, в парі, позаду рядо-очисників або взагалі можуть бути відсутніми. Також можуть встановлюватись, як додаткова функція.

2.4 Будова та різновид сошників сівалок.

Найбільше на якість посіву впливають сошники сівалок, вони можуть бути декількох типів. Анкерні, долото-подібні, одно та дводискові.

На просапні сівалки більшість виробників встановлюють сошники дводискового типу, так як за такого типу сошників відбувається рівно мірне висівання насінин, які мінімально зміщуються в сторони, і залягають на рівномірну глибину.

Рисунок



Рис 2.3. Сошник Дводискового типу компанії POTTINGER

Як ми бачимо на фото сошник являє собою два диски, які встановлені на ступицях і кріпляться до кронштейна рами, між дисками встановлений

зернопрвід. Один із дисків виставлений на 5мм в перед іншого, це забезпечує самозагострення диска за допомогою тертя об інший диск, коли інший диск

Затуплюється то він переставляється на місце загостреного диска і так в подальшому по чергово змінюють диски.

Детальна будова висівної секції Kinze

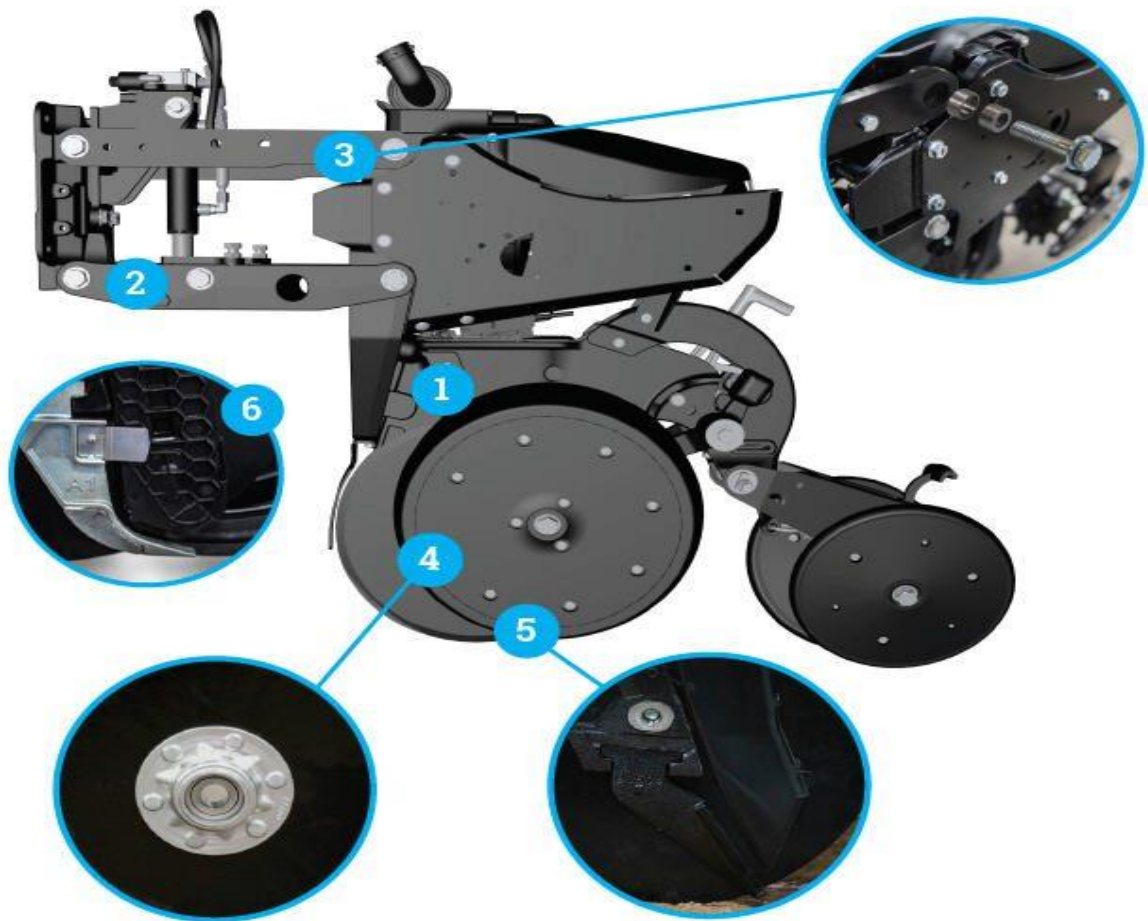


Рис 2.4. Комплектуючі висівної секції сівалки Кінзе

1.Чавунні хвостовики для більшої надійності та довговічності. 2. 12-дюймовий хід висівного агрегату забезпечує ідеальну глибину посіву на різних рельєфах

3.Подвійні паралельні втулки важеля з більшою площею зносу, щоб уникнути заміни важеля 4.Дворядний дисковий сошник для підвищення довговічності

5.Покращений матеріал скребка служить вдвічі довше, ніж внутрішній скребок серії '00 6.Скребок True Speed.

Для того, щоб уникнути не рівномірного проростання рослин встановлюють язички, які прижимають насінину на задану глибину в борозенці, ми можемо розглянути їх будову на фото нижче.

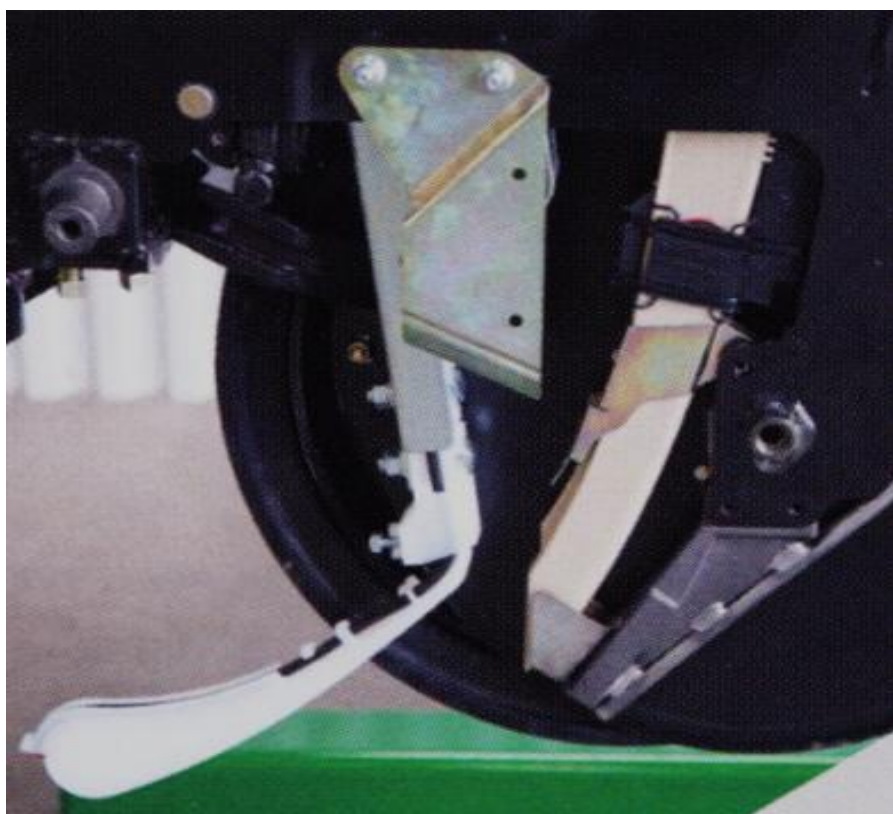


Рис 2.5. Полозок для ущільнення насінини



Рис 2.6. Полозок компанії «Precision Planting»

Також на них можна встановлювати трубки для внесення рідких добрив, що зменшує енергозатрати господарства, будову ми можемо розглянути на фото нижче.



Рис 2.7. Полозок із конструкцією для внесення рідких добрив.

Як ми бачимо трубка на кінці роздвоєна, це потрібно щоб добриво попадало не на саму насініну, а розливалось на сторони, це потрібно для того щоб

насінина рівномірно засвоювала мікро і макро елементи які є в даному добриві.



а

б

Рис .2.7. На цих двох фото ми можемо порівняти ущільнення насінини у борозенці до(а) і після(б) проходу прижимного язичка.

Також можемо розгляну будову сошників сівалок виробника AMAZONE вони використали іншу технологію ущільнення, у них язичок створює квадратну форму борозенки яку потім стискають тим і ущільнюють рядок прикочуючі колеса V-подібного розташування. Вони виготовлені із гуми через що на них погано налипає ґрунт із підвищеною вологістю.

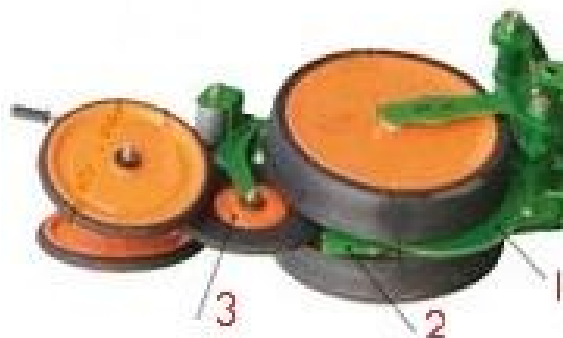


Рис. 2.8. Сошник сівалки Amazone EDX

Французький виробник сільсько-господарського обладнання QUIVOGNE на свої сівалки встановлює металеві ущільнюючі колеса, як ми можемо бачити на фото нижче.



Рис 2.9. Сівалка Просем

Таке рішення виробником було прийнято тому що сівалка може працювати в більш агресивних умовах посіву без попереднього обробітку ґрунту, по технології NO-TILL.

Також можуть встановлюватись ущільнюючі колеса пальчикового типу, як ми можемо бачити на фото нижче.



Рис 2.10. HORSH MAESTRO



Рис 2.11. Kinze 5900

Kverneland monopill

При використанні даної конструкції кожний палець індивідуально прижимає насінину до посівного ложе і ущільнює ґрунт тільки там де це потрібно.

V-подібне розміщення також дозволяє колесам самоочищатися при посіві у вологому ґрунті.

Для твердих ґрунтів Американський виробник сівалок Great Plains розробив свій тип ущільнюючих коліс, яку ми можемо розглянути на фото нижче.

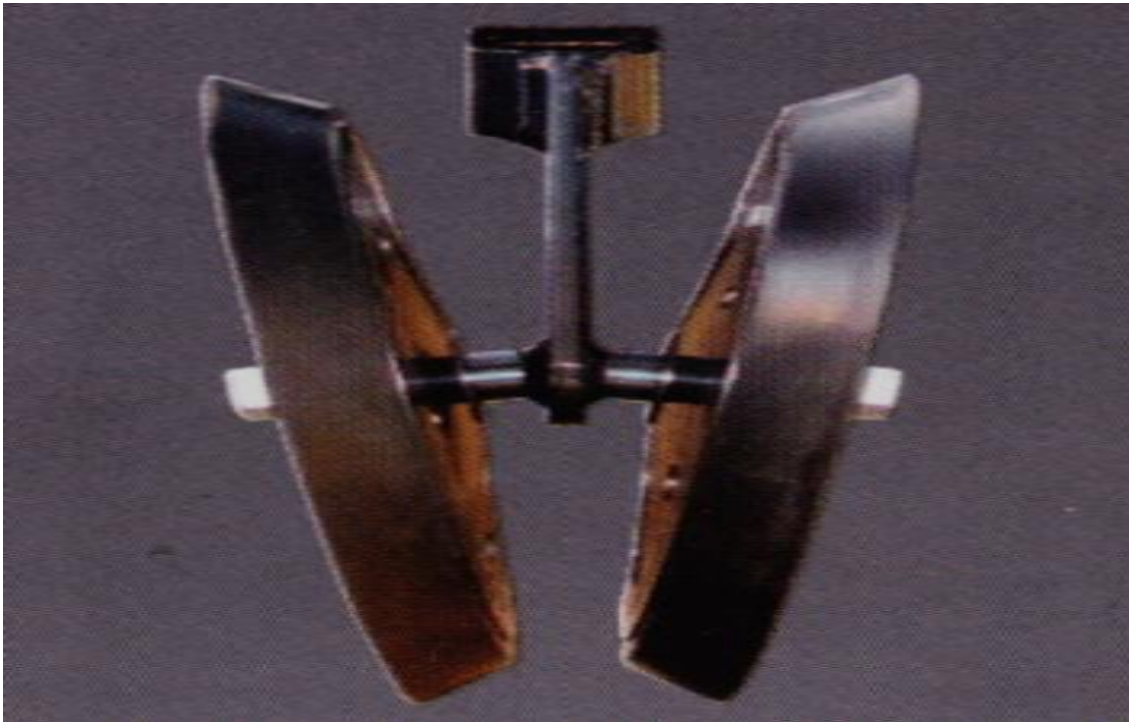


Рис 2.12 Клиновидні прикочуючі колеса Great Plains

Клиновидна форма прикочуючих коліс дозволяє відрізати твердий ґрунт із двох сторін рядка і ущільнювати його в рядок. Також можемо розглянути інші

типи катків які виготовляє компанія Great Plains.



а



в

Рис. 2.13 Прикочувальні колеса Great Plains:

а) V- подібний обгумований; в) пальчастий

Також можемо розглянути атмосферні прикочуючі колеса компанії ТОДАК



Рис 2.14 атмосферні прикочуючі колеса

Вони були розроблені для посіву у полях забруднених камінням. При наїзді на камінь дане колесо копіює поверхню каменя і тим поглинає удар об нього.

Також можемо розглянути катки від компанії MONOSEM



а

б

Рис 2.15 Котки сівалок MONOSEM: а) металеві б) гумові (вузькі та широкі).

2.5 Складові для копіювання поверхні поля.

Для того, щоб сівалка копіювала поверхню поля і уникала нерівномірного залягання насіння, на кожен секцію сівалки встановлюють підвіску плавності ходу якої контролюється за допомогою амортизатора, Амортизатори можуть бути механічні, пневматичні і гідравлічні. Також для відповідного заглиблення сошників встановлюють довантажувачі секцій. Вони являють собою пружини, пневмо-подушки, гідроциліндри. Регулювання пневмо довантажувачів здійснюється за допомогою зміни тиску

в подушці. А у гідравлічних на шток гідроциліндра встановлюють регулюючі шайби, глибина змінюється від кількості встановлених шайб.

Компанія precision Planting розробила свою систему під назвою AirFo

Компанія Great Plains представила свій варіант пневматичного довантажувача тиск якого регулюється в терміналі в кабіні трактора. Можемо переглянути на фото нижче.

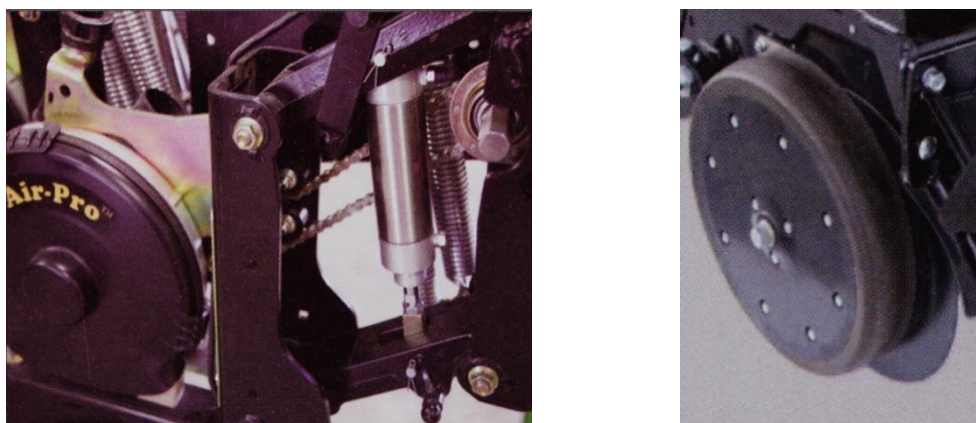


Рис 2.16. Загальний вигляд системи

Компанія KINZE повністю відмовилась від класичних пружин в системі довантаження підвіски, і розпочала виготовлення сівалок на пневматичних подушках.

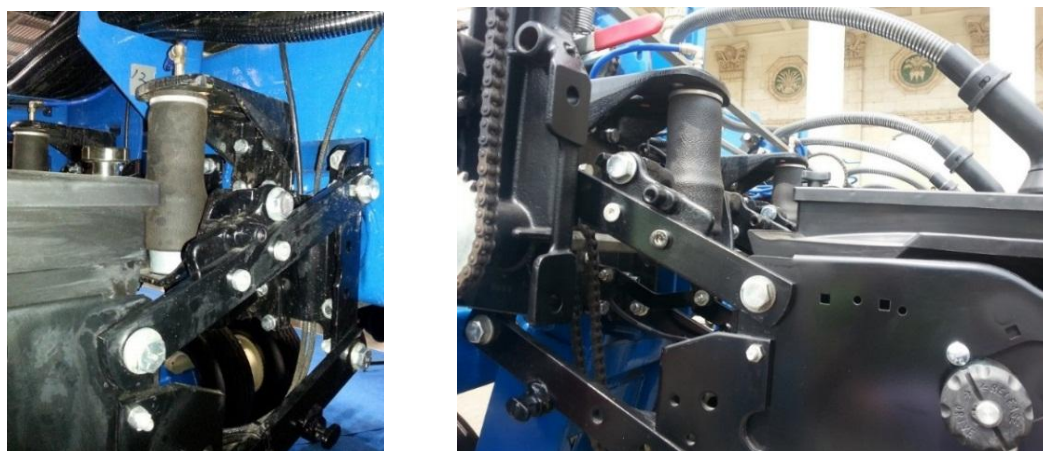


Рис 2.17. Пневмоподушки від KINZE

Також такий спосіб регулювання тиску використовують і інші виробники . John Deere, Case ih.



Рис 2.18. Пневмо-подушки сівалки John Deere.

Виробник систем точного землеробства PRECISION PLANTING запропонував свою новинку на ринку під назвою AirForce яка може контролювати тиск секцій автоматично за допомогою датчиків які виміряють тиск і дані відправляють у блок керування сівалки. Також ця компанія встановлює гідравлічні системи довантаження під назвою Delta Force (Рис. 1.18). Ця система працює за допомогою датчиків які індивідуально встановлені на кожній секції і виміряють навантаження секції, після того подають сигнал на гідро-розподільник який скеровує потоки оливи до відповідних гідроциліндрів.



а

б

Рис 2.19. Система Delta Force

Але все ж таки у вище згаданих системах є одна проблема, яка пов'язує усіх виробників, вона полягає в тому, що вимірюється робоча глибина сошника, а не залягання насінини в борозенці.

2.6 Вимоги до робочих процесів

Для отримання високого врожаю є три базових вимоги щодо технологічних процесів: Якісно виконаний передпосівний обробіток ґрунту, добрива відповідно до норми внесення і якісний посів.

Передпосівний обробіток ґрунту включає в себе оранку, закриття вологи, ну найближчою операцією до посіву є перед посівна культивуація, яка проводиться культиваторами або спеціальними причіпними комплексами, що включають в себе декілька механізованих робіт за один прохід, такими агрегатими являються Компактомати і Європаки.

Основними вимогами до них є глибина обробітку ґрунту на глибину посіву, вирівнювання площі, і розбивання грудки. Перед посівну культивуацію слід проводити не більше чим за дві години до посіву, грудка повинна бути мілкою не більшою за насінину яку висіваєм, якщо буде велика грудка вона може посприяти проростанню рослини, культивуацію потрібно проводити упоперек до оранки, якщо це дозволяє площа обробітку, а посів потрібно проводити під кутом до 10 градусів відповідно до культивуації це дозволяє краще загортання насіння і видно слід маркера сівалки.

Внесення добрив

Проблемою розкидання мінеральних добрив розкидачами, полягає в тому що воно на 25 процентів нерівно розподіляється на полі. Можуть бути пропуски між заїнками, або перекриття заїнок що допускається до 7 % ширини розкидання. Тому краще вносити добрива сівалкою під час посіву, перевага в тому що добриво розміщується прямо в рядок біля насінини. Також перевагою є те що добриво потрапляє уже в ґрунт у вологу подушку де взаємодіючи з вологою краще засвоюється і мінімально може втратити свої фізико-хімічні властивості, які потрібні для росту рослини, на відміну від

поверхневого розкидання, де для потрапляння в ґрунт корисних елементів потрібні підвищена вологість або опади.

Щоб забезпечити відповідний до вимог посів потрібно дотримуватись технологічних правил при посівних роботах. Насамперед перше що впливає на врожай це строки посіву, так як у відповідні строки посіву забезпечуються найкращі умови для проростання рослини і подальшої вегетації, якщо строки посіву ранні то зерно буде лежати в землі і чекати відповідної температури ґрунту для проростання, втрачаючи тим свою енергію проростання, також ранні всходи можуть вимерзнути від ранкових весняних заморозків. Пізні строки небезпечні високим температурним режимом і не достатньою вологістю, через що спричиняється затримання у проростанні або взагалі може не прорости і затримки в подальшому розвитку рослини. Тому при запізнілому посіві потрібно висівати на більшу глибину і зменшувати норму висіву для кращого розподілу вологи між рослинам.



Рис 2.20. Посіви кукурудзи за сприятливих умов

РОЗДІЛ 3

СОШНИКИ ТА ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЯ ШЛЯХОМ РОЗРАХУНКІВ ТА ВИПРОБУВАНЬ

3.1 Параметри і розрахунок точності сівби.

При огляді випробувань лабораторними і польовими методами було припущено висновок, що просапні культури такі як кукурудза, соняшник, цукровий буряк сильно вибагливі до рівномірного розташування один від одного в погонному рядку за пунктирною схемою посіву. Для цього у просапних сівалках у висівному апараті встановлений диск із відповідною кількістю отворів і рівномірно заданою дистанцією між отворами для різних культур різна частота і розмір отворів. Даний диск обертається і за допомогою вакуумної системи забирає насінину за допомогою отвору із насіневого ящика,

Потім насінина спеціальним чистиком скидається у насіневий провід і летить під потоком повітря до сошника. Також до отвору в диску може притягуватись по дві і більше насінини, що є не припустимим для цього встановлені ще один чистик, який скидає двійники.

Вчений в галузі рослинництва І.П. Іоаніді, дослідив Вщо способи сівби впливають на врожай, наприклад урожай кукурудзи на зерно зростає на 25-50%, а на силос на 20-40% . С.Д. Полонецкій припускає, що при рівномірному розміщенні цукрового буряка можна збільшити урожайність до 40% і тільки за рахунок точного висіву можна отримати посіви, які не потрібно проріджувати. Щоб отримати точну відстань між рослина, при пунктирній сівбі її розраховують за формулою

$$l = V_m t$$

де: V_m – швидкість руху сівалки;

t – сумарна величина часу подачі насіння висівним диском до точки скидання, часу проходження насінини в насіннепроводі, часу падіння насінини до дна борізки і часу фіксації насінини на дні борізки.

Часом дисперсії подачі насінини в точку скидання між інтервалами складає 10%. Одним із найбільших факторів вважається протягування насінини по дну борозенки, що впливає на ступінь розрахованого інтервалу часу, що являється найбільшим впливом на інтервал і сягає 63%. Також не менш важливим фактором, який потрібно включати являється рух насіння в насіннепроводі що складає 27.8%, і 1.5%. падіння насінини із сошника до дна борозенки.

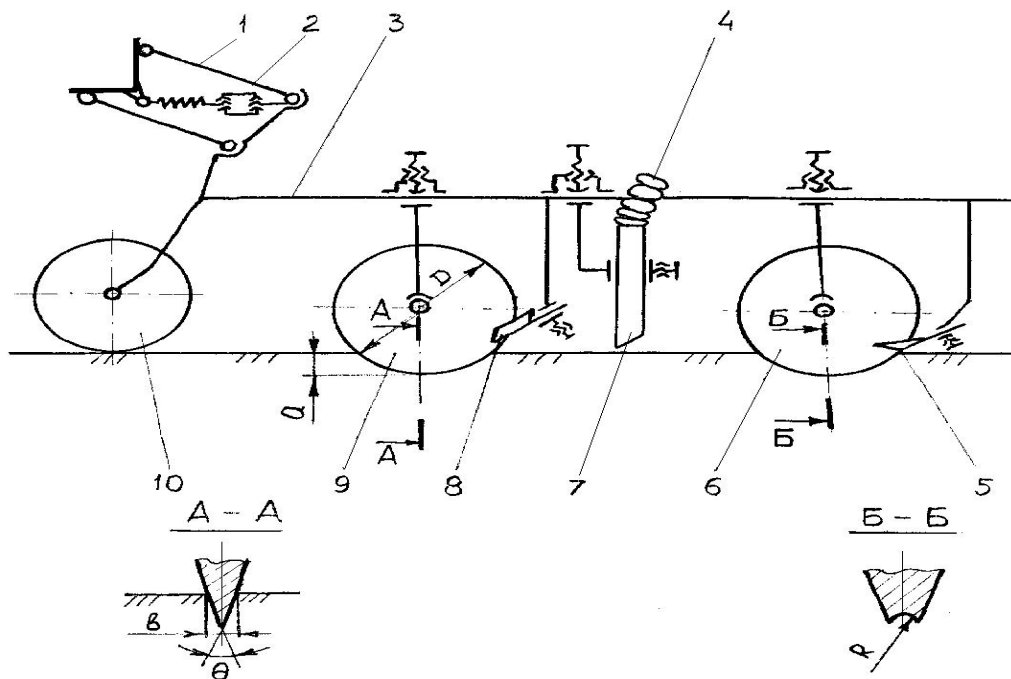


Рис 3.1 Робочі органи двох фазної сівалки

- 1-Підвіска 2-Пружина підвіски 3-Повідець 4-Насіннепровод 5.8-
Чистики
6-Ущільнюючий диск 7-Напрямник 9-Диск 10-Копіююче колесо

З вище показаної нам схеми можемо зрозуміти що роль копіювальника поверхні і робочого положення ущільнюючого колеса виконує диск для прорізання борозенки.

При посіві диск який встановлений після копіюючого колеса прорізає в землі борозенку, в яку за допомогою напрямної трубки сошника потрапляє зернина і закріплюється між стінками борозенки. Ущільнюючий диск зрізає землю по краях борозенки і закидає тим насіння в борозні і полозком корегує глибину насіння після того ущільнюючи землю прикочуючим колесом.

Щоб двофазна сошниковая система працювала відповідно до норми її робочих органів вони розраховуються за певними параметрами. Диск із скошеними краями який прорізає борозенку має прорізати борозенку відповідну до того щоб насіння яке падає чітко закріплювалось ближче до дна між стінками борозенки. Для цього нам потрібно розрахувати.

$$b = 2a \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}, \quad (3.1)$$

де b - ширина борозенки на поверхні ґрунту,

a - глибина борозенки (менша за глибину заробки насіння),

θ - кут конусності диска.

Для надійної фіксації насіння у щілині повинна бути виконана умова:

$$\frac{\theta}{2} < \varphi_1, \quad (3.2)$$

де φ_1 - кут тертя зернини по поверхні ґрунту.

Робочі характеристики диска, диск має прорізати борозенку, щоб вона була у верхній частині ширшою за довжину зерна. А клиноподібний ніж диска мав відповідати глибині посіву культури.

Ущільнюючі диски мають бути виготовлені із такого металу, що забезпечить мінімальні сили тертя об ґрунт. Грані диска мають форму жолоба b_1

За допомогою нього і зрізаються краї борозенки, що потім ущільнюються. Кут диска має становити $\gamma=3-6$ градусів.

Кут радіусу жолоба позначається R , щоб він відповідав робочим вимогам кут дотичної до дуги жолоба A має бути меншим чим кут тертя землі об диск φ , тобто $\alpha < \varphi$. За заданими умовами диск не має контактувати із насіниною, а має ущільнювати її через шар землі.

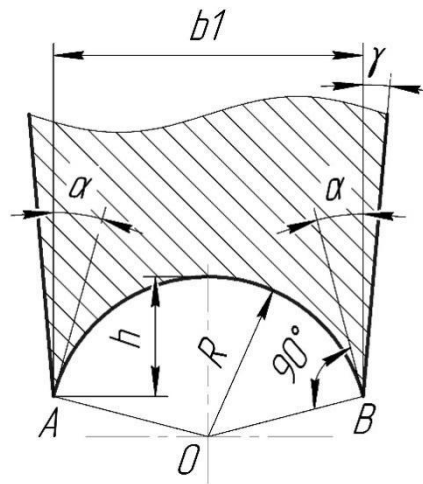


Рис 3.2 Форма профілю ущільнюючого диска:

b_1 – ширина жолоба; γ – кут конусності диска; R – радіус жолоба; O – центр дуги жолоба;

Співвідношення глибини жолоба ущільнюючого диску.

$$h=R (1-\sin\alpha)$$

Графічний метод визначення радіусу та центра кривизни жолоба відбувається за допомогою вимірів. Беруть відрізки AB і від їх кінців проводять дві вертикальні і дві похилі під кутом α . Після чого будують перпендикуляр від похилих AB до перетину. Перетин буде слугувати точкою O що визначає центр кривизни і радіус.

3.2 Визначення характеру динаміки сівалки під час роботи.

Щоб отримати параметри руху висівних секцій сівалки потрібно провести аналіз поверхні поля, цим важливим елементом процесу є аналіз коливань від початку роботи і до завершення аналізу. Після того складається схема аналізу висіву. Аналіз будемо проводити на сівалці двох фазного типу.

Для розрахунку потрібно використовувати систему координат, за координатами $O Z X$, швидкість позначається V , Центр маси прорізаючого диска O_1 і ущільнюючого O_2 , коливання поводків кутів β_1 і β_2 розраховують за Z_1 і Z_2 також за зміщенням цих координат зміщується рух диска по поверхні поля. Підвіска має складатися із пружини c_2 і демпфера d . Елемент під позначкою lan відповідає за чітку роботу ущільнюючого колеса. Завдяки цим елементам сівалка добре копіює поверхню поля за допомогою диска що утворює борозну і ущільнюючого колеса.

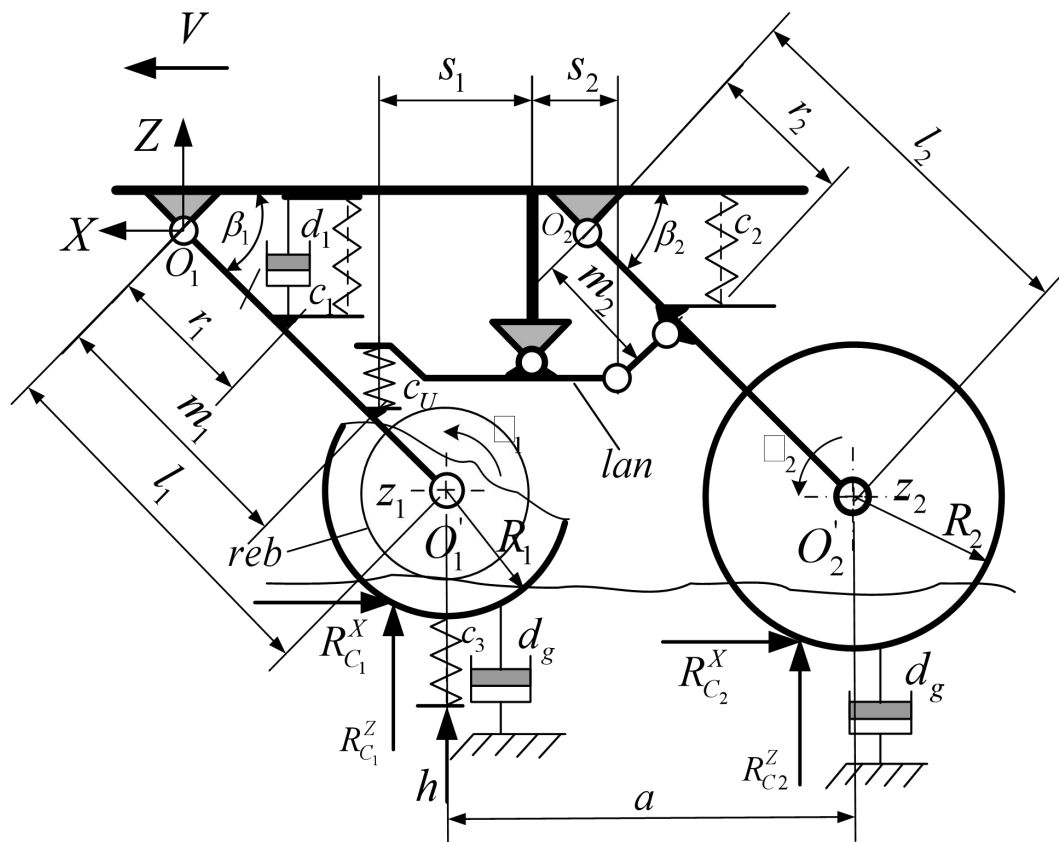


Рис 3.3 Еквівалентна схема сошникової сівалки двофазного посіву

Завдяки рівнянню Лагранжа ми можемо розрахувати динаміку нерівностей площі поля.

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} + Q_{q_i} \quad (3.3)$$

де T і Π - кінетична та потенціальна енергії, відповідно,

Φ - дисипативна функція,

q_i - узагальнені координати,

Q_{q_i} - узагальнена сила

Для розрахунку вибраного нами типу сошника є певна система, яку розраховують за допомогою координат z_1 і z_2 . Енергія центру маси поступальних рухів O_1 і O_2 диску і ущільнюючого колеса. Кутові варіації позначаються w_1 і w_2 :

$$T = \frac{1}{2} \left(M_1 (\dot{z}_1^2 + (\tan[\beta_1] \dot{z}_1)^2) + M_2 (\dot{z}_2^2 + (\tan[\beta_2] \dot{z}_2)^2) + I_1 w_1^2 + I_2 w_2^2 \right) \quad (3.4)$$

де M_1, M_2 - маса щілиноутворювача та ущільнюючого диска, відповідно;

I_1, I_2 - момент інерції щілиноутворювача та ущільнюючого диска відносно їх осей обертання,

Δw_1 та Δw_2 - зміна швидкостей обертання щілиноутворювача та ущільнюючого диска, обумовлені роботою радіальних підвісок при копіюванні нерівностей поля.

Варіації швидкостей w_1 та w_2 визначаються виразами:

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{\tan(\beta_1) \dot{z}_1}{R_1}; \\ w_2 &= \frac{\tan(\beta_2) \dot{z}_2}{R_2}. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Після підстановки рівняння (2.6) у (2.5) отримаємо:

$$T = \frac{1}{2} \left(\frac{I_1 \tan[\beta_1]^2 \dot{z}_1[t]^2}{R_1^2} + M_1 (\dot{z}_1[t]^2 + \tan[\beta_1]^2 \dot{z}_1[t]^2) + \frac{I_2 \tan[\beta_2]^2 \dot{z}_2[t]^2}{R_2^2} + M_2 (\dot{z}_2[t]^2 + \tan[\beta_2]^2 \dot{z}_2[t]^2) \right) \quad (3.6)$$

Розміщення центру маси 01 і 02 має вплив на залежність потенціальної енергії систем. Так може мати залежність від зміни будови елементів підвіски наприклад: органи довантаження на сошник. Потенціальна енергія системи розраховується за рівнянням:

$$\Pi = M_1 g z_1 + M_2 g z_2 + \frac{1}{2} c_1 \frac{r_1}{l_1} z_1^2 + c_2 \frac{r_2}{l_2} z_2^2 + c_U \Delta_U^2 + c_g (z_1 - h)^2 \quad (3.7)$$

де c_U - коефіцієнт жорсткості механізму підтримання положення вдавлювального диска;

Δ_U - деформація пружини механізму підтримання положення вдавлювального диска.

Приклад розрахунку деформації

$$\Delta_U = z_1 \frac{m_1 s_2}{l_1 (s_1 + s_2)} + z_2 \frac{m_2 s_1}{l_2 (s_1 + s_2)} \quad (3.8)$$

З попередньо розрахованими виразами ми отримуємо:

$$\Pi = G_1 z_1(t) + G_2 z_2(t) + \frac{1}{2} \left(\frac{c_g (z_1(t) - h \sin(t\omega))^2}{\frac{c_1 r_1 z_1(t)^2}{l_1} + \frac{c_2 r_2 z_2(t)^2}{l_2}} + \frac{1}{2} c_U \frac{\frac{m_1 s_2 z_1(t)}{l_1 (s_1 + s_2)} + \frac{m_2 s_1 z_2(t)}{l_2 (s_1 + s_2)}}{2} \right) \quad (3.9)$$

Щоб зменшити силу коливань, системи які визначають рівень коливання створюють дисипативні поштовхи, які стабілізують силу коливань. Також дану методику можуть називати розсіюванням коливань.

Вона розраховується за виразом:

$$\Phi = \frac{1}{2} d_g (\dot{z}_1^2 + \dot{z}_2^2) + d_1 \frac{r_1}{l_1} \dot{z}_1^2 \quad (3.10)$$

Розрахунок часткової похідної за координатами z_1 та z_2 :

$$\Phi = \frac{1}{2} \frac{d_1 r_1 \dot{z}_1 [t]^2}{l_1} + d_g (\dot{z}_1 [t]^2 + \dot{z}_2 [t]^2) \quad (3.11)$$

Також можемо припускати, що переміщення, які утворюються шляхом переміщення координат можуть також бути припущеними, як коефіцієнт узагальненої сили. Також щілино утворювачам і ущільнюючим колесам має відповідати узагальненій силі координат z_1 і z_2 яка має бути рівною.

$$Q + R_{C_1}^Z + R_{C_2}^Z + \tan(\beta_1) R_{C_1}^X + \tan(\beta_2) R_{C_2}^X \quad (3.12)$$

Складова $\frac{\partial T}{\partial q_i}$ яка буде мати такий вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial(z_1, z_2)} = 0 \quad (3.13)$$

Тож із розрахунку попередніх прикладів і перетворень ми отримуємо рівняння диференціального руху для двофазної сівалки по нерівній поверхні поля, що має вигляд:

$$\begin{aligned}
G1 + \frac{1}{2} \frac{2c_1 r_1 z_1 [t]}{l_1} + \frac{c_U m_1 s_2 \frac{m_1 s_2 z_1 [t]}{l_1 (s_1 + s_2)} + \frac{m_2 s_1 z_2 [t]}{l_2 (s_1 + s_2)}}{l_1 (s_1 + s_2)} + \frac{(d_g l_1 + d_1 r_1) \dot{z}_1 [t]}{l_1} + \frac{1}{2} \frac{2I_1 \tan[\beta_1]^2 \ddot{z}_1 [t]}{R_1^2} + \frac{M_1 (2\ddot{z}_1 [t] + 2 \tan[\beta_1]^2 \dot{z}_1 [t])}{2 \tan[\beta_1]^2 \dot{z}_1 [t]} &= \\
= R_{C_1}^Z + \tan(\beta_1) R_{C_1}^X; \\
G2 + \frac{c_2 r_2 z_2 [t]}{l_2} + \frac{c_U m_2 s_1 \frac{m_1 s_2 z_1 [t]}{l_1 (s_1 + s_2)} + \frac{m_2 s_1 z_2 [t]}{l_2 (s_1 + s_2)}}{l_2 (s_1 + s_2)} + d_g \dot{z}_2 [t] + \frac{1}{2} \frac{2I_2 \tan[\beta_2]^2 \ddot{z}_2 [t]}{R_2^2} + M_2 (2\ddot{z}_2 [t] + 2 \tan[\beta_2]^2 \dot{z}_2 [t]) &= \\
= R_{C_2}^Z + R_{C_2}^X \tan[\beta_2];
\end{aligned}$$

Дане рівняння для точних розрахунків потрібно розраховувати ретельно вимірними результатами поверхні поля щоб досягти точності посіву. Їх потрібно заміряти під час або після передпосівної культивуації.

$$q_h = h \sin(\omega t) + \frac{1}{6} \sin(\omega t) \quad (3.15)$$

де h - амплітуда нерівностей;

ω - частота нерівностей на заданій швидкості.

Друга частина розрахунку складається із визначення високочастотних нерівностей поля.

3.3 Розрахунок корекції ущільнюючого диска.

Амплітуда поверхні поля h при швидкості руху v і опорі тертя сошників об ґрунт R , зазначає, що функціонування сошникової системи буде забезпечена відповідними умовами за допомогою важеля зворотнього зв'язку l_{ap} . Також великий вплив відіграє тип ґрунту, структура, і вологість. Також маємо розуміти, що наведені нами властивості можуть бути різними на площі поля. Це повинно враховуватись у систему машини-поле висівного агрегатом, що має із відповідним місцем розташування ще керуватися глибиною посіву, і іншими задачами, що включають в себе систему точного землеробства. При використанні двофазної сошникової системи, слід використовувати карти

поля для посівних робіт де визначається стан ґрунту за місцем перебування. Ця система працює за технологіями точного землеробства, що збільшує ефект від посіву і корегує роботу сошників.

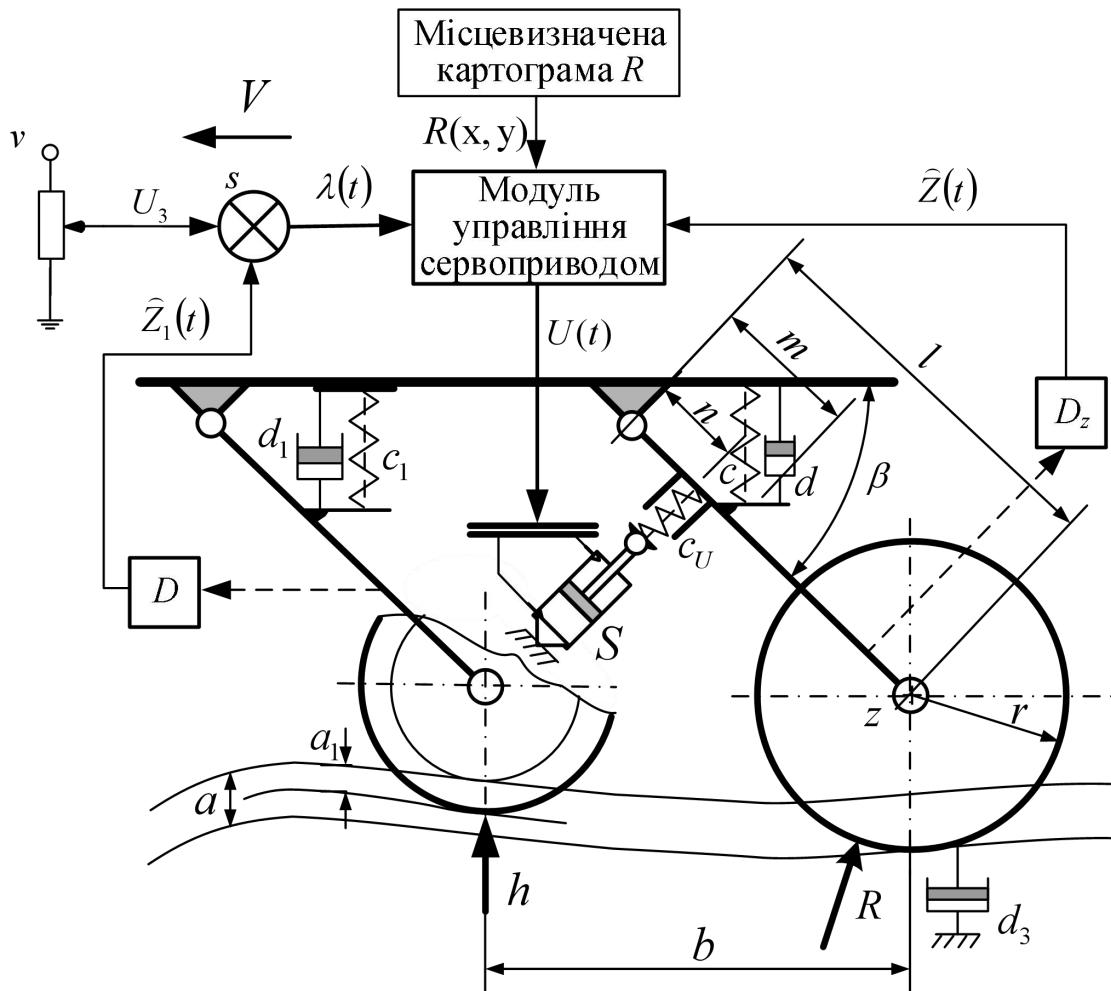


Рис 3.4 Схема сошникової системи з автоматизованою системою коригування ущільнюючого диска

Сигнал положення датчика D за допомогою суматора s відповідає за положення борозно утворювача. Сервопривод також керується за допомогою суматора який має сигнал $\lambda(t)$ що налаштовується в ручну. Даний модуль ще керує сигналом зворотного зв'язку $\hat{Z}(t)$ від датчика поточного положення ущільнюючого диска і сигналом $R(x, y)$. Сигнал R працює за точним положенням машинно-тракторного агрегату за картами щільності ґрунту.

3.4 Системи імітації роботи двофазних сошників.

Щоб випробувати сошникову систему в різних режимах роботи наприклад: Амплітуди нерівності, Маса висівних елементів, коефіцієнт підсилення та інш. Використовують імітаційне моделювання, яке визначає можливості сівалки.

Рух механічної двофазної сівалки розраховується за диференціальним рівнянням Рунге-Кутта 4-го порядку.

Стійкість чисельного рішення забезпечується інтервалом часу зміни 0.01

Вихідні дані для розрахунку за швидкістю сівалки $V=2\text{м/с}$ та відстані $a=0.42\text{м}$ наведено в таблиці.

Таблиця 3.1

Конструктивні параметри сошникової системи 2-фазного способу сівби

Вимір	Значення	Вимір	Значення	Вимір	Значення
β_1 , рад.	0,55	I_1 , кг м ²	0,7	c_2 , кН/м	300
β_2 , рад.	0,55	I_2 , кг м ²	0,6	c_3 , кН/м	800
h , м	0,03	R_1 , м	0,14	c_U , кН/м	900
M_1 , кг	10	R_2 , м	0,18	d_1 , Н с/м	350
M_2 , кг	12	c_1 , кН/м	100	d_g , Н с/м	350
$R_{C_1}^Z$, Н	85	$R_{C_2}^Z$, Н	90	$R_{C_1}^X$, Н	10
$R_{C_2}^X$, Н	15	l_1 , м	0,4	l_2 , м	0,5
m , м	0,2	m_2 , м	0,2	s_1 , м	0,15
s_2 , м	0,1	r_1 , м	0,15	r_2 , м	0,15

Після проведення комп'ютерного моделювання поведінки сошників, з метою виявлення і усунення проблем, було визначено, пружини занадто жорсткі для даної сівалки, і їх необхідно зменшити до 300 кН/м. Через дану помилку борозне утворювач копіює поверхню із запізненням на 1.5с. І погано контролює частоту зміни поверхні робочої ділянки. Що не задовільно впливає на глибину посіву.

На рис 3.5 зображено вигляд профілів нерівності робочої ділянки та зміщення z_1 та z_2 протягом 5 с.

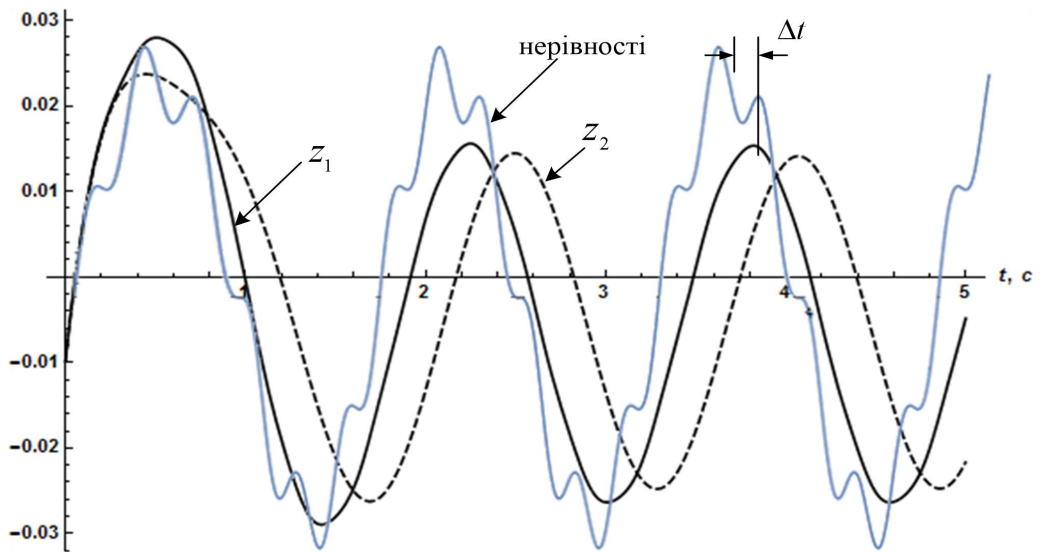


Рис 3.5 Діаграма нерівності поверхні поля та координати z_1 та z_2

Після проведення заміни невідповідних робочих органів час зменшився до 0.8 с що є в межах відповідності якісному копіюванню.

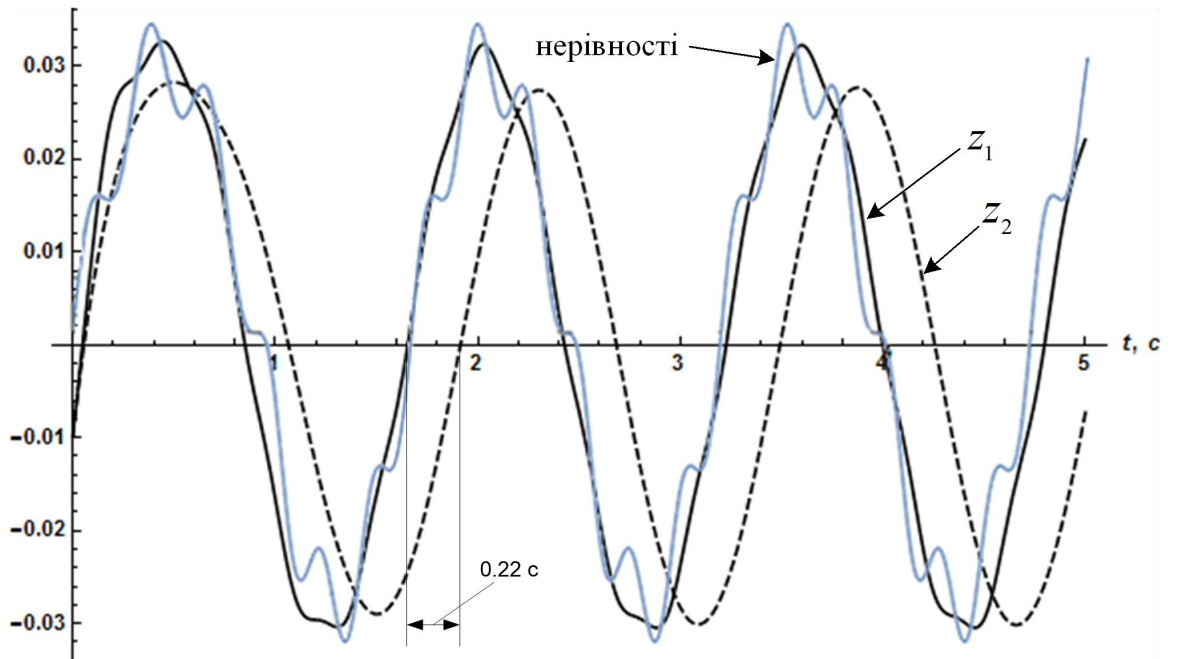


Рис. 3.6 Координати z_1 та z_2 переміщення щілино утворювача і ущільнюючого колеса.

Копіювання руху борозно утворювача за, що відповідає Ущільнюючий диск відбувається із затриманням на 0.23 секунди, що є в межах норми для даної сівалки. Проведемо аналіз пневмо-циліндра системи довантаження сошників. Його параметри складають $T_k = 0,08$ с , $\xi_k = 0,3$, $T_k = 2,3$. Динамічні характеристика датчика керування положенням ущільнюючого диска: $T_d = 0,1$ с, $A_d = 1,2$.

Найбільший показник, що впливає на борозно утворювач це щільність ґрунту, показники щільності потрібно обов'язково зазначити у аналітичному моделюванні, щоб оцінити вплив на диск. Також це сильно впливає і на ущільнюючий диск. За допомогою лабораторно польових досліджень ми визначили даний показник і він і він варіює від 100 до 1300 кПа.

За вище сказаними значеннями динамічних параметрів, ми побудували діаграму автоматизованої схеми структурної корекції положення ущільнюючого диска.

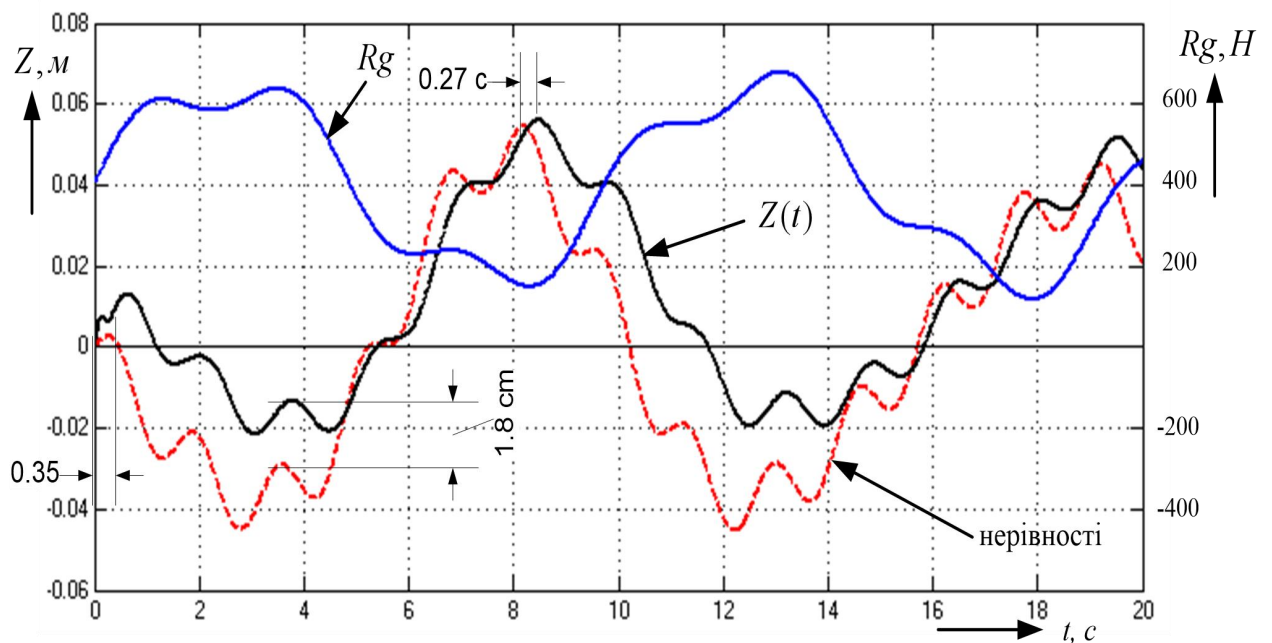


Рис. 3.7 Координата $Z(t)$ положення ущільнюючого диска на нерівній робочій ділянці і величини опору ґрунту Rg .

На попередній діаграмі ми можемо зрозуміти, що процес переходу ущільнюючого диска сягає 0.305 секунди. Також при копіюванні робочої поверхні має затримку фази у 0.27с. що при більшій швидкості ще збільшується в 2 рази. Також проблемою є амплітуда коливань. При проведенні досліді ми виявили що між 3 і 9 секундою амплітуда коливання ущільнюючого диска складає 7.5 см замість відповідних 9.8. Також потрібно взяти до уваги реакцію ґрунту R_g , яка має негативний вплив. Також потрібно дотримуватись факторів, таких як жорсткість пружин, коефіцієнт демпферування, які впливають на процес роботи ущільнюючого диска, що призводить до затримки його підняття із ґрунту і порушується процес копіювання. Вплив цих факторів ми виявили за допомогою імітаційного комп'ютерного моделювання. Також ще було виявлено невідповідні показники сталої часу, коефіцієнт затухання і модуля управління пневмоприводом. При параметрах $c_U = 360 \frac{кг}{см}$, $d = \frac{120Hc}{м}$, $T = 0,1с$, $\xi = 0,1$, $K = 4, 9$.

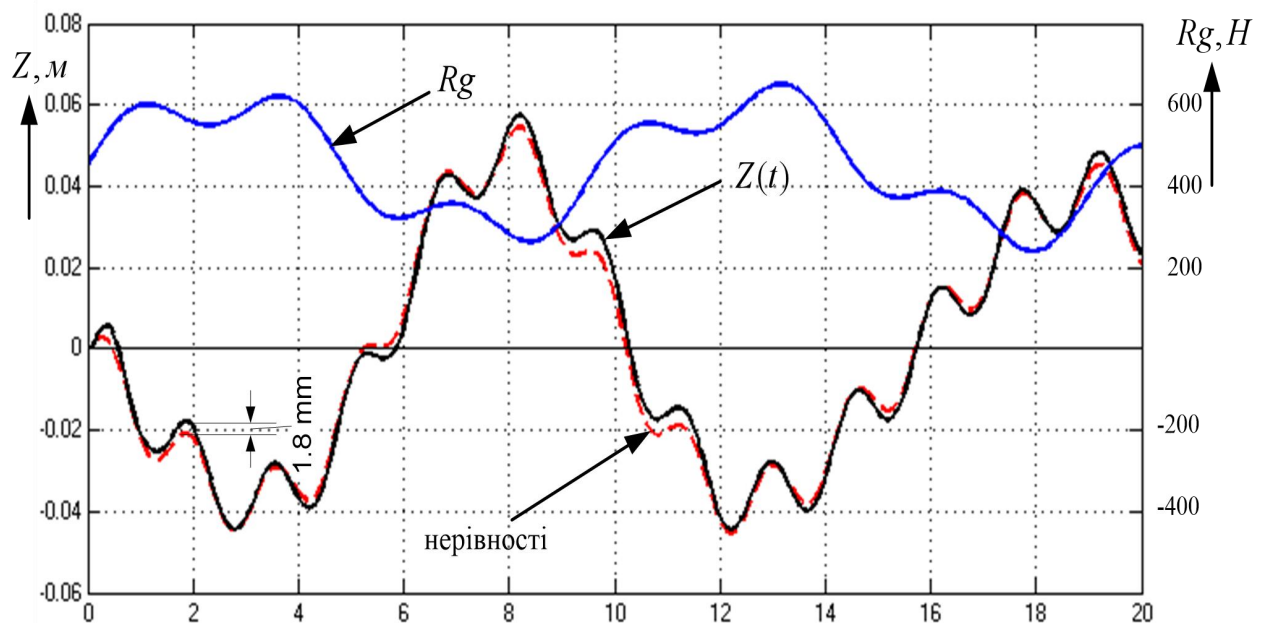


Рис 3.8 Діаграма чіткості роботи двофазної сошникової системи

Проаналізувавши малюнок 3.8 ми можемо зрозуміти, що після проведення змін в динаміці ми досягли того відповідного рівня на якому можна проводити високоякісний посів так як: Ефект спливання ущільнюючого диска виправлений що має не перевищувати 1.8мм. Копіювання поверхні робочої ділянки працює відповідно і немає зсувів в часі, контроль глибини посіву чітко контролює глибину роботи сошника.

Щоб підготувати робочу ділянку до посіву і проведеннь досліджень, потрібно досконало підготувати ділянку, провести заміри ґрунту, щоб знати всі показники, які можуть впливати на посів.

Наприклад, щоб знати ущільнення ґрунту потрібно використовувати спеціальний пристрій пенетрометр, вони також можуть буди прив'язані до GPS, що дає змогу точково записувати ущільнення. Одиниці відображаються у PSI або кПа.

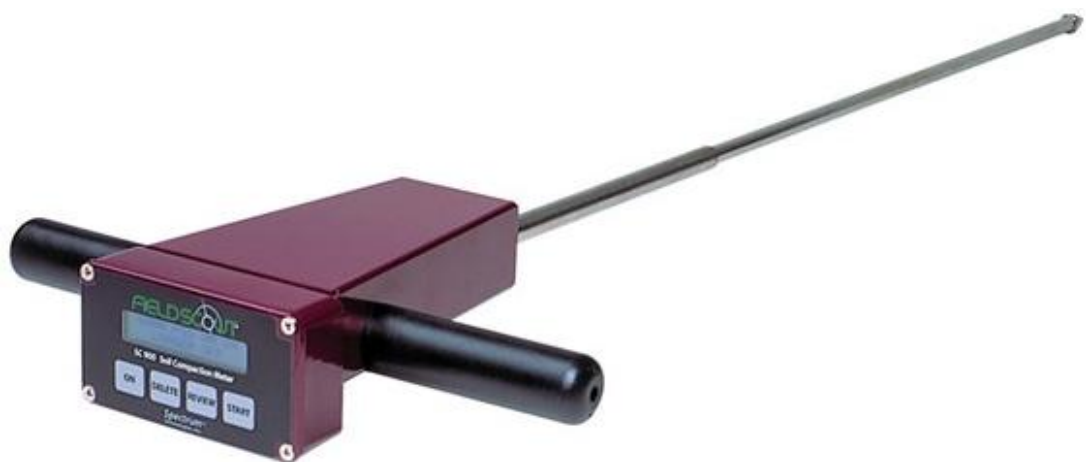


Рис 3.6 Пенетрометр FIELDSCOUT SC 900

Робочий процес пенетрометра полягає в тому, що за допомогою щупа він занурюється в землю і за допомогою ультразвукового датчика контролює твердість на кожних 2 см. Може виміряти на глибину до 50см. Занурюється за допомогою гомтрого кінця на щупі. Діапазон вимірювання сягає до 6900кПа.

Вологість ґрунту, є ще одним важливим показником, який слід враховувати під час випробувань, для заміру цього показника

використовують вологомір, який вимірює об'єм води в ґрунті і показує його в процентах. Він також має прив'язку до GPS.



Рис. 3.7 Вологомір FIELDSCOUT TDR 300

Глибина вимірювання змінюється за допомогою змінних електродів.

Для проведення аналізу всіх вищесказаних показників, які ми розраховували і працювали над їх виправленням, а саме, копіювання нерівності поля, глибина залягання насіння в гонах, та контроль рівномірного залягання проводилось на лабораторно-польовій установці (мал 0.8)

Яка розроблена за прототипом двофазної сошникової системи на якій встановлений диск для прорізання борозни, який кріпиться до повідка і контролюється амортизатором, повідок кріпиться до рами сівалки. Робоча глибина диска контролюється за допомогою опорних колес. Після диска встановлений насінне провід із висівним апаратом, після того розміщений ущільнюючий диск, який теж на повідку закріплений до рами, дана конструкція приводиться в дію за допомогою електродвигуна.

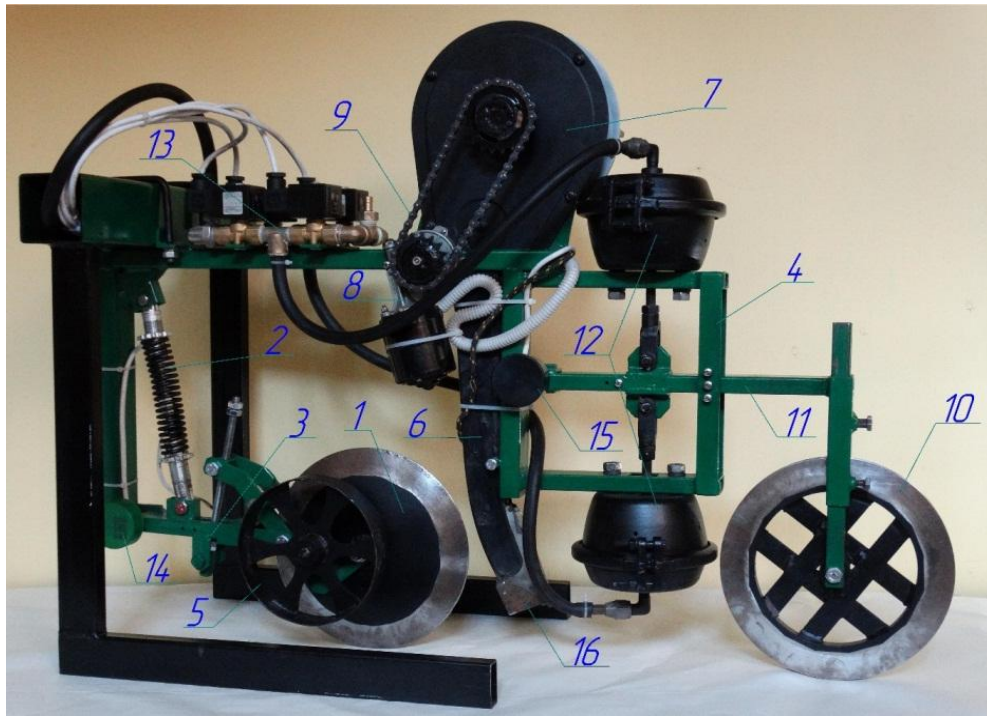


Рис. 3.8. Загальний вигляд лабораторно-польової установки:

1 – диск борозноутворювач, 2 – амортизатор, 3 – повідок, 4 – рама, 5 – опорні колеса, 6 – насіннепровід, 7 – висівний апарат, 8 – електродвигун-редуктор, 9 – ланцюгова передача, 10 – вдавлювальний диск, 11 – повідок, 12 – пневмоциліндри, 13 – клапанно-розподільний механізм, 14, 15 – датчики положення повідків, 16 – індуктивний датчик.

Щоб дослідити дану установку в лабораторії використовують спеціальну конструкцію (мал 3.8), яка заповнена ґрунтом створюючи поверхню поля, а з боків розташовані рейки на яких встановлений візок до якого кріпиться випробувальна установка, дана конструкція рухається за допомогою лебідки, яку приводить в дію через ланцюгову передачу електродвигун. Швидкість може сягати від 0.5 до 3м. Довжина установки 4 м. Детальніше ми її можемо розглянути на мал 3.9

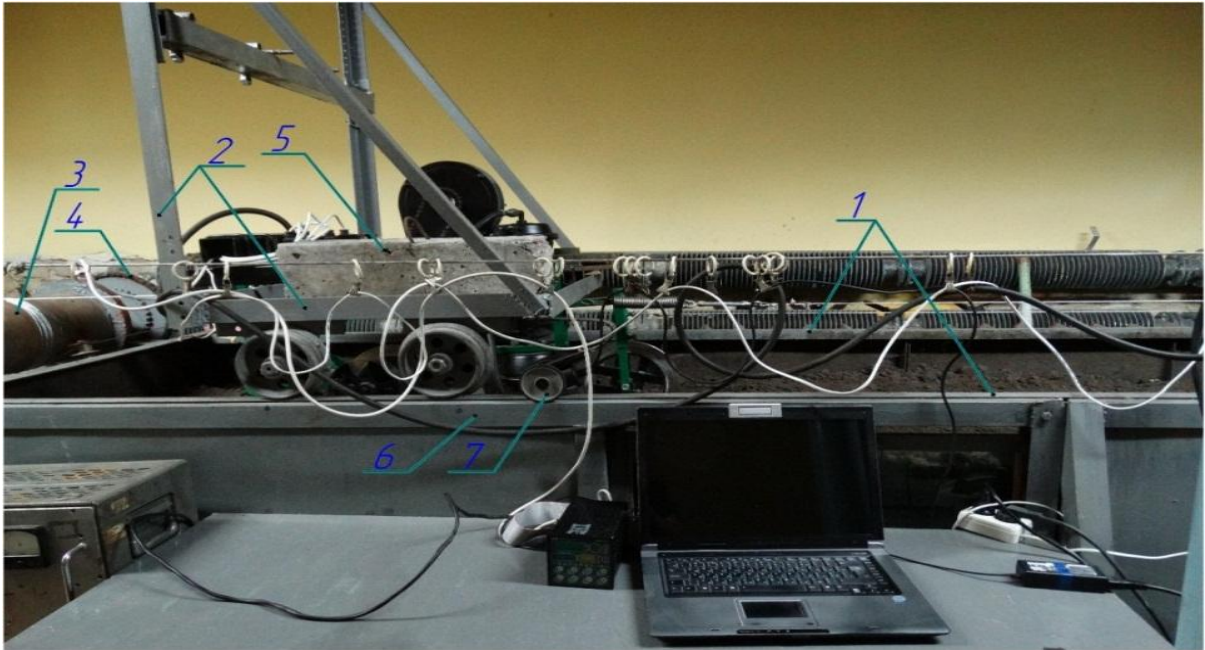


Рис 3.9. вигляд експериментальної лабораторної установки:

1 - напрямні рейки; 2 - візок; 3 - тяговий барабан; 4 - ланцюгова передача привода тягового барабана; 5- балансир-довантажувач; 6 - рейка реєстратора пройденого шляху і швидкості руху; 7 - датчик n-coder.

Швидкість візка реєструвався за допомогою датчиків n-coder «Autonics ENC-1-1-T-24», який виміряв швидкість за допомогою колеса.

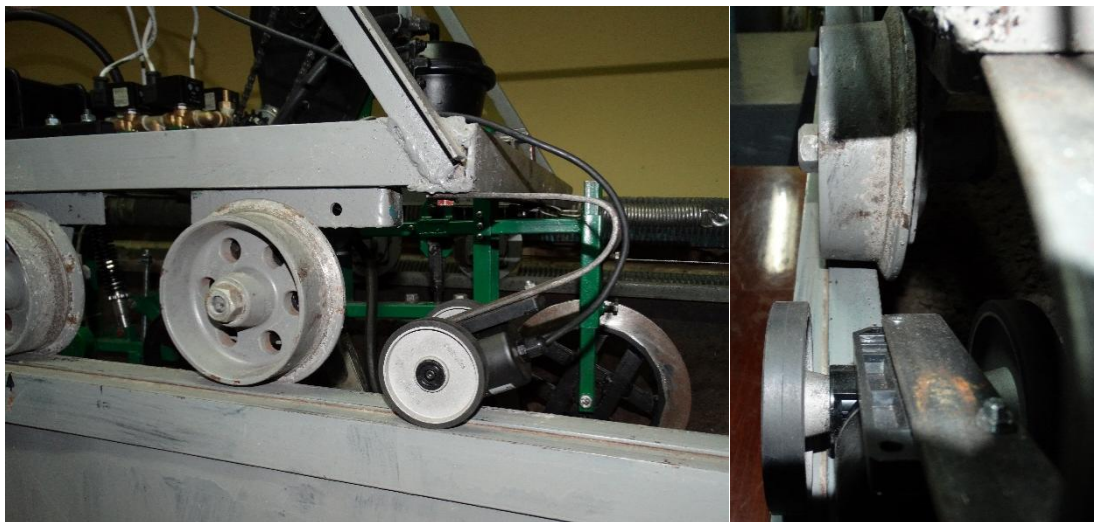


Рис 3.10 Датчик заміру швидкості



Рис. 3.11 Вигляд сошникової системи під час випробування.

Датчик n-coder при пересуванні створює імпульсний сигнал що відповідає за 1 мм пройденого шляху. Сигнали датчиків подаються на канали АЦП і їх можна переглянути на комп'ютері. Дані датчики відповідають за зміну положення робочих органів, датчик глибини посіву і n-coder. Дане випробування проводилось за зміною показників ґрунту, щоб зрозуміти, як сівалка поводить себе на різних фізико-механічних показниках. Вологість під час випробування сягала від 10-15 відсотків.

РОЗДІЛ 4

ПОКАЗНИКИ ОТРИМАНІ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Зарекомендовані параметри при дослідженні

На дослідженнях ми також провели заміри на щільність ґрунту панетрометром FIELDSCOUT SC 900 по всій довжині випробовувальної ділянки. Після проведення замірів було побудовано осцилограму(4.1) для реєстрації значень амплітуд і частот зміни складової .



Рис 4.1 Осцилограма уцілювання ґрунту

Заміри проводились кожних 10 см по довжині ділянки довжина якої складає 5м. Як ми можемо побачити на осцилограмі, показник середньоквадратичного становить відхилення - $\delta = 298,04$. твердість ґрунту різна, величина якої складає від 100 до 1300кПа, середня твердість 570 кПа. При таких різноманітних показниках твердості ґрунту, потрібно завжди змінювати натискне зусилля, для забезпечення рівномірної глибини посіву. Також великий вплив на показники ще мала вологість ґрунту, яка становила 20%, вологість виміряли за допомогою вологоміра FIELDSCOUT TDR 300 Soil.

Вище зазначенні показники мають сильний вплив на якісну роботу уцілюючого диска, так як при збільшеній вологості може краще уцілюватись ґрунт, на посушливих ґрунтах гірше, так ми провели випробування по уцілюючому диску, спочатку зробили щілинку в яку

було закладено насіння, а потім провели ущільнюючим диском і побачили такий результат. Рис (4.2)

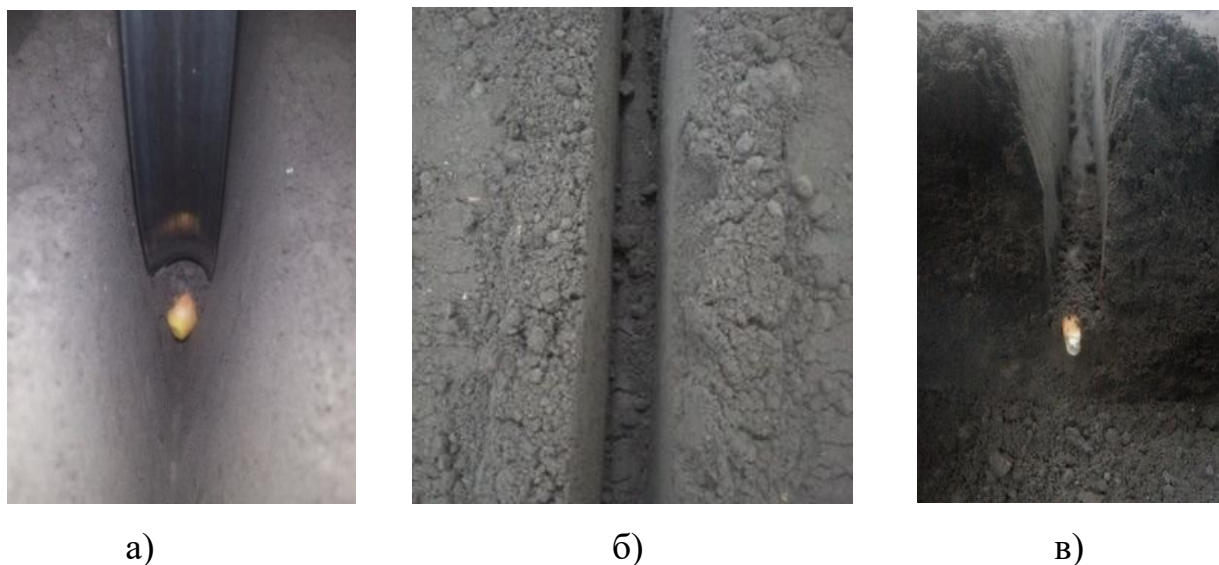


Рис 4.2 Двофазний спосіб загортання насіння: а-прохід ущільнюючого диска; б-вигляд після проходу диска; в- загальний вигляд Щільність ґрунту змінювалась на різній глибині проходу дисків (Δh) змінювався на трьох рівнях: 1см, 2см і 3см. Дослідження проводили на 3-х швидкостях робочого руху V : 1м/с, 1.7м/с, 2.4м/с. що має вплив на параметри оптимізації Q . Після випробування було побудовано 3D поверхню зміни ущільнення ґрунту, яку може детальніше розглянути на мал (4.3).

З даного малюнку ми можемо зрозуміти, що при збільшені швидкості зменшується тиск на ґрунт, що свідчить проте, що швидкість також є впливовим фактором на ущільнення ґрунту.

4.2 Дослідження енергетичних показників сівалки.

Після проведення попередніх випробувань, наступне випробування полягає у випробуванні енерго можливостей сівалки, для цього провели заміри тягового опору сівалки, що порівнювали із іншим аналогом. Дане дослідження проводили за допомогою тензометричного датчика, який вимірює силу розриву. Розтягування проводили за допомогою каната і візка, і так по чергово випробували базову систему і модернізовану. Виміри

фіксував дублюючий індикатор DPM-5-2H. Показники можна розглянути на рис (4.4)

На графіку ми можемо розглянути показники, з яких зрозуміло, що модернізована сошнікова система по відношенню до базової показує менші тягові показники. Тому що вона створює вужчу борозенку, що зменшує опір з ґрунтом.

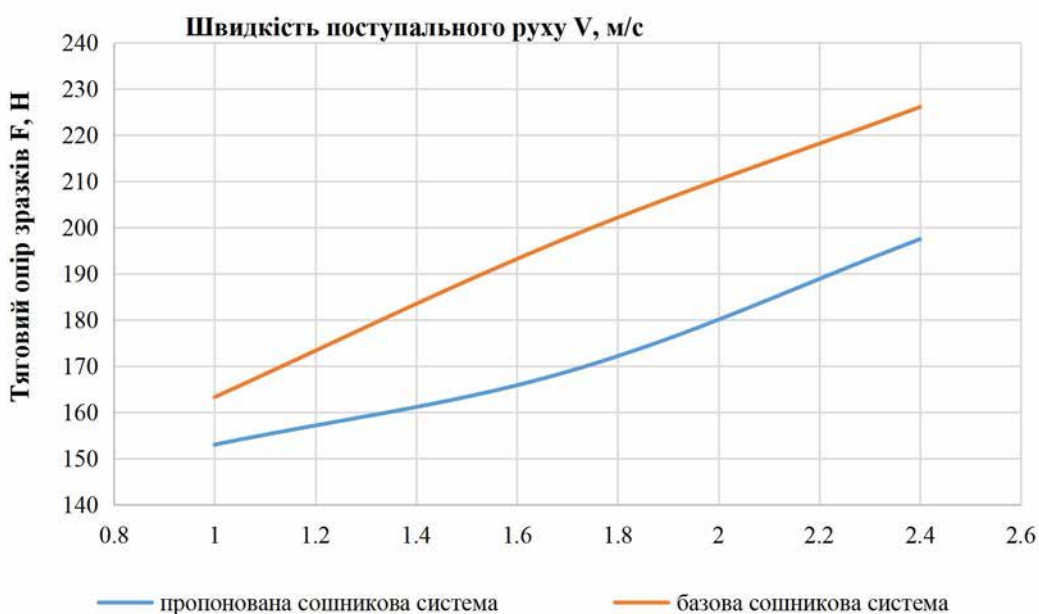


Рис 4.4 Тяговий опір відповідно до швидкості руху.

Після лабораторних досліджень було проведено випробування в полі. Мета даного випробування, проведення замірів глибини заробки відповідно до швидкості руху робочого агрегату, та робочу глибину сошника. Характеристика ґрунту на полі; Ґрунт-чорнозем звичайний, малогумусний, вологість 20% \pm (2), глибину посіву заміряли, після проростання рослини. Посів проводили на трьох робочих швидкостях: 1м/с, 2м/с, 3м/с. Також змінювали робочу глибину сошника, яка становила 3см, 5см, 7см.

З даних показників можемо побудувати рівняння залежності оптимізації W, глибину заробки насіння H і швидкість руху V, Можемо зрозуміти, що найважливішим впливом на дані показники є швидкість руху. Від її зміни змінюються усі показники. При прийнятих припущеннях

сошнікова система є системою з двома ступенями свободи, що визначаються координатами z_1 та z_2 . Кінетична енергія системи складається з енергії поступального руху центрів мас Q_1 та Q_2 щіліноутворювача та вдавлюючого диска, а також варіацій кутових швидкостей їх обертання w_1 та w_2 :

$$T = \frac{1}{2} \left(M_1 (\dot{z}_1^2 + (\tan[\beta_1] \dot{z}_1)^2) + M_2 (\dot{z}_2^2 + (\tan[\beta_2] \dot{z}_2)^2) + I_1 w_1^2 + I_2 w_2^2 \right) \quad (4.1)$$

де M_1, M_2 - маса щіліноутворювача та вдавлюючого диска,
 I_1, I_2 - момент інерції щіліноутворювача та вдавлюючого диска відносно осей їх обертання,

Δw_1 та Δw_2 - варіації швидкостей обертання щіліноутворювача та вдавлюючого диска, що обумовлені роботою радіальних підвісок при копіюванні нерівностей поверхні поля.

Варіації швидкостей w_1 та w_2 визначаються виразами:

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{\tan(\beta_1) \dot{z}_1}{R_1}; \\ w_2 &= \frac{\tan(\beta_2) \dot{z}_2}{R_2}. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Після підстановки (2.6) у (2.5) маємо:

$$T = \frac{1}{2} \left(\frac{I_1 \tan^2[\beta_1] \dot{z}_1[t]^2}{R_1^2} + M_1 (\dot{z}_1[t]^2 + \tan^2[\beta_1] \dot{z}_1[t]^2) + \frac{I_2 \tan^2[\beta_2] \dot{z}_2[t]^2}{R_2^2} + M_2 (\dot{z}_2[t]^2 + \tan^2[\beta_2] \dot{z}_2[t]^2) \right) \quad (4.3)$$

Потенціальна енергія системи залежить від зміни положення центрів мас Q_1 та Q_2 щіліноутворювача та вдавлюючого диска, а також від деформації пружних елементів системи: натискних пружин щіліноутворювача та вдавлюючого диска і механізму корекції положення вдавлюючого диска. Потенціальна енергія системи має вигляд:

$$P = M_1 g z_1 + M_2 g z_2 + \frac{1}{2} c_1 \frac{r_1}{l_1} z_1^2 + c_2 \frac{r_2}{l_2} z_2^2 + c_U \Delta_U^2 + c_g (z_1 - h)^2 \quad (4.5)$$

де c_U - коефіцієнт жорсткості механізму корекції положення вдавлюючого диска;

Δ_U - деформація пружини механізму корекції положення вдавлюючого диска.

Деформація Δ_U визначається з виразу:

$$\Delta_U = z_1 \frac{m_1 s_2}{l_1 (s_1 + s_2)} + z_2 \frac{m_2 s_1}{l_2 (s_1 + s_2)} \quad (4.6)$$

З урахуванням (2.6) будемо мати:

$$P = G_1 z_1(t) + G_2 z_2(t) + \frac{1}{2} \frac{c_g (z_1(t) - h \sin(t\omega))^2 + \frac{m_1 s_2 z_1(t)}{l_1 (s_1 + s_2)} + \frac{c_1 r_1 z_1(t)^2}{l_1} + \frac{c_2 r_2 z_2(t)^2}{l_2} + \frac{1}{2} c_U \frac{m_2 s_1 z_2(t)}{l_2 (s_1 + s_2)}}{\quad} \quad (4.7)$$

При коливаннях системи виникають дисипативні сили, які зменшують енергію коливань і призводять до їх затухання. Величина, що характеризує зменшення енергії коливань за одиницю часу називається функцією розсіювання, або дисипативною функцією. Дисипативна функція системи у даному випадку має вигляд:

$$\Phi = \frac{1}{2} d_g (\dot{z}_1^2 + \dot{z}_2^2) + d_1 \frac{r_1}{l_1} \dot{z}_1^2 \quad (4.8)$$

Часткова похідна по швидкостях координат z_1 та z_2 дає:

$$\Phi = \frac{1}{2} \frac{d_1 r_1 \dot{z}_1[t]^2}{l_1} + d_g (\dot{z}_1[t]^2 + \dot{z}_2[t]^2) \quad (4.9)$$

Узагальнені сили можуть бути визначені як коефіцієнти, отримані при розрахунку суми елементарних робіт сил, що діють на систему при

переміщеннях, які викликані зміною узагальнених координат. Узагальнена сила, що відповідає координатам z_1 та z_2 буде рівна, і відповідатиме коефіцієнтам при обчисленні робіт сил реакції ґрунту на щілиноутворювач та вдавлюючий диск:

$$Q + R_{C_1}^Z + R_{C_2}^Z + \tan(\beta_1)R_{C_1}^X + \tan(\beta_2)R_{C_2}^X \quad (4.10)$$

Складова $\frac{\partial T}{\partial q_i}$ для даного випадку складає:

$$\frac{\partial T}{\partial(z_1, z_2)} = 0 \quad (4.11)$$

Після підстановки (4.3), (4.6), (4.7), (4.9) та (4.10) у рівняння динаміки (4.11) і проведення необхідних перетворень отримаємо систему диференціальних рівнянь руху двофазної сошникової системи по нерівностях поверхні поля:

$$\begin{aligned} G1 + \frac{1}{2} \frac{2c_1 r_1 z_1[t]}{l_1} + \frac{c_U m_1 s_2 \frac{m_1 s_2 z_1[t]}{l_1(s_1+s_2)} + \frac{m_2 s_1 z_2[t]}{l_2(s_1+s_2)}}{l_1(s_1+s_2)} + \frac{(d_g l_1 + d_1 r_1) \dot{z}_1[t]}{l_1} + \frac{1}{2} \frac{2I_1 \tan[\beta_1]^2 \ddot{z}_1[t]}{R_1^2} + \frac{M_1}{2} \frac{2\ddot{z}_1[t] + 2 \tan[\beta_1]^2 \dot{z}_1[t]}{2 \tan[\beta_1]^2 \dot{z}_1[t]} &= \\ = R_{C_1}^Z + \tan(\beta_1)R_{C_1}^X; \\ G2 + \frac{c_2 r_2 z_2[t]}{l_2} + \frac{c_U m_2 s_1 \frac{m_1 s_2 z_1[t]}{l_1(s_1+s_2)} + \frac{m_2 s_1 z_2[t]}{l_2(s_1+s_2)}}{l_2(s_1+s_2)} + d_g \dot{z}_2[t] + \frac{1}{2} \frac{2I_2 \tan[\beta_2]^2 \ddot{z}_2[t]}{R_2^2} + M_2 (2\ddot{z}_2[t] + 2 \tan[\beta_2]^2 \dot{z}_2[t]) &= \\ = R_{C_2}^Z + R_{C_2}^X \tan[\beta_2] \end{aligned} \quad (4.12)$$

Розв'язок рівняння (4.12) можливо проводити за умов, коли у якості нерівностей поверхні поля ввести реальні реалізації нерівностей поля, що зареєстровані, наприклад, під час виконання операцій передпосівного обробітку ґрунту, а можливо представити нерівності поверхні поля у вигляді гармонічної функції, наприклад, виду:

$$q_h = h \sin(\omega t) + \frac{1}{6} \sin(\omega t) \quad (4.13)$$

де h - амплітуда нерівностей;

ω - частота надходження нерівностей у відповідності до швидкості руху сошникової системи.

Друга складова правої частини рівняння (2.16) обумовлює наявність високочастотної гармоніки у складі нерівностей поверхні поля.

Рівняння:

$$W = 1,2 + 0,3442 H + 0,3821 V + 0,0325 H^2 + 0,2762 HV + 0,46 V^2 \quad (4.14)$$

Порівняння проводили за допомогою показників, які визначали на 30 рослинах повздовж рядка, на 5 різних ділянках. Оцінку якості посіву проводили по глибині посіву, і відстань між рослинами.

Глибина залягання насінини визначалася коефіцієнтом варіації (мал 4.5), що становить для базової моделі 9.67% , модернізована- 4.49%, як ми бачимо коефіцієнт зменшився майже у 2 рази, так що зрозуміло, що модернізована модель, має кращу якість загорання насіння чим базова.

Відстань між рослинами в рядку також змінилася, що для базової становить- 24.7 а у модернізованої 8.6% результат вражаючи зменшився у три рази. Така різниця полягає в тому, що базова дводискова конструкція робит борозенку занадто широку для насінини, і насінина падаючи в неї не фіксується між стінками, а падає на дно і може ще протягуватись, що зміщає відстань. В модернізованій системі процес відбувається по іншому. Насінина

яка падає у борозенку фіксується між стінками, не долітаючи до дна, після того її до дна прижимає ущільнюючий диск, який накриває її шаром ґрунту і ущільнює його.

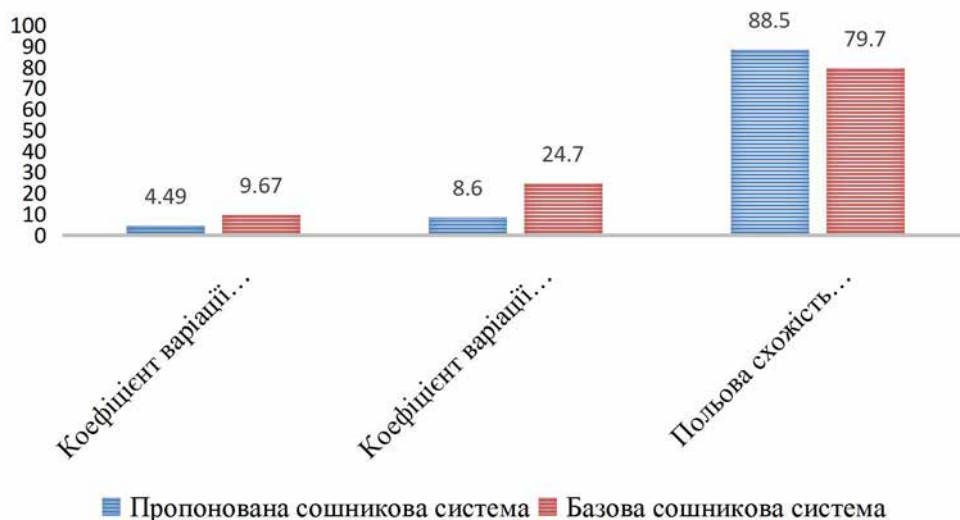


Рис. 4.6 Порівнювальні показники келефіцієнта загортання насінини

Після проходу щільність ґрунту біля насінини зросла до 1.18г/см в порівнянні з базовою що складає 1.02г/см. Можемо детально розглянути на мал 4.7.



Рис 4.7 Діаграма щільності ґрунту в зоні насінини.

Тож по вище розглянутих показниках, можемо зрозуміти, що модернізована сівалка має більшу перевагу якості посіву чим базова модель.

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІКИ

5.1 Розрахунок ефекту економіки.

Розрахунок ефекту економіки двофазної сівалки проводилась згідно ГОСТ 24055-88 та ДСТУ 4397:2005 та інших документів, які засвідчують надійність даної розробки, безпечність і якість.

Проведений розрахунок також порівнюється із розрахунком базової сівалки Väderstad Tempo.

Головною метою оцінки це є окупність сівалки, що залежить від ефективності, обслуговування, якості. Ефект економічних показники за 1 рік використання сівалки мають сягати не нижче нормативного, який приймають за 0.2. Порівнювати будемо економічний ефект за 1 рік користування, термін окупності, економію ресурсів за 1 рік.

Розрахунок проводимо за такими характерними показниками, час роботи сівалки, розхід паливо-мастильних матеріалів на 1га та інш.

Найголовніший показник при вирощуванні це є собівартість, до неї належать всі витрати, які понесли на вирощування врожаю на 1/га.

Експлуатаційні витрати розраховують по кожній виконаній операції окремо, і по кожному агрегату, який виконував дану операцію.

Прямі експлуатаційні витрати на 1га розраховують за формулою:

$$C=C_1+C_2+C_3+C_4, \text{ грн/га} \quad (5.1)$$

$$C=289.71+1862.5+2808.47+1217=6177 \text{ грн/га}$$

C₁- оплата за роботу механізатору грн/га.

C₂-Вартість паливо-мастильних матеріалів грн/га.

C₃-Амортизація енергетичних засобів с/г машини, грн/га

C₄-Відрахування на проведення ТО

Розрахунок витрат на обслуговуючий персонал, становить:

$$C1 = \frac{m1\Pi1+m2\Pi2+\dots+m6\Pi6}{W_{3M}}, \text{ Грн/га} \quad (5.2)$$

$$C1=289.71 \text{ грн/га}$$

Де, $m1$ $m2$ =Кількість робітників, які обслуговують агрегат.

Π -Оплата праці кожному працівнику відповідно до кваліфікації.

Оплата становить – 289.71 грн/га

Витрати паливо-мастильних матеріалів на 1га розраховується:

$$C2=C_k*Q, \text{ грн/га} \quad (5.3)$$

$$C2=1862.5 \text{ грн/га}$$

Де C -ціна палива кг/грн.

Отже ціна витрати палива на 1 гектар складає 1862.5

Розрахунок амортизації

$$C3 = \frac{B_T * a_T}{100 * W * t} \text{ грн/га.} \quad (5.4)$$

$$C3=2808.47 \text{ грн/га}$$

Де: B_T -Балансова вартість агрегата

A -Норма відрахування на амортизацію (15%),

W -продуктивність агрегату.

T =Річне завантаження трактора

Вартість амортизації складає 2808.47грн/га

Розрахунок витрат на технічне обслуговування і ремонт агрегата:

$$C4 = \frac{B_T * P_T}{100 * W_{год} * T_T} + \frac{B_T * P_T}{100 * W_{год} * T_T} + \frac{B_T * P_T}{100 * W_{год} * T_T} \text{ грн/га} \quad (5.5)$$

$$C4=1217 \text{ грн/га}$$

Де: P - Сумарна норма на ТО, яка становить 6.5%

T -нормативне завантаження трактора в годинах.

Витрати на ТО і ремонт складають 1217 грн/га

Витрати на модернізацію одної секції становлять 22800грн, так як секцій на сівалці 18, то витрати становлять 410 000 грн

Розрахунок фінансових витрат при роботі агрегата :

$$P=C+R*E \quad (5.6)$$

$$P=6177.69+0.15*30958.62=11117.37\text{грн/га}$$

Де:R-Коефіцієнт ефективності, який складає 0.15.

E-Капіталовкладення грн\га

З розрахунків зрозуміло, що вартість вкладень на удосконалення і капітальний ремонт агрегату сягає 10270грн/га.

Розрахунок витрат на вирощування і збирання кукурудзи.

$$H=C+B, \text{ грн/га} \quad (5.7)$$

$$H=6177.69+15691.2=22164\text{грн/га}$$

Розрахунок вартості посівмату і добрив (мінеральних)

Розрахунок витрат на насіння

$$V_n=C_n*N_v \text{ грн/га} \quad (5.8)$$

$$V_n=400*10=4000\text{грн/га}$$

C_n-ціна насіння за 1кг

N_v-норма висіву на 1га

Ціна посівмату на 1га становить 4000грн.

Розрахунок фінансів на мінеральне добриво

$$V_m=C_m*N_m \text{ грн/га} \quad (5.9)$$

Використовуємо добриво КАРБАМІД ціна якого становить 22грн/кг

$$V_m=22*250=5500\text{грн/га}$$

C_m-ціна міндобрив

N_m-норма внесення

Розрахунок витрат на захист рослин.

$$V_z=V_g+V_i+V_f \text{ грн/га} \quad (5.10)$$

$$V_z=660+300+900=1860\text{грн/га}$$

Розраховуємо вартість гербіциду на 1га

$$V_{г} = Ц_{г} * Н_{г}, \text{ грн/га} \quad (5.11)$$

$$V_{г} = 330 * 2 = 660$$

Де: $C_{г}$ -ціна гербіциду грн/л

$H_{г}$ - Норма внесення гербіциду л/га

Розраховуємо вартість Інсектициду на 1га

$$V_{і} = Ц_{і} * Н_{і}, \text{ грн/га} \quad (5.12)$$

$$V_{і} = 900 * 0.3 = 300 \text{ грн/га}$$

Розраховуємо вартість Фунгіциду на 1га

$$V_{ф} = Ц_{ф} * Н_{ф}, \text{ грн/га}$$

$$V_{ф} = 600 * 1.5 = 900 \text{ грн/га}$$

За попередньо наведеними розрахунками прямі затрати на вирощування кукурудзи становлять $H = 22830$ грн/га

Розрахунок фінансових витрат на управління робочими процесами господарства, які складають 13-14% прямих витрат, до яких не додається вартість посівмату.

$$V_{уп} = (0.13 \dots 0.14) * П \text{ грн/га} \quad (5.12)$$

$$V_{уп} = 0.14 * 18830 = 2636 \text{ грн}$$

Вартість управління робочими процесами господарства складають 2636 грн/га

Розрахунок сумарних витрат

$$M_{с} = H + V_{уп}, \text{ грн/га} \quad (5.13)$$

$$M_{с} = 22860 + 2636 = 25495 \text{ грн/га}$$

Після даних розрахунків знаходимо собівартість 1 тони вирощеної кукурудзи

$$C_{с} = M_{с} / Y$$

$$C_{с} = 25495 / 7 = 3642 \text{ грн/т} \quad (5.14)$$

Де: У-урожайність культури

Визначаємо чистий прибуток з 1-ної тони даної культури.

Враховуємо ціну кукурудзи за базовою вологістю 14%: 7800 грн/т

$$Пч=7800-3642=4158 \text{ грн/т}$$

Визначаємо чистий прибуток з 1 га кукурудзи:

$$Пг=Пч*У \text{ грн/га} \quad (5.15)$$

$$Пг=4158*7=29106 \text{ грн/га}$$

Отже чистий прибуток з 1 гектара кукурудзи становить 29106 грн/га.

Розрахунок окупності даної системи.

Модернізація даної сошникової системи дає змогу збільшити врожай на 5-10%, так як вирощена середня врожайність становить 7 тонн/га то прибавка врожаю за допомогою модернізованої секції становить 0.35 т/га.

Знаходимо прибуток з прибавки врожаю.

$$Пп=0.35*7800=2730 \text{ грн/га} \quad (5.16)$$

Отже знаходимо повернення капіталовкладень у модернізацію:

$$Км=410400/2730=150,3 \text{ га} \quad (5.17)$$

Отже з вищесказаних розрахунків нам стало відомо, що повне повернення капіталу вкладень на модернізацію сівалки відбувається на площі посіву 150.3 гектара кукурудзи на зерно при врожайності 7 тонн із базовою вологістю.

Ефект від річної економічної експлуатації даного агрегату розраховується так. грн:

$$E_p = (P_b - P_n) B_z + E_y, \quad (5.18)$$

де P_b , P_n – сукупні витрати на одиницю наробітку відповідно базової і нової машин, грн./од. наробітку;

B_z – обсяг річного наробітку в даній природо кліматичній зоні.

E_y – економічний ефект при заміні кількості та якості продукції, грн.

Зональний обсяг річного наробітку модернізованою системою (B_3) в одиницях наробітку розраховується:

$$B_3 = W_{ек} T_3, \quad (5.19)$$

де $W_{ек}$ – продуктивність нової машини за 1 годину експлуатаційного часу, од.наробітку/год;

T_3 – зональне завантаження машини за 1 рік експлуатації, год.

Річний економічний ефект (O) від експлуатації модернізованої системи визначається, грн.:

$$O = (I_б - I_н) B_3, \quad (5.20)$$

де $I_б, I_н$ – прямі експлуатаційні витрати базової та модернізованої системи на грн./од.наробітку.

Термін повернення коштів для додаткових вкладень в дану систему ($T_{окд}$) у роках визначається:

$$T_{окд} = \frac{K_н - K_б}{O}, \quad (5.21)$$

де $K_н, K_б$ – сумарні інвестиційні вкладення фінансів відповідно для модернізованої та базової машин, грн.

Сукупні витрати наробітку за рік експлуатації визначаємо, грн.:

$$\Pi = I + K E_н, \quad (5.22)$$

де I – прямі експлуатаційні витрати, грн./од. наробітку;

K – питомі вкладення в модернізацію, грн./од. наробітку;

$E_н$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності.

Експлуатаційні прямі витрати (I) на одиницю наробітку розраховують за формулою:

$$И = З + Г + Р + А, \quad (5.23)$$

де $З$ – оплата праці персоналу, грн./од.наробітку;

$Г$ – затрати на паливно-мастильні матеріали (ПММ) та електричну енергію, грн./од.наробітку;

$Р$ – Фінансування на технічне обслуговування, поточний та капітальний ремонт, грн./од.наробітку;

$А$ – затрати на амортизацію, грн./од.наробітку.

Оплату за працю обслуговуючого персоналу розраховують за формулою, грн.:

$$З = \frac{\sum_{j=1}^n Л_j t_j r_j \kappa_{\partial} n_j}{W_{зм}}, \quad (5.24)$$

де $Л_j$ – кількість працівників відповідного напрямку виробництва .

t_j – Тривалість зміни працівників.

r_j – Тариф погодинної оплати праці, грн./люд.-год;

κ_{∂} – коефіцієнт доплати за стаж і вищий кваліфікаційний рівень працівників;

n_j – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (страхування, пенсійний фонд, та інші податки);

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату з модернізованою системою за 1 год. експлуатаційного часу, од.наробітку/год.

Кошти витрачені на паливо-мастильні матеріали на одиницю наробітку розраховуються за формулою, грн.:

$$Г = q \kappa_n Ц_n, \quad (5.25)$$

де q – питомі витрати палива, кг/од. наробітку;

C_n – ціна за кілограм палива, грн./кг;

κ_n – коефіцієнт, урахування вартості мастильних матеріалів.

Витрати на ремонти та технічне обслуговування на одиницю наробітку розраховуються за формулою:

$$P = \frac{B (r_m + r_k)}{W_{ек} T_n}, \quad (5.26)$$

де r_m – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та ТО;

r_k – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_n – нормативне річне завантаження, год.

Затрати на амортизацію машин і с/г агрегатів на одиницю наробітку розраховується за формулою, грн.:

$$A = \frac{B a}{W_{зм} T_3}, \quad (5.27)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машин.

Таблиця 5.1

Вихідні дані сівалки Vaderstad Tempo L

№ п/п	Показник	Одиниці виміру	Значення показників	
			базова	модерн
1	2	3	4	5
1	Тип машин		напівначіпна	
2	Потужність трактора	к.с	300-350	
3	Кількість машин в агрегаті	шт.	1	1
4	Ширина захвату	м	13.5	13,5
5	Робоча швидкість	км/год	11	13
6	Ціна машини	грн.	8505000	8913600
7	Продуктивність: за годину основного часу експлуатаційного часу	га/год	6,8	7.4
		га/год	4,76	5.14
8	Коеф. використання експл. часу		0,61	0,61
9	Коеф. використання змін. часу		0,87	0,87

10	Зональний річний обсяг наробітку	га	430,4	448,0
11	Маса сівалки: - суха конструкційна - експлуатаційна	кг	6280	6144
		кг	7675	7124
12	Питома матеріалоемність	кг/м	568,03	557,67
13	Питомі витрати палива	кг/га	5,4	5,4
14	Кількість персоналу	чол.	1	1
15	Тарифна ставка	грн./га	55.50	55.50
16	Відсоток відрахувань до амортизаційного фонду	%	15	15
17	Відсоток відрахувань до соціальних фондів	%	19	19
18	Відсоток відрахувань на ремонт: трактора сівалки зчіпки	%	14,9	14,9
		%	9	9
		%	-	-

Економія витрат на матеріали у виробника:

$$E_m = (595,2 - 508,1) \cdot 4,2 \cdot 14,4 = 5267,8 \text{ грн.} \quad (5.28)$$

Економія у клієнта за рахунок підвищення продуктивності праці на одну сівалку за 1 год. річного наробітку:

$$E_{\text{я}} = (74,82 - 57,24) \cdot 464 = 8157,12 \text{ грн.} \quad (5.30)$$

Загальна сума економії:

$$E_3 = 52,67 + 8157,12 = 13424,9 \text{ грн. на сівалку.} \quad (5.31)$$

Економічний ефект за 1 рік роботи у виробника на сівалку:

$$E_p = (13424,9 - 0,2(52800 - 36000 \cdot 2)) = 17264,9 \text{ грн.} \quad (5.32)$$

В таблиці 5.2 наведені дані для оцінки економічного впровадження сівалки з двофазною сошниковою системою.

Таблиця 5.2

№ п/п	Показник	Одиниці виміру	Значення показників	
			базова	нова
1	Зональний обсяг наробітку	год	160	160
2	Фактичний обсяг наробітку	га	110	110
4	Прямі експлуатаційні витрати: - заробітна плата з нарахуванням - витрати на ПММ - витрати на ремонт - амортизаційні відрахування	грн./га	60,55 256 21,67 32,67	60,55 256 21,67 22,51
5	Прямі витрати, всього	грн/га	74,82	57,24
6	Річна економія експл. витрат на 1 га	грн./га		1300
7	Річна економія експл. витрат на річний фактичний обсяг наробітку одною сівалкою	грн.		143000

З наведеної таблиці ми можемо зрозуміти, що економічний ефект склав 1500грн/га і термін окупності сягає 0.5 року.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Інструктаж з охорони праці

На сільсько-господарських підприємствах, є багато об'єктів при роботі з якими недотримуючись правил безпеки можна травмуватись. Це наприклад може бути знехтування правилами поведження біля важкої техніки, різноманітних установок, механізмів, невідповідний захисний одяг при роботі з отруто-хімікатами тощо.

Відповідно для уникнення шкоди власного здоров'я було розроблено різні інструкції, посібники із усіма вказаними пунктами дотримання безпеки під час робочого процесу, з якими обов'язково повинен ознайомитись працівник перед початком роботи.

При роботі із технікою працівник має бути одягнений у відповідний робочий одяг обов'язково із світло відбивними елементами. При виконанні ремонтних робіт потрібно використовувати захисні рукавиці, окуляри, відповідне взуття із металевими елементами. Одяг із світло відбивними елементами потрібен для того, щоб забезпечити безпеку у темних приміщеннях, або при роботі вночі, даний одяг відблискує від світла фар техніки і дозволяє вчасно побачити працівника. Машини в таких випадках мають бути із звуковими сигналами, проблісковими маячками, світловідбивачами, звуковим сигналом заднього ходу і дзеркалами заднього виду.

Також багато ремонтних робіт виконується на висоті наприклад ремонт даху у зерносклади, ремонт елеватора, при такій роботі обов'язково потрібно використовувати страховочні елементи. Робочі місця на високих агрегатах дообладнуються додатковими поручнями.

На роботі із підвищеним шумом, який може травмувати вушні барабанні перетинки слід використовувати захисні навушники. Також у майстернях обов'язково повинна бути справна.

Система вентиляції, на робочих місцях весь інструмент має бути у відповідному місці, нічого не повинно заважати при пересуванні на робочому місці. Переміщення або демонтаж важких деталей при ремонті сільськогосподарського обладнання слід використовувати спеціальні підйомні механізми. При переміщенні не слід знаходитись під вантажем, обов'язково потрібно перевірити чи надійно закріплений вантаж.

Сільськогосподарські машини мають бути технічно справними, всі механічні і електричні вузли мають бути в справному стані. Механізми мають включатися чітко, щоб не відволікати оператора від робочого процесу. Обов'язково має бути система мікроклімату, щоб забезпечувати комфортні умови роботи. Всі електричні вузли повинні бути ізольовані, оголенні провoda не допускаються. Під час з'єднання трактора із обладнанням потрібно дотримуватись правил, які мають бути вказані в посібнику експлуатації трактора, а також керуватись по вказівках, які можуть бути наклеєні біля навіски трактора. Кінцівки не слід розміщати на елементах які можуть рухатись, прокручуватись і зіскочити із свого місця.

1.2 Охорона праці на посівній роботі.

Під час заправлення сівалки посівним матеріалом і добривами потрібно дотримуватись таких правил:

Проводити заправлення бункерів посівним матеріалом і добрива в спеціальному одязі, обов'язково в рукавицях, в засобах захисту дихання, захисних окулярах. Це потрібно для того щоб захистити своє здоров'я від пилу який виділяється під час завантаження, що містить в собі частини протруювача яким оброблений посівний матеріал. Під час посіву також в ґрунт вносять добрива гранульовані або рідкі, що також мають шкідливі елементи для здоров'я людини.

Заправлення має відбуватись після того, як всі робочі вузли і двигун трактора будуть вимкнуті.

Заповнення бункерів слід проводити механізовано за допомогою спеціальних шнеків, що кріпляться на борт вантажного автомобіля або причіпа.

Під час завантаження забороняється знаходитися в кузові автомобіля.

Завантаження міндобрива може відбуватись за допомогою кранів маніпуляторів або навантажувачів, так як воно розміщене в мішках "Бегах". Так під час такого завантаження потрібно дотримуватись безпечної відстані від бега.

Під час посіву робочими органами сівалки потрібно керувати з робочого місця, опускати робочі органи в землю тільки на ходу. Також потрібно час від часу перевіряти стан зчіпки.

Обслуговувати, налаштовувати, очищати сівалку дозволяється тільки при вимкненому двигуні і опущеній навісці трактора.

ВИСНОВКИ

У Дипломному проєкті бакалавра було проведено удосконалення сівалки для посіву кукурудзи конструкцією двофазної сошникової системи із взаємодією сучасних систем точного землеробства. Також був проведений розрахунок вартості удосконалення та її економічна вигідність.

1. Було проведено удосконалення на базовій моделі сівалки. Після того був проведений аналіз посіву базовою моделлю і модернізованою, потім провели порівняння і виявили, що модернізована секція має кращі показники точності посіву. Але все рівно ці показники не були достатніми для бажаного результату, після того було проведено ряд корективів над механічними вузлами і налаштуваннями, в результаті чого ми добилися бажаних показників.
2. Головною метою було досягнення рівномірної глибини посіву, високоточної відстані між насінинами в рядку, більш точне копіювання поверхні ґрунту, кращий розподіл мінеральних добрив.
3. Встановлено оптимальне значення різниці глибини ходу борознеутворювача і ущільнюючого диска ($\Delta h_{opt} = 2,802 \text{ см}$), яке сприяє утворенню в зоні розміщення насіння необхідної щільності ґрунту в межах $1,1 \dots 1,3 \text{ г/см}^3$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "The Genius of China", Robert Temple, 2020, с. 25.
2. Tull, Jethro. — Printed for A. Millar, 1751
3. Principles of farm machinery.
4. . Иоаниди И.П. Влияние способов посева на урожай. – Кукуруза, 1966, № 9, с. 11.
5. Сборник агротехнических требований на сельскохозяйственные машины и тракторы. – М. : ЦНИИТЭИ, т 11, 1969.
6. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытания: ГОСТ 20915-75.– [Чинний від 1975-06-19].– М.: Издательство стандартов, 1975.– 42 с.– (Міждержавний стандарт).
7. Історія інженерної діяльності: Навчальний посібник / – С.В. Подлесний,
Ю.О. Єрфорт, В.М. Іскрицький. - Краматорськ: ДДМА, 2014. – 128 с.
8. Басин В. С., Полищук А. Н. Распределение растений при одинаковом интервале между семенами. – Совместные труды УкрНИИСХОМ и ВИСХОМ, 1967, в. 4, - 96с.
9. Василенко П. М., Бондаренко Н. Г. Вероятностные модели оценки процессов точного высева семян пропашных культур. – В кн.: Усовершенствование и создание машин для посева, посадки и внесения удобрений. М., 1964, с. 20-32.
10. Платонов И. М. Оценка сеялок точного высева. – Тракторы и сельхозмашины, 1975, № 7, с. 20-22.
11. Паламарчук В. И. Исследование процесса однозернового высева свекловичных семян. : Автореф. дис. канд. техн. наук. – Горки 1971, - 19с.
12. Горячкин В. П. Земледельческая механика. – М., 1919, - 200 с.
13. Василенко П. М. Теория движения материальной частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. – Киев, УАСХН, 1960, - 283 с.

14. Василенко П. М., Василенко Г. А., Богачев С. Я. О движении семян по семяпроводам посевных машин. – Сельхозмашина, 1951, № 5, с. 13-17.
15. Баранов В. В. О влиянии семяпровода на распределение семян при рядовом и гнездовом посевах. – Сельхозмашина, 1952, № 9, с. 15-17.
16. Журавлев Б. И. Результаты исследований пневматических высевающих аппаратов для точного высева семян сельскохозяйственных культур. – В кн.: Усовершенствование и создание машин для посева, посадки и внесения удобрений. М., 1964, с. 62-85.
17. Ковтун Ю. І. Агротехнічні основи створення свекловичних сеялок точного висіва. – Труды УкрНИИСХОМ и ВИСХОМ, 1970, в. 7, с. 10.
18. Бабий П. Т., Семахин Д. М. Равномерность размещения семян при пунктирном посеве. – Вестник с.-г. науки, Киев, 1964, № 4, с. 22-26.
19. Ковшов В.Н. Постановка инженерного эксперимента [Текст] / В.Н. Ковшов. – К. –Донецк: Высшая школа, 1982. – 120 с.
20. 6110FS-SC900 manual
21. Хоменко М. С., Романенко М. Ф., Манойло Н. А. и др. Методические рекомендации по эффективному использованию посевной техники. – Киев, 1979, – 34 с.
22. Горячкін В. П. Теорія маси і швидкостей сільськогосподарських машин і орудій. Сбор. соч. в 3-х т. М.: Колос, 1965, т. 1, с. 431-465.
23. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

ДОДАТКИ

.

