ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

Удосконалення механізації посіву соняшника з розробкою зчіпного пристрою посівного агрегату

Виконав: студент 4 курсу,
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____Рудов Костянтин Ігорович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____ _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарских машин

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
ТСГМ .
(назва кафедри)
доцент .
(вчене звання)
_____ Теслюк Г.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«____» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Рудов Костянтин Ігорович.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Удосконалення механізації посіву соняшника з розробкою зчіпного пристрою посівного агрегату
Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
«05» травня 2026 року № 912

2. **Строк подання студентом роботи** 29.05.2026 р.

3. **Вихідні дані до проєкту** Стан питання, аналіз патентних джерел, огляд літературний

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз господарства базового. 2. Конструкцій існуючих огляд. 3. Процесу технологічного обґрунтування. 4. ОП та основні заходи при роботі з конструкцією. 5. Економічної ефективності оцінка від запровадження. Висновки. Література.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. **Дата видачі завдання**: 12.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	**Примітка**
1	Аналітичний (оглядовий)	до 29.09.2025 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2025 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 23.02.2026 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 37.03.2026 р.	Виконав
5	Економічний	до 24.04.2026 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 29.05.2026 р.	Виконав

Студент _____ _____.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ _____.
(підпис) (прізвище та ініціали)

фрм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
А4		1	52.ДП.087.000000.ПЗ	Пояснювальна записка		
				Графічні матеріали		
		2	52.ДП.087.000002	Огляд існуючих		
		3	52.ДП.087.000003	Загальний вигляд		
		4	52.ДП.087.000004	Складальне креслення		
		5	52.ДП.087.000005	Деталювання		
		6	52.ДП.087.000006	Економічні показники		
		7	52.ДП.087.000007	Висновки		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	52.ДП.087.000000.ПЗ		
Розроб.		Рудов К.І.			Відомість дипломного проєкту	Літ.	Арк. / Аркушів
Перевір.		Пугач А.М.					4
Реценз.						ДДАЕУ	
Н. Контр.		Теслюк Г.В.					
Затверд.		Теслюк Г.В.					

АНОТАЦІЯ

Рудов Костянтин Ігорович Удосконалення механізації посіву соняшника з розробкою зчіпного пристрою посівного агрегату / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У 1 розділі представлено діяльності аналіз господарства базового.

У 2 розділі наведено конструкцій існуючих огляд і рішень технічних за темою.

У 3 розділі наведено процесу технологічного обґрунтування та конструкції.

У 4 розділі - з охорони праці основні заходи при роботі з конструкцією, що розроблена

У **5 розділі** приведено економічної ефективності оцінку від запровадження.

Дипломний проєкт виконано на 62 сторінках машинописного тексту, містить 57 джерел використаної літератури.

ЗМІСТ

ВСТУП……7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА ……..…….10
Висновки……13
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ..……15
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні……15
2.2 Конструкцій існуючих огляд …….19
2.3 Загальні положення патентного аналізу……24
Висновки……..…….33
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ ……35
3.1 Конструкції розробленої опис ……35
3.2 Підбір параметрів основних сівалки……..……....37
3.3 Визначення значень міцності вісі колеса секції посівної……38
3.4. Диска висівного приводу розрахунок…….……39
3.5. Визначення робочих режимів……40
3.6. Агрегату до роботи підготовка……..41
Висновки……45
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ47
Висновки……....51
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ……...52
Висновки……....54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ……56
ЛІТЕРАТУРА…….....59
ДОДАТКИ……..63

ВСТУП

Сучасний розвиток аграрного виробництва характеризується підвищенням вимог до ефективності використання технічних засобів, зменшенням витрат ресурсів та забезпеченням стабільно високої якості виконання технологічних операцій. Однією з ключових ланок у системі вирощування сільськогосподарських культур є процес посіву, від якого значною мірою залежить рівень польової схожості, рівномірність розміщення рослин, їх подальший розвиток і, як наслідок, урожайність. Саме тому удосконалення механізації посіву є важливим напрямом підвищення ефективності рослинництва.

На сучасному етапі технічного забезпечення сільського господарства широко застосовуються різноманітні посівні агрегати, які комплектуються на базі тракторів із навісними або причіпними сівалками. Однак, незважаючи на значну різноманітність конструкцій, існуючі технічні рішення не завжди забезпечують належний рівень адаптації агрегатів до конкретних умов експлуатації. Особливо це стосується роботи на полях із неоднорідним рельєфом, різними фізико-механічними властивостями ґрунту та змінними агротехнічними вимогами. У таких умовах значну роль відіграє конструкція зчіпного пристрою, який забезпечує взаємодію між енергетичним засобом і робочими машинами.

Зчіпний пристрій є важливим конструктивним елементом посівного агрегату, що визначає його маневреність, стійкість руху, рівномірність глибини загортання насіння, а також загальну продуктивність агрегату. Недосконалість конструкції зчіпки може призводити до порушення технологічного процесу посіву, збільшення енергетичних витрат, нерівномірного розподілу навантажень між робочими органами та передчасного зношування елементів машини. У зв’язку з цим виникає необхідність у розробці нових або удосконаленні існуючих конструкцій

зчіпних пристроїв, які б забезпечували оптимальні умови роботи посівних агрегатів.

Особливої актуальності набуває питання забезпечення рівномірного розподілу тягового зусилля між окремими секціями посівного агрегату. При використанні широкозахватних машин нерівномірність навантаження може призводити до відхилення окремих секцій від заданої траєкторії руху, що негативно впливає на якість посіву. Крім того, недостатня гнучкість зчіпного пристрою у вертикальній та горизонтальній площинах ускладнює копіювання рельєфу поля, що також призводить до порушення агротехнічних вимог.

Ще одним важливим аспектом є забезпечення надійності та довговічності зчіпного пристрою. В умовах інтенсивної експлуатації конструктивні елементи піддаються значним динамічним навантаженням, які виникають під час руху агрегату по нерівній поверхні, розгону, гальмування та виконання поворотів. Це обумовлює необхідність підвищення міцності конструкції, використання раціональних схем розподілу навантажень та застосування сучасних матеріалів.

Удосконалення конструкції зчіпного пристрою також пов’язане з потребою підвищення універсальності посівних агрегатів. Сучасні господарства прагнуть використовувати техніку, яка може ефективно працювати з різними типами сівалок і в різних технологічних схемах. Тому розробка зчіпного пристрою повинна передбачати можливість швидкого агрегатування, регулювання робочих параметрів та адаптації до різних умов роботи.

Крім того, важливим напрямом удосконалення є зменшення трудомісткості підготовчих і допоміжних операцій, пов’язаних із налаштуванням і обслуговуванням посівного агрегату. Раціональна конструкція зчіпного пристрою повинна забезпечувати зручність монтажу, демонтажу, транспортування та технічного обслуговування, що сприятиме зниженню витрат часу і підвищенню загальної ефективності використання техніки.

Таким чином, актуальність теми даного розділу обумовлена необхідністю підвищення ефективності механізованого посіву шляхом удосконалення конструкції зчіпного пристрою посівного агрегату. Це дозволить забезпечити більш стабільні показники якості посіву, зменшити енергетичні витрати, підвищити продуктивність агрегату та покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

Метою даного розділу є обґрунтування напрямів удосконалення механізації посіву та розробка конструкції зчіпного пристрою, який забезпечить підвищення техніко-експлуатаційних показників посівного агрегату. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення таких основних завдань: аналіз існуючих конструкцій зчіпних пристроїв і визначення їхніх недоліків; обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів удосконаленого пристрою; розробка принципової схеми та конструкції зчіпки; оцінка її впливу на якість виконання технологічного процесу посіву.

У результаті виконання даного розділу очікується отримання конструктивного рішення, яке забезпечить покращення умов взаємодії між енергетичним засобом і посівною машиною, підвищить стабільність руху агрегату та сприятиме дотриманню агротехнічних вимог до посіву. Це, у свою чергу, стане важливим кроком на шляху підвищення ефективності сучасного аграрного виробництва.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Фермерське господарство функціонує у галузі рослинництва та спеціалізується на вирощуванні соняшника і кукурудзи. Загальна площа орних земель становить 400 га, що забезпечує достатній виробничий потенціал для ефективного ведення аграрного бізнесу середнього рівня.

Господарство розташоване в зоні Степу України, що характеризується сприятливими умовами для вирощування теплолюбних культур. Середньорічна температура повітря становить +8…+10 °C, сума активних температур перевищує 2800 °C, що є достатнім для формування повноцінного врожаю кукурудзи та соняшника.

Річна кількість опадів коливається в межах 400–500 мм, причому їх розподіл є нерівномірним, що створює ризики посух у критичні фази розвитку рослин. Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними та південними із вмістом гумусу 3–5%, що визначає високий рівень природної родючості.

2. Структура землекористування та посівних площ

Раціональна структура посівних площ є визначальним фактором ефективності виробництва.

Структура посівів

Культура	Площа, га	Частка, %
Соняшник	200	50
Кукурудза	200	50
Разом	400	100

Подібна структура свідчить про вузьку спеціалізацію господарства. Водночас агрономічно обґрунтована частка соняшника не повинна перевищувати 25% у сівозміні. Отже, існує ризик:

- виснаження ґрунтів;
- накопичення патогенів;
- зниження врожайності у довгостроковій перспективі.

Для покращення ситуації доцільно впровадити сівозміну:

- соняшник - 100 га (25%);
- кукурудза - 150 га (37,5%);
- зернові (пшениця) - 100 га;
- бобові або покривні культури - 50 га.

У господарстві застосовується традиційна система обробітку:

- оранка на глибину 25–30 см;
- культивація;
- боронування.

Недоліки:

- високі енергетичні витрати;
- руйнування структури ґрунту;
- втрати вологи.

Перспективним є перехід до мінімального або нульового обробітку (Mini-till, No-till).

Застосовуються мінеральні добрива:

- азотні (N60-120);
- фосфорні (P40-60);
- калійні (K40).

Недостатнім є внесення органічних добрив, що негативно впливає на баланс гумусу.

Застосовується інтенсивна система захисту:

- гербіциди;
- фунгіциди;
- інсектициди.

Це забезпечує високий рівень урожайності, але підвищує собівартість продукції.

Урожайність культур

Культура	Урожайність, т/га
Соняшник	2,8

Кукурудза 7,0

Аналіз використання технічних ресурсів

Господарство має достатній рівень технічного забезпечення:

- трактори (150–300 к.с.);
- сівалки точного висіву;
- культиватори;
- обприскувачі;
- зернозбиральні комбайни.

Показники ефективності використання техніки:

- коефіцієнт завантаження техніки - 0,75–0,85;
- витрати пального - 60–80 л/га (сукупно);
- продуктивність агрегатів відповідає нормативам.

Аналіз трудових ресурсів

Кількість працівників від 8–15 осіб (залежно від сезонності).

Основні характеристики:

- висока механізація виробництва;
- сезонне залучення працівників;
- залежність ефективності від кваліфікації механізаторів.

SWOT-аналіз діяльності господарства

Сильні сторони:

- родючі ґрунти;
- спеціалізація;
- сучасна техніка;
- висока рентабельність.

Слабкі сторони:

- порушення сівозміни;
- залежність від погодних умов;
- обмежена диверсифікація.

Можливості:

- впровадження точного землеробства;

- розширення асортименту культур;
- зростання цін на олійні культури.

Загрози:

- кліматичні зміни;
- коливання ринку;
- подорожчання ресурсів.

Аналіз ризиків

Основні ризики:

- Кліматичний ризик
- Посухи можуть знижувати врожайність кукурудзи до 30%.
- Ринковий ризик
- Зниження цін на 20% призведе до втрати прибутку до 3 млн грн.
- Технологічний ризик
- Порушення агротехніки - зниження врожайності до 15%.

Напрями підвищення ефективності

- впровадження сівозміни;
- застосування систем точного землеробства;
- оптимізація норм внесення добрив;
- зменшення енергозатрат;
- використання сучасних гібридів;
- цифровізація управління господарством.

Висновки

Фермерське господарство площею 400 га демонструє стабільні економічні результати завдяки спеціалізації на вирощуванні соняшника та кукурудзи. Високий рівень рентабельності (68%) свідчить про ефективність використання земельних, матеріально-технічних і трудових ресурсів. Разом із тим, існують системні обмеження розвитку, зокрема недотримання сівозміни,

що може призвести до деградації ґрунтів. Значний вплив на результати діяльності мають погодні умови та нестабільність ринку.

Подальше підвищення ефективності можливе за рахунок: переходу до ресурсозберігаючих технологій; оптимізації структури посівів; впровадження інновацій; підвищення рівня управління виробництвом.

У довгостроковій перспективі господарство має потенціал до розширення та підвищення конкурентоспроможності за умови впровадження сучасних агротехнологій.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Посів є однією з найбільш відповідальних технологічних операцій у системі вирощування сільськогосподарських культур, оскільки саме на цьому етапі формується основа майбутнього врожаю. Якість виконання посіву визначає польову схожість насіння, рівномірність розміщення рослин, їх конкурентоздатність та ефективність використання поживних речовин, вологи і світла. У зв’язку з цим до посівних машин і комплексів висувається система агротехнічних вимог, які регламентують параметри та якість виконання технологічного процесу.

Агротехнічні вимоги спрямовані на забезпечення оптимальних умов для проростання насіння і розвитку рослин, а також на мінімізацію негативного впливу технічних засобів на ґрунтове середовище. Вони охоплюють вимоги до точності висіву, глибини загортання, рівномірності розподілу насіння, збереження структури ґрунту, а також узгодження роботи всіх елементів посівного агрегату.

1. Загальні агротехнічні вимоги

Посівні машини та комплекси повинні забезпечувати виконання технологічного процесу відповідно до встановлених агротехнічних строків. Запізнення із сівбою навіть на кілька днів може призвести до істотного зниження врожайності, тому техніка повинна мати достатню продуктивність і надійність для виконання робіт у стислі терміни.

Важливою вимогою є адаптивність посівних машин до різних ґрунтово-кліматичних умов. Машини повинні ефективно працювати на ґрунтах різного механічного складу, вологості та щільності, забезпечуючи стабільні показники якості посіву. При цьому конструкція повинна передбачати можливість регулювання основних параметрів роботи.

Посівні комплекси повинні забезпечувати мінімальне ущільнення ґрунту, особливо в зоні розміщення насіння. Надмірне ущільнення погіршує водно-повітряний режим і знижує польову схожість. Тому важливими є правильний розподіл маси агрегату, використання широких шин або гусеничних рушіїв, а також раціональна схема руху по полю.

2. Вимоги до якості висіву насіння

Однією з основних вимог є забезпечення заданої норми висіву. Відхилення фактичної норми висіву від заданої не повинно перевищувати ±3–5% залежно від культури. Це досягається точністю роботи висівних апаратів і стабільністю подачі насіння.

Рівномірність висіву насіння по довжині рядка є критично важливою, особливо для просапних культур. Коефіцієнт варіації інтервалів між насінинами не повинен перевищувати 20–25%. Пропуски та двійники повинні бути мінімізовані, оскільки вони призводять до нерівномірного розвитку рослин.

Рівномірність розподілу насіння по ширині захвату агрегату також має важливе значення. Відхилення між окремими рядками не повинно перевищувати 5–7%. Це забезпечується однаковими умовами роботи всіх висівних секцій.

Посівні машини повинні забезпечувати дбайливе поводження з насінням. Пошкодження насіння під час висіву не повинно перевищувати 0,5–1%, оскільки це безпосередньо впливає на його схожість.

3. Вимоги до глибини загортання насіння

Глибина загортання насіння повинна відповідати біологічним особливостям культури та умовам ґрунту. Відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати ±1–2 см.

Рівномірність глибини загортання є важливою умовою одночасного проростання насіння. Нерівномірна глибина призводить до розтягнутого періоду сходів, що ускладнює догляд за посівами та знижує врожайність.

Посівні машини повинні забезпечувати стабільне загортання насіння навіть при зміні рельєфу поля. Для цього використовуються копіювальні механізми, опорні колеса та системи регулювання тиску на ґрунт.

4. Вимоги до формування посівного ложа

Якісне формування посівного ложа є однією з ключових умов успішного проростання насіння. Посівні машини повинні забезпечувати:

- створення ущільненого шару ґрунту під насінням для покращення капілярного підняття вологи;
- наявність пухкого шару над насінням для полегшення проростання;
- відсутність великих грудок і рослинних решток у зоні загортання насіння.

Розмір ґрунтових агрегатів у посівному шарі не повинен перевищувати 20–30 мм для більшості культур. Надмірна грудкуватість погіршує контакт насіння з ґрунтом.

5. Вимоги до міжрядної відстані та прямолінійності рядків

Посівні машини повинні забезпечувати точне дотримання заданої ширини міжрядь. Відхилення не повинно перевищувати ±1–2 см. Це особливо важливо для просапних культур, де міжряддя використовуються для механізованого догляду.

Прямолінійність рядків повинна забезпечуватися на високому рівні, оскільки від цього залежить можливість подальшого обробітку міжрядь. Відхилення рядків від прямої лінії не повинно перевищувати 3–5 см на довжині 100 м.

Сучасні посівні комплекси повинні бути сумісні із системами навігації, що дозволяє підвищити точність руху агрегату.

6. Вимоги до одночасного внесення добрив

Багато посівних комплексів виконують операцію одночасного внесення мінеральних добрив. При цьому повинні виконуватись такі вимоги:

- точність дозування добрив (відхилення не більше ±5%);
- рівномірність розподілу по ширині захвату;

- розміщення добрив на оптимальній відстані від насіння (зазвичай 3–5 см нижче і збоку);
- запобігання контакту насіння з концентрованими добривами.

Недотримання цих вимог може призвести до зниження схожості або навіть загибелі проростків.

7. Вимоги до роботи в різних умовах

Посівні машини повинні забезпечувати якісну роботу за різної вологості ґрунту. При підвищеній вологості не допускається налипання ґрунту на робочі органи, а при сухих умовах – надмірне розпушування і пересушування посівного шару.

При роботі на полях із рослинними рештками (мінімальний або нульовий обробіток) посівні комплекси повинні забезпечувати якісне прорізання рослинних решток і формування борозни без їх загортання разом із насінням.

8. Вимоги до продуктивності та енергетичної ефективності

Посівні машини повинні забезпечувати високу продуктивність при збереженні якості виконання технологічного процесу. Робоча швидкість повинна відповідати конструкційним можливостям машини і зазвичай становить 6–12 км/год.

Енергетичні витрати на виконання посіву повинні бути мінімальними. Це досягається за рахунок раціональної конструкції робочих органів, оптимального агрегатування з трактором і зменшення тягового опору.

9. Вимоги до надійності та технологічності

Посівні машини повинні характеризуватись високою надійністю та довговічністю. Відмови в період посівної кампанії є особливо небажаними, оскільки можуть призвести до порушення строків сівби.

Конструкція машин повинна забезпечувати зручність технічного обслуговування, регулювання і ремонту. Час на підготовку до роботи має бути мінімальним.

10. Вимоги до безпеки та ергономіки

Посівні агрегати повинні відповідати вимогам безпеки праці. Усі рухомі частини повинні бути захищені, а органи керування – зручними та доступними.

Робоче місце механізатора повинно забезпечувати комфортні умови праці, хорошу оглядовість і мінімальний рівень вібрацій і шуму.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Зчіпні пристрої є важливим елементом посівних агрегатів, що забезпечує об’єднання окремих машин (сівалок, культиваторів, комбінованих агрегатів) в єдиний технологічний комплекс. Вони визначають ефективність використання енергетичних засобів, продуктивність агрегату, якість виконання посіву та експлуатаційні показники машинно-тракторного парку. У сучасному землеробстві, особливо при застосуванні широкозахватних посівних комплексів, роль зчіпних пристроїв значно зростає.

1. Призначення та функції зчіпок

Зчіпка – це конструктивний вузол, призначений для з’єднання декількох сільськогосподарських машин в один агрегат і передачі тягового зусилля від трактора до робочих органів.

Основні функції зчіпок:

- агрегатування кількох сівалок в один комплекс;
- рівномірний розподіл тягового зусилля;
- забезпечення стабільності руху агрегату;
- копіювання рельєфу поля;
- підвищення продуктивності за рахунок збільшення ширини захвату.

2. Класифікація зчіпок

2.1. За призначенням

Універсальні зчіпки

Застосовуються для агрегатування однотипних машин (сівалок, культиваторів, борін). Вони мають фронтальний тяговий брус, до якого кріпляться робочі машини.

Спеціальні зчіпки

Призначені для агрегатування несиметричних або спеціалізованих машин. В таких конструкціях машини можуть розташовуватись уступом або послідовно.

2.2. За способом агрегатування з трактором

Причіпні – мають власні опорні колеса і є самостійною конструкцією;

Навісні – використовують навісну систему трактора;

Напівнавісні – частково спираються на трактор і частково на власні колеса.

Найбільш поширеними у посівних агрегатах є причіпні зчіпки, що забезпечують стабільність при великій ширині захвату.

2.3. За кількістю агрегатованих машин

- одинарні;
- подвійні;
- багатосекційні (широкозахватні).

У сучасних умовах найбільш актуальними є багатосекційні зчіпки, які дозволяють агрегатувати 2–6 і більше сівалок.

3. Загальна конструкція зчіпок

Типова зчіпка складається з таких основних елементів:

- тяговий брус (рама) – основний несучий елемент;
- шарнірні з’єднання – забезпечують гнучкість конструкції;
- опорні колеса – стабілізують положення зчіпки;
- подовжувачі (крила) – для розміщення додаткових машин;
- сниця – з’єднання з трактором;
- гідравлічна система – для переведення у транспортне положення;
- маркери – для орієнтації при посіві.

У більшості випадків головна балка складається з декількох секцій, з’єднаних шарнірами, що дозволяє адаптувати агрегат до нерівностей поля.

4. Конструкції класичних зчіпок

4.1. Зчіпки типу С-11 і С-18

Це одні з перших широкозахватних зчіпок, які широко застосовувались для агрегатування сівалок.

Особливості конструкції:

- багатоланкова головна балка;
- шарнірне з’єднання секцій;
- розміщення машин у два ряди;
- наявність подовжувачів і опорних коліс.

Такі зчіпки дозволяли агрегатувати до 4–6 сівалок і значно підвищували продуктивність.

4.2. Зчіпки серії СП (СП-8, СП-10,8, СП-11, СП-16)

Це найбільш поширений тип сучасних зчіпок для зернових сівалок.

Основні конструктивні особливості:

- жорстка або шарнірна рама;
- можливість агрегатування 2–4 сівалок;
- наявність гідросистеми;
- регульована ширина захвату.

Приклади:

СП-8 – для двох сівалок із шириною захвату близько 7,2 м

СП-10,8 – для двох сівалок із шириною 10,8 м

СП-11 – для трьох сівалок

СП-16 – для 3–4 сівалок із шириною до 16 м

Ці зчіпки забезпечують підвищення продуктивності у 1,5–2 рази порівняно з одиночними машинами.

4.3. Гідрофіковані зчіпки

Сучасні зчіпки оснащуються гідравлічними системами, що дозволяє:

- переводити агрегат у транспортне положення;

- керувати маркерами;
- регулювати положення робочих секцій.

Наприклад, зчіпки типу СП-7-01 або СПЗ-10,8 мають гідропривід і складаються з центральної рами, крил та опорних коліс.

5. Конструктивні особливості широкозахватних зчіпок

Широкозахватні зчіпки мають складну багатосекційну конструкцію:
- центральна секція;
- бічні крила;
- шарнірні вузли;
- система складання.

Такі конструкції дозволяють:
- збільшити ширину захвату до 10–16 м і більше;
- забезпечити транспортну компактність;
- покращити копіювання рельєфу.

Важливою особливістю є наявність шарнірів, що дозволяють кожній секції незалежно переміщуватись у вертикальній площині.

6. Особливості розміщення сівалок у агрегаті

Існують різні схеми розміщення машин:
- в один ряд – проста конструкція, але обмежена ширина;
- у два ряди – дозволяє збільшити кількість машин;
- уступом – використовується для спеціальних агрегатів.

Дворядне розміщення забезпечує кращий розподіл навантаження та зменшення тягового опору.

7. Аналіз переваг і недоліків конструкцій

Переваги сучасних зчіпок:
- підвищення продуктивності;
- універсальність;
- можливість агрегатування різних машин;
- зниження витрат палива на одиницю площі.

Недоліки:

- складність конструкції;

- збільшення маси агрегату;

- потреба у потужних тракторах;

- складність транспортування без механізмів складання.

8. Напрями удосконалення зчіпок

Сучасні тенденції розвитку конструкцій зчіпок спрямовані на:

- підвищення гнучкості конструкції;

- автоматизацію регулювань;

- інтеграцію з GPS-навігацією;

- зменшення маси;

- підвищення надійності шарнірних вузлів.

Особлива увага приділяється забезпеченню рівномірного розподілу навантаження між сівалками та стабільності руху агрегату.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика зчіпок

Марка	СП-11	СП-16	СП-20
Конструктивна ширина захвату, м	11	16	20
в робочому положенні, м з сівалками з культиваторами	 10,8 8,0	 14,4 16,0	 21,6 20,0
км/год	до 15	до 15	до 15
Тягове зусилля, що забезпечує зчіпка - при швидкість 15 км/год, кг	 3000	 5000	 5000
Кількість подовжувачів	1	2	3
Габаритні розміри, мм			
положення робоче: – довжина – ширина – висота	3400 7300 820	6000 13500 1170	4900 18120 1450
положення транспортне: – довжина – ширина – висота	3400 7300 820	4500 5000 1170	11100 5200 1450
Без маркерів та подовжувача вага зчіпки	528	1390	1350

9. Використання зчіпок у сучасних посівних комплексах

У сучасних технологіях широко застосовуються комбіновані посівні комплекси, де зчіпка є базовим елементом:

- об’єднує ґрунтообробні та посівні машини;
- забезпечує синхронну роботу всіх елементів;
- дозволяє виконувати кілька операцій за один прохід.

2.3 Загальні положення патентного аналізу

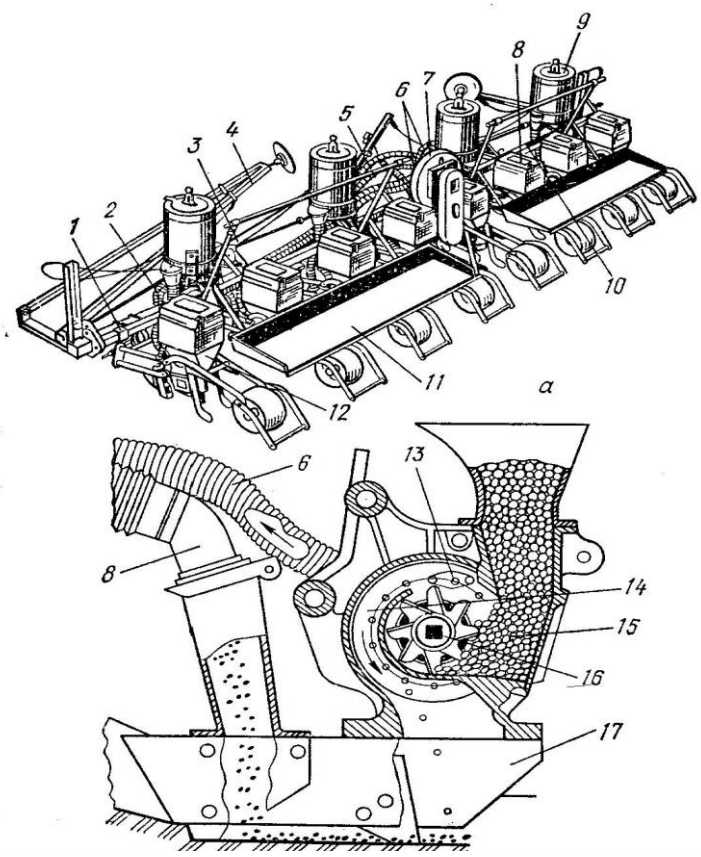


Рисунок 2.1- СУПН-8

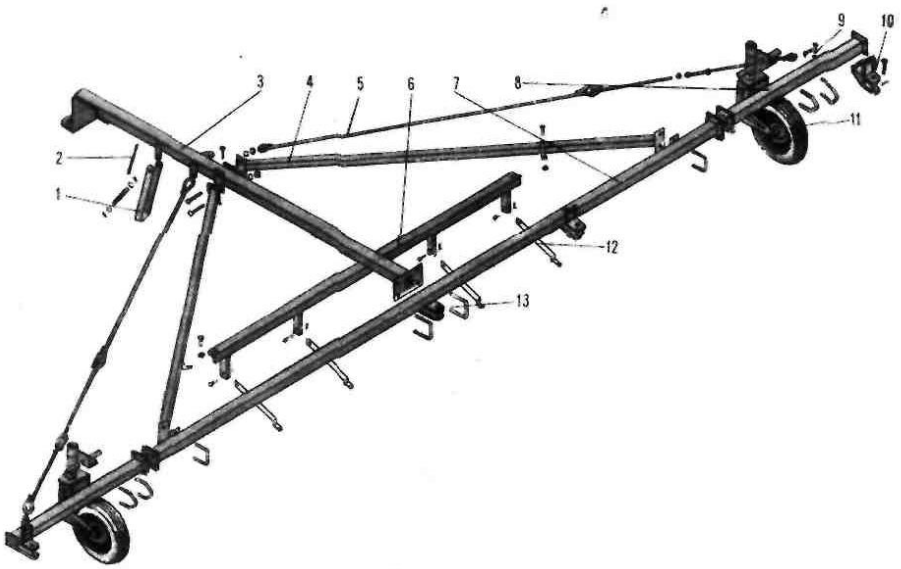


Рисунок 2.2 - схема зчіпки конструктивна

Основні вузли зчіпки (рис. 3.2): сниця 3, брус 7, приставки 8, колеса 11, розкоси 4, розтяжки гнучкі 5, куток 6, гідротраса.

До зчіпки прикладається подовжувач и маркер. Брус зчіпки СП-11 виконано з трьох часток - бруса 7 и двох приставок 8, з'єднаних с брусом за допомогою фланців и болтів.

Приставки 8 використовують при складанні агрегату з шириною захвату до 11 м, при меншій ширині захвату використовують центральну частину зчіпки.

Сниця 3 (рис. 2.2) и брус 7 зєднуються між собою двома скобами и гайками с контргайками. Брус опирається на два самостійно встановлюючих колеса 11. На сницю и брус за допомогою кронштейнів встановлюють гідротрасу, яка складається з металевих трубок, захищених металевими кожухами. Гідротраса обладнана маслопроводами, які через запірний пристрій і шланги з'єднується з гідроциліндрами, встановленими на знаряддях. Запірні пристрої не дозволяють маслу зливатися з шлангів і гідротраси при від'єднанні знаряддя від зчіпки.

До бруса 7 і сниці 3 скобами і болтами кріплять розкоси 4, які з'єднані між собою кутником 6. Сниця 3 представляє собою трубу 80×80×8 з

привареним фланцем для з’єднання с брусом. До зчіпки шарнірно приєднана підніжка 1 с пружиною 2. Підніжка утримує сницю на висоті причепа трактора. До цього ж кінця сниці приварено причеп для приєднання зчіпки до трактора. Брус 7 як і сниця, має в центральній частині приварений причеп 13 для приєднання знарядь. По торцям бруса є фланці, до яких кріплять приставки 8 з привареними до них вушками 9 для приєднання гнучких розтяжок 6. В залежності від кількості знарядь на брус і приставки ставлять причепи 10.

Розкоси виконано з кутника 63×63×6 і призначено для посилення бруса зчіпки в горизонтальній площині. До них приварено кронштейни, на які ставлять кутник 6. До кутника за допомогою повідків 12 і пальців приєднують дві зубові борони для загортання сліду трактора.

Колеса 11 самовстановлюються. Для стійкості ходу при ешелонованому з’єднанні сільськогосподарських знарядь із зчіпкою вилки коліс запирають штирем. При шеренговому агрегатуванні вилки коліс звільняють.

При ешелонованому агрегатуванні знарядь до зчіпки приєднують подовжувач, що представляє собою зварений трикутник, в задньому куту якого вварений стакан для установки пневматичного самостійно встановлюючого колеса з шиною 5…10. В задній частині подовжувача є причеп для приєднання машин. До рами зчіпки подовжувач кріплять двома швидкоз'ємними штирями.

Маркер (рис. 2.3) автоматичний, самостійно встановлюючий: зміна положення лівого і правого маркерних штанг відносно агрегату для наступного проходу після повороту не потребує сторонньої дії.

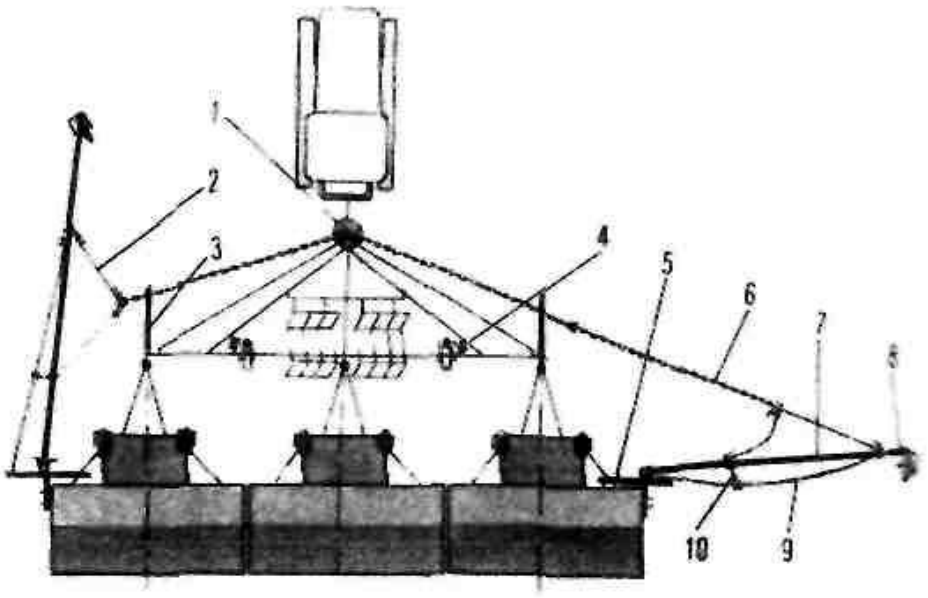


Рисунок 2.3 - СП-11

Кожна штанга маркера представляє собою трубу, яка одним кінцем шарнірно опирається на кронштейн 5, встановлений на сівалці, а другим кінцем через слідоутворювач 8, встановлений на висувній трубі, опирається на грунт.

Ліва і права шарнірні штанги з’єднані між собою ланцюгом 6, що проходить крізь амортизатор 1, встановлений на сниці зчіпки. Довжина ланцюга розрахована таким чином, що коли один слідоутворювач виконує слід на незасіяній частині поля, другий піднято в непрацююче положення.

Щоб петлі ланцюга при повороті агрегату не тягнулись по землі и не могли потрапити під колеса зчіпки, передбачено кронштейн підтримки ланцюга 3. Здвоєна тросова розтяжка 2 утримує ланцюг в зоні кронштейна при непрацюючому положенні штанги.

Маркерна штанга в непрацюючому положенні утримує ланцюг із здвоєною тросовою розтяжкою і непрацюючої розтяжкою - тросом. Щоб ця растяжка не чіплялась за части штанги, передбачена підтримка троса 10.

При переїзді з поля на поле і обсіві поворотних смуг обидва маркерні штанги переводять в непрацююче положення. При переїздах на далекі відстані обидві маркерні штанги укладають в транспортні кронштейни 4, встановлені на зчіпці.

До уніфікованих зчіпок відносять також СП-16 і СП-20. Основні вузли СП-16 - секція центральна 2, ліве и праве крило 1 і 5, подовжувачі 9, колеса 4 и 8, підставка 3, гідротраса 6 і 7 і маркер.

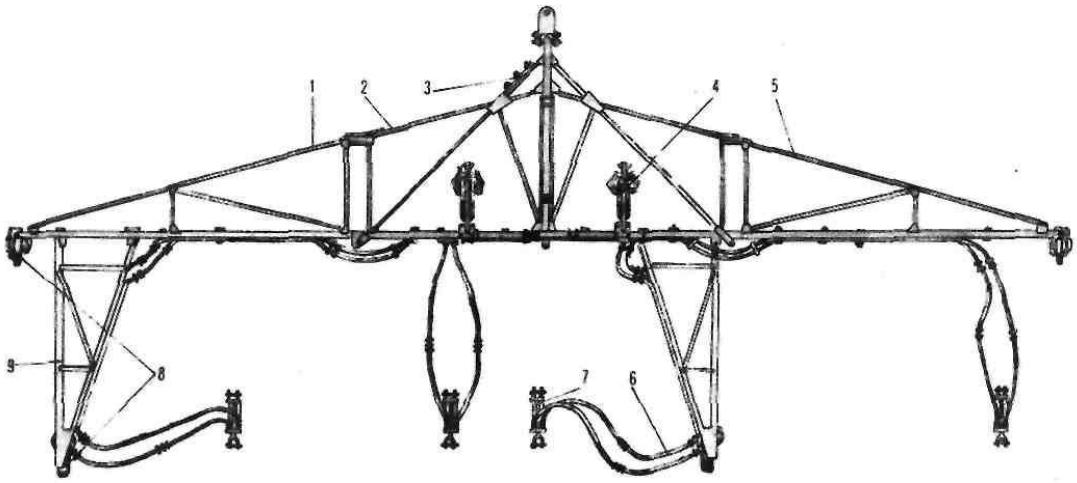


Рисунок 2.4 - СП - 16

Центральна секція зварена з труб квадратного перетину. В центрі секції розташовано центральний поздовжній брус, передня частка якого має два отвори. До них штирями кріплять шарнірно або жорстко причіпну сергу. По торцям центральної секції приварено кронштейни для шарнірного приєднання правого и лівого крил зчіпки, які опираються на пневматичні колеса розміром 5×10".

причіпну сергу трактора, а у відчепленому стані - на підставку. Колеса можуть повертатися на 30° в кожну сторону.

Задній брус зчіпки, виконано з труб 100×100×6, призначено для приєднання сільськогосподарських машин. Два подовжувача, з’єднано з поперечним брусом зчіпки, що опирається на пневматичні колеса розміром - 10".

Підставка представляє собою гвинт, ввернутий в чавунну гайку. Вона призначена для регулювання висоти причепа зчіпки при її агрегатуванні з трактором. Верхня частина гвинта закінчується рукояттю для обертання, а нижня проходить через П- подібну стійку і загвинчується опорною пластиною.

Маркер СПФ-07.000 забезпечує правильність стикового міжряддя при водінні посівного агрегату, що складається з трьох-чотирьох сівалок. Маркер дискового типа. Управління - гідравлічне з кабіни трактора. Виліт маркера лівого и правого відносно середини агрегату при агрегатуванні, мм:

	з трьома сівалками	з чотирма сівалками
максимальний	11500 и 10800	15 100 и 14400
мінімальний	10800 и 10100	11400 и 13700

Ліва и права частини маркера мають однакову конструкцію. Вони складаються з кронштейна, укріпленого на боковій, секції зчіпки, опорної штанги з самовстановлюючими колесами, підйомної штанги с висувною трубою і диском, слідоутворювача і троса, що проходить через ролики рамки, встановлений на опорній штанзі і кронштейні. Кінець троса закріплено стяжкою.

У другому спрощеному варіанті зчіпки використано самовстановлюючий маркер СУМ-4М, що працює автоматично без гідравлічного управління.

Маркер перед початком роботи встановлюють в робоче положення, в якому одну його частину розвернуто і креслить маркерну лінію, а друга розташована вздовж трактора. Під час повороту агрегату маркери автоматично змінюють своє положення.

На зчіпці спеціальними кронштейнами встановлено гідротрасу, що складається з металевих трубок, арматури и гідро шлангів з гідроциліндрами і включає дві незалежні один від одної гідросистеми - маркера и самої зчіпки.

Гідросистема маркера складається з двох маслопроводів, двох рукавів високого тиску і одного циліндра.

Гідросистема зчіпки - з двох маслопроводів поздовжніх, двох середніх, чотирьох крайніх і чотирьох маслопроводів - подовжувачів, рукавів високого тиску і чотирьох циліндрів для установки їх для приєднання гідрофікованих сільськогосподарських машин.

Робочі органи машин, в агрегаті із зчіпкою, підіймають и опускають, керуя гідросистемою за допомогою важеля гідрозподілювача трактора. Рух агрегату заднім ходом не допускається. Перед поворотом необхідно підіймати робочі органи машин, а також штанги маркера СПФ-07000.

Для переведення зчіпки СП-16 в транспортне положення слід підняти опорні штанги 1 маркера разом з підйомними штангами 3 и закріпити їх в вилках кронштейнів 2 (рис. 2.5).

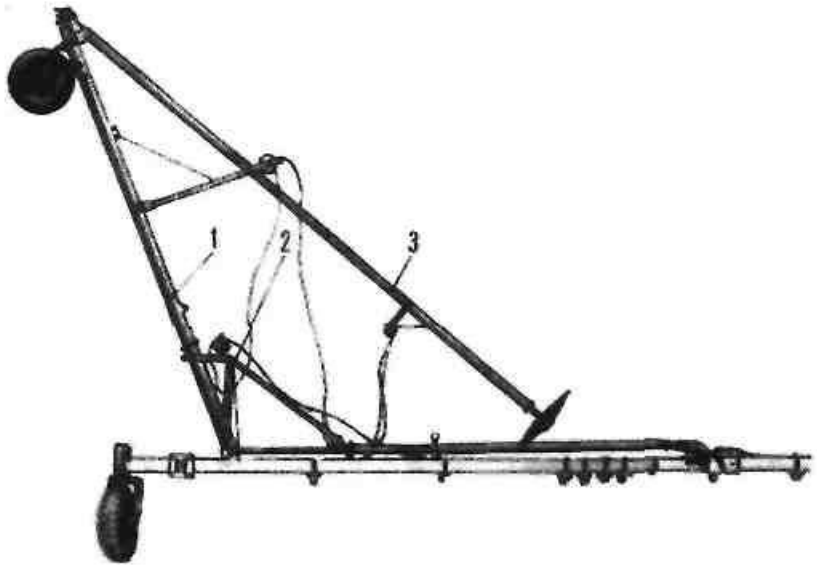


Рисунок 2.5 - Встановлення маркера в положення близького транспортування

При переїздах на дальні відстані (рис. 2.6) підйомні штанги від’єднують від опор і укладають на центральну секцію зчіпки. Потім роз’єднують передні шарніри лівого і правого крил і центральної секції, вставив штирі в центральну секцію. Передній скіс крил повертають в горизонтальну площину параллельно задньому брусу центральної секції і з’єднують кронштейни пружним шплінтом.

Самовстановлюючі колеса обертаються на 180° і закріпляються штирем. Подовжувачі від'єднують від зчіпки и укладають на центральну секцію колесами вгору.

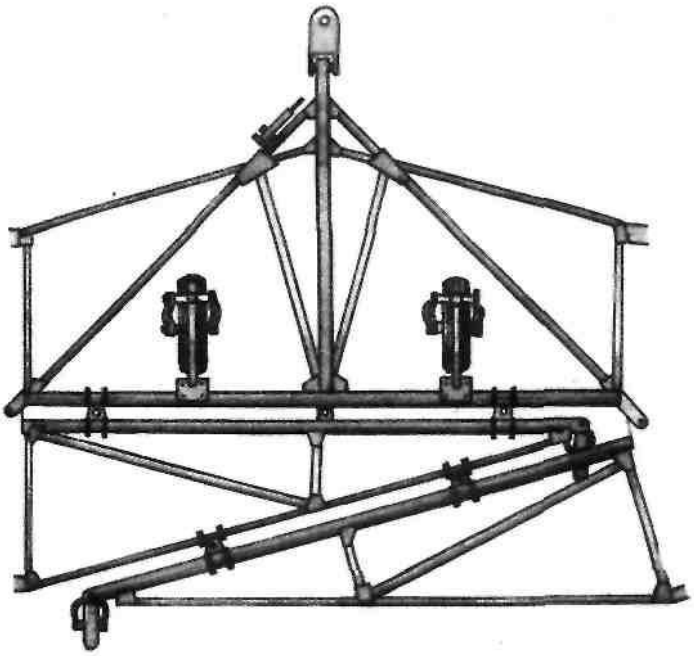


Рисунок 2.6. Встановлення зчіпки в положення дальнього транспортування

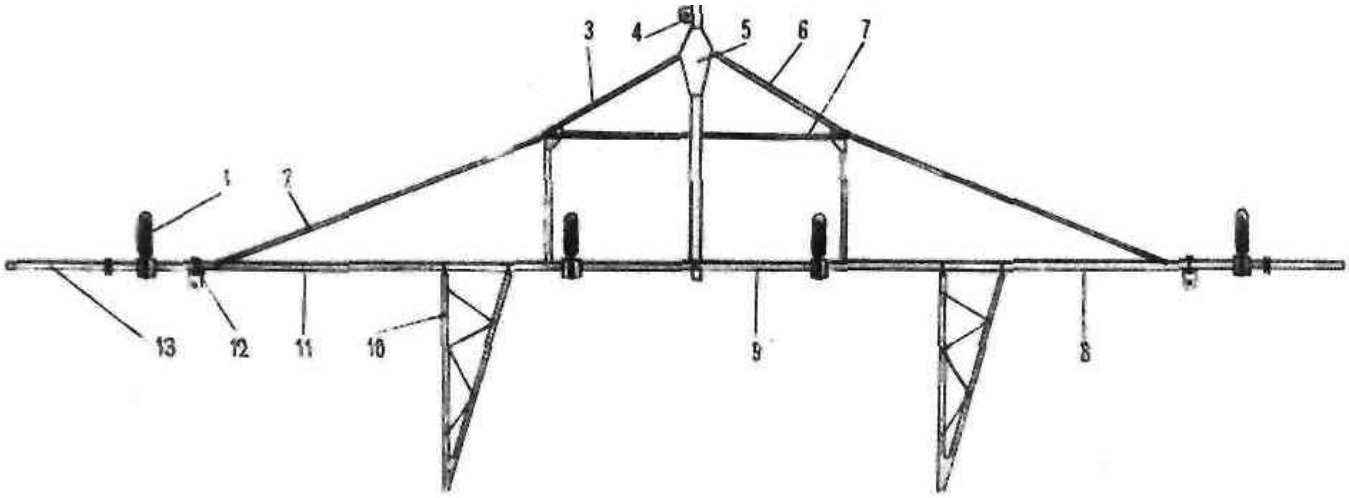


Рисунок 2.7 - СП - 20

Конструкцію зчіпки СП-20 показана на рис. 2.7.

Сниця, поперечина, середній брус, обв’язки і два самовстановлюючих колеса складають передню частину зчіпки. З боків до неї кріпляться бруси, кінці яких опираються на колеса.

Деталі середньої части зчіпки з’єднані болтами. В передній частині сниці встановлено домкрат. Це дає можливість трактористу самостійно чіпляти зчіпку до трактора. Бруси - лівий і правий – приєднано до середньої частини зчіпки за допомогою двошарнірної хрестовини. Це забезпечує добре копіювання рельєфу поля і дає можливість обертати бруси назад при встановленні у транспортне положення.

Для створення ешелонованих агрегатів зчіпка комплектується подовжувачами 10, які представляють собою трикутну раму. Спереду подовжувачі опираються на причепи, що прикріплені до несучого брусу зчіпки, а позаду - на самовстановлюючі колеса.

На середньому і крайніх брусах за допомогою дугоподібних кронштейнів кріпляться однакові по конструкції пневматичні самовстановлюючі колеса.



Рисунок 2.8 - Самовстановлююче колесо пневматичне

Пневматичне колесо 1 (рис. 2.8.) прикріплено до вилки 2. Вона може бути замкнута чекою, яку утримує пружина 5. При цьому колесо стає несамовстановлюючим. Щоб колесо стало самовстановлюючим чеку 4 відводять поворотом важіля 3 на 90°. При переводі зчіпки в транспортне положення розкоси приєднують штирями до середньою частини зчіпки по середині бруса.

Для сівби кукурудзи промисловість випускає 12 рядні сівалки СУПН-12, СКПП-12, які агрегатуються з тракторами тягового класу 30 кН.

Висновки

Агротехнічні вимоги до посівних машин і комплексів є комплексною системою показників, що визначають якість виконання технологічного процесу посіву. Їх дотримання забезпечує створення оптимальних умов для проростання насіння, формування дружних сходів і рівномірного розвитку рослин.

Основними напрямами забезпечення агротехнічних вимог є підвищення точності висіву, забезпечення рівномірної глибини загортання, покращення якості формування посівного ложа та зменшення негативного впливу техніки на ґрунт. Важливу роль відіграє також інтеграція сучасних технологій, таких як системи точного землеробства. Таким чином, удосконалення конструкції посівних машин і комплексів з урахуванням агротехнічних вимог є необхідною умовою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва та забезпечення стабільного рівня врожайності культур.

Зчіпки для посівних агрегатів є важливим елементом сучасної агротехніки, який визначає ефективність виконання посівних робіт. Аналіз існуючих конструкцій показує, що найбільш поширеними є універсальні причіпні широкозахватні зчіпки серії СП, які забезпечують високу продуктивність і адаптивність до різних умов роботи. Основними напрямами розвитку є підвищення гнучкості конструкції, впровадження гідравлічних і

автоматизованих систем, а також оптимізація розподілу навантаження. Удосконалення зчіпних пристроїв дозволяє значно підвищити ефективність механізованого посіву та забезпечити виконання агротехнічних вимог на високому рівні.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

Запропонована конструкція напівначіпної зчіпки приведена на рис. 3.1.

Зчіпка включає раму основну 8, закріплену в передній частині трактора. Бруси 4 приєднанні до рами 8 під прямим кутом і фіксується за допомогою розтяжок передніх 6 і розтяжок задніх 7. Бокові бруси 4 спираються на опорні колеса 2. Сільськогосподарські машини (на схемі не зображено) наприклад сівалки, встановлюються на брусах 4 і позаду трактора.

Зчіпка працює наступним чином. В транспортному положенні роз'ємною тягою бруси роз'єднуються один відносно іншого і поворотом навколо шарніра бруси встановлюються і фіксуються вздовж рами трактора. Сільськогосподарські машини причіпляють одна за одною в задній частині трактора. В робочому положенні правий і лівий брус розводяться в сторони і з'єднуються між собою роз'ємною тягою таким чином, щоб між брусами і рамою утворився прямий кут.

Тягою регулюють також ширину стикових міжрядь сільськогосподарських машин зчіпки. Бруси спираються на колеса, що самовстановлюються і копіюють рельєф поля. В процесі роботи трактор прямолінійно переміщується по сліду маркера або колії в залежності від виду робіт, що виконуються.

Зчіпку можна агрегатувати з тракторами тягового класу 2…3 і комплектувати культиваторами КПС-4, КПЄ-3,8, КШ-3,6А; сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6, СУПН-8; котками ЗККШ-6. Є можливість комплектування з іншими машинами, що близькі до вказаної по ширині захвату і тяговому опору як з гідрофікованими та і з не гідрофікованими.

Маркер автоматичний, само встановлюється: зміна положення лівої і правої маркерних штанг відносно агрегату для наступного проходу після повороту не потребує втручання робітника.

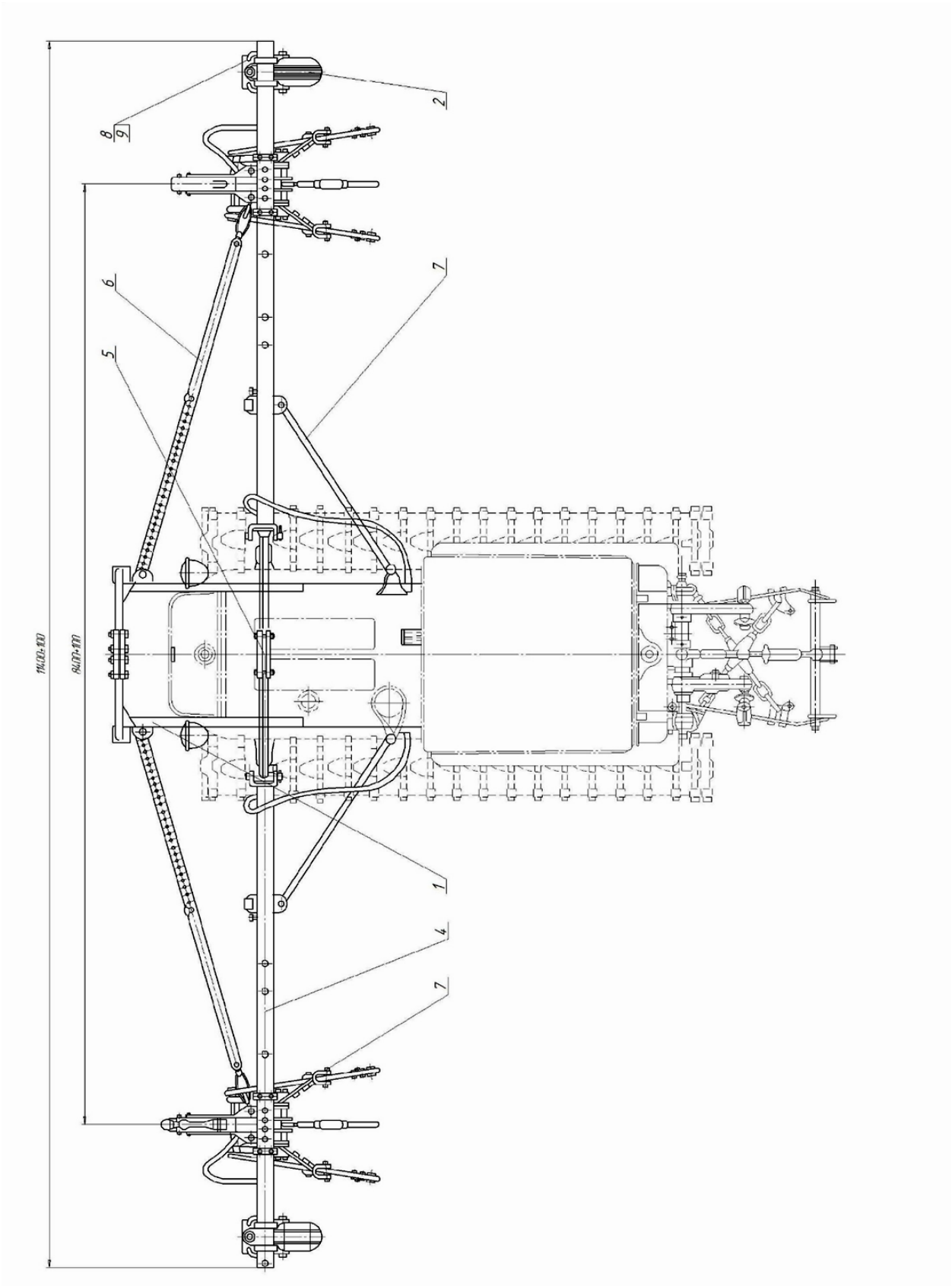


Рисунок 3.1 - Зчіпка

1 – навіска; 2 – колесо; 4 – брус; 5 – рама передня; 6 – розтяжки передні; 7 – розтяжки задні; 8 – рама основна; 9 – кронштейн; 10 – опора.

Кожна штанга маркера являє собою трубу, яка одним кінцем шарнірно спирається на кронштейн, що встановлюється на сівалці, а іншим кінцем через слідоутворювач встановлений на висувній трубі, спирається на грунт.

Ліва і права шарнірні штанги з'єднанні між собою ланцюгом, що проходить через амортизатор, встановлений на сниці зчіпки. Довжина ланцюга розрахована таким чином, що коли один слідоутворювач утворює слід на незасіяній частині поля, інший піднятий в неробоче положення.

3.2 Підбір параметрів основних сівалки

$$P = Mg \tag{3.1}$$

$$F_y = M\omega^2 R, \tag{3.2}$$

$$\omega = \frac{\pi n_д}{30}$$

$$H = \frac{10^4}{aa_1}, \tag{3.3}$$

$$H = \frac{10^4}{0,7 \cdot 0,2} = 71428 \text{ шт/га}$$

$$N = \frac{V_м}{a_1}, \tag{3.4}$$

$$N = \frac{2,33}{0,2} = 11,65 \text{ нас./с},$$

Відповідно за секунду дванадцять насінин

3.3 Визначення значень міцності вісі колеса секції посівної

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_A}{0{,}1K[\sigma]}}, \qquad (3.5)$$

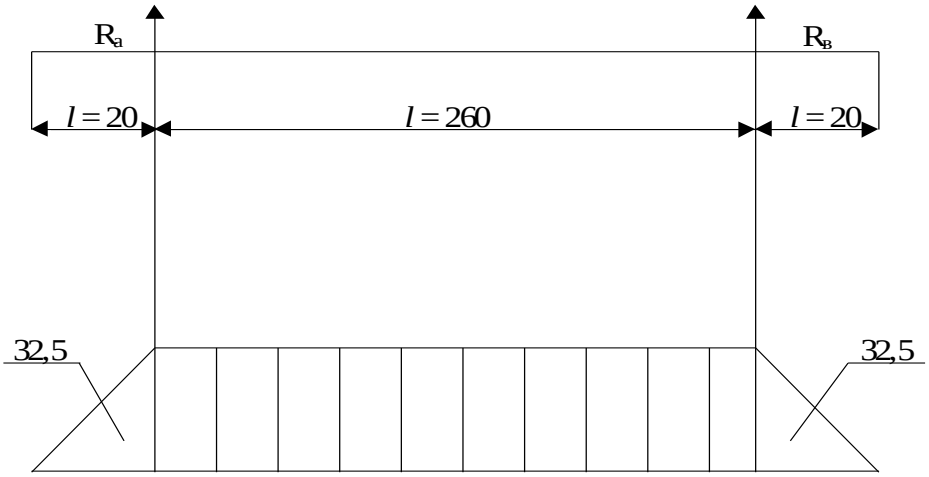


Рисунок 3.2 - Моментів згинаючих схема

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (3.6)$$

$$\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} = \frac{1{,}95}{0{,}88} = 2{,}22$$

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_n}, \qquad (3.7)$$

$$\sigma_n = \frac{M_A}{W_n},$$

$$\sigma_n = \frac{32{,}5}{9 \cdot 10^6} = 3{,}6 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2;$$

$$n_\sigma = \frac{350 \cdot 10^6}{2{,}22 \cdot 3{,}6 \cdot 10^6} = 43$$

$$\frac{K\sigma}{\varepsilon_\sigma} = 3,8$$

$$n = \frac{350 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 3,6406} = 25$$

Стійкості запас збережено

3.4 Диска висівного приводу розрахунок

$$Z_2 = \frac{Z_1}{I}, \qquad (3.8)$$

$$Z_2 = \frac{30}{2,3} = 13,04.$$

Зубів 13 буде прийнято

приймаємо Z_2 =13 зубів.

$$t \geq 2,8\sqrt{\frac{MK_э}{Z_1[P]K}}, \qquad (3.9)$$

$$t \geq 2,8\sqrt{\frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{30 \cdot 34 \cdot 1}} \geq 2,8\sqrt{\frac{113}{1,050}} \geq 15,1 мм.$$

Обрано «Ланцюг ПР – 15,875 – 2300 з кроком 15,87 t

$$V = \frac{Z_1 t n_3}{60 \cdot 10^3} \qquad (3.10)$$

$$V = \frac{30 \cdot 15,875 \cdot 120}{60000} = 0,95 \text{ м/с.}$$

$$\text{Р} = \frac{P_y \cdot Кэ}{F}, \tag{3.11}$$

$$\text{n} = \frac{Q}{R_g \cdot \text{Р}_y + Pf}, \tag{3.12}$$

$$\text{n} = \frac{23000}{1 \cdot 1210 + 26,6} = 18,5.$$

3.5 Визначення робочих режимів

Умов роботи характеристика представлена в додатку А.

$$R_a = B_p \cdot к + G_u \frac{i}{100}, \tag{3.13}$$

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta_0}{100} \right], \tag{3.14}$$

$$k = 1,5 \left[1 + (8,6 - 5) \cdot \frac{3}{100} \right] = 1,65 \ кН / м$$

$$R_a = 16,8 \cdot 1,65 + 11,3 \frac{2}{100} = 30,3 \ кН$$

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_m - G \frac{i}{100}}. \tag{3.15}$$

$$\xi_p = \frac{30,3}{37 - 11,3 \frac{2}{100}} = 0,83$$

3.6 Агрегату до роботи підготовка

Посівний агрегат для висіву просапних культур формується на базі просапної пневматичної сівалки СУПН-8, яка агрегатується з енергетичним засобом (трактором) тягового класу 1,4–2,0. Найбільш поширеним є використання тракторів типу МТЗ-80/82 або їх сучасних аналогів.

До складу агрегату входять: трактор; навісна або напівнавісна сівалка СУПН-8; зчіпний пристрій (у разі використання причіпного варіанта або комбінування агрегатів); допоміжні системи (вакуумна система висіву, туковисівні апарати, транспортні механізми).

Сівалка СУПН-8 призначена для точного пунктирного висіву насіння кукурудзи, соняшнику, сорго та інших культур із одночасним внесенням мінеральних добрив. Основною її особливістю є застосування пневматичного висівного апарата, що забезпечує високу рівномірність розміщення насіння в рядку.

Конструктивно сівалка складається з: рами; висівних секцій (8 штук); вакуумної системи; насіннєвих бункерів; туковисівних апаратів; сошників; загортачів; опорно-привідних коліс.

Ширина захвату агрегату становить близько 5,6–6,0 м, залежно від міжряддя (зазвичай 70 см).

2. Вимоги до технічного стану агрегату

Перед початком роботи необхідно забезпечити повну технічну справність усіх складових агрегату.

Стан трактора: перевірка рівня пального, мастила та охолоджувальної рідини; справність гідравлічної системи; перевірка роботи ВВП; тиск у шинах відповідно до нормативів; справність навісної системи.

Стан сівалки: відсутність механічних пошкоджень рами; надійність кріплення висівних секцій; справність привідних механізмів; герметичність пневматичної системи; чистота висівних дисків та камер.

Стан зчіпки: перевірка цілісності зчіпного пристрою; правильність регулювання довжини тяг; відсутність люфтів у з’єднаннях; надійність фіксації агрегату.

3. Підготовка сівалки СУПН-8 до роботи

Підготовка сівалки включає комплекс операцій, спрямованих на забезпечення точного висіву та стабільної роботи агрегату.

Очищення та огляд

Перед налаштуванням необхідно: очистити всі вузли від пилу, бруду та залишків насіння; перевірити стан висівних апаратів; оглянути сошники та загортачі на предмет зносу; перевірити стан шлангів вакуумної системи.

Перевірка та налаштування висівних апаратів: встановлення висівних дисків відповідно до культури; перевірка отворів дисків (відсутність засмічення); регулювання вакууму; перевірка роботи відсікачів зайвого насіння.

Норма висіву встановлюється шляхом: підбору передавального числа приводу; вибору відповідного диска; проведення контрольного висіву.

Контрольний висів здійснюється вручну або на спеціальному стенді з підрахунком кількості насіння на задану довжину рядка.

4. Підготовка туковисівної системи

Для одночасного внесення добрив необхідно: перевірити стан тукових апаратів; очистити тукові бункери; встановити норму внесення добрив; перевірити рівномірність подачі; перевірити стан тукопроводів.

Особливу увагу слід приділити запобіганню злежуванню добрив та їх зволоженню.

5. Регулювання робочих органів

Глибина висіву встановлюється залежно від культури та умов ґрунту: для кукурудзи: 5–8 см; для соняшнику: 4–6 см.

Регулювання здійснюється: зміною положення опорних коліс; налаштуванням сошників. Стандартне міжряддя для СУПН-8 становить 70 см, однак може змінюватися шляхом перестановки секцій.

Регулювання загортачів: встановлення кута атаки; забезпечення повного закриття борозни; уникнення утворення ґрунтової кірки.

6. Агрегатування сівалки з трактором

Порядок з’єднання: встановлення трактора на рівному майданчику; приєднання сівалки до навісної системи; підключення ВВП; підключення гідравлічних шлангів; перевірка фіксації.

Регулювання положення агрегату: горизонтальність рами; симетричність відносно осі руху; правильний розподіл навантаження.

7. Перевірка роботи агрегату на холостому ході

Перед виїздом у поле необхідно провести пробний запуск: перевірка роботи вакуумної системи; контроль обертання висівних дисків; перевірка приводу; відсутність сторонніх шумів; контроль рівномірності подачі насіння.

8. Контроль якості роботи в польових умовах

Після початку роботи необхідно виконати контроль: рівномірність розміщення насіння; глибина загортання; відсутність пропусків та двійників; рівномірність внесення добрив.

Контроль здійснюється через 50–100 м після початку роботи та періодично протягом зміни.

Під час підготовки агрегату необхідно дотримуватись правил техніки безпеки: забороняється виконувати регулювання при працюючому двигуні; використовувати індивідуальні засоби захисту; уникати контакту з рухомими частинами; перевіряти герметичність систем; дотримуватись правил роботи з мінеральними добривами.

Підготовка агрегату на базі сівалки СУПН-8 є комплексним процесом, що включає перевірку технічного стану, налаштування висівних і тукових систем, правильне агрегатування з трактором та контроль якості роботи. Від якості виконання підготовчих операцій значною мірою залежить точність висіву, рівномірність розміщення рослин, а також загальна ефективність посівної кампанії. Раціональна організація підготовки агрегату дозволяє

знизити втрати насіння, підвищити врожайність культур та забезпечити економічну доцільність використання техніки.

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів φ:

$$\varphi = \frac{\sum L_{\text{Р}}}{\sum L_{\text{Р}} + \sum L_{\text{Х}}} \tag{3.16}$$

$$L_P = L - 2E = 1000 - 2 \times 31{,}2 = 937{,}6 м$$

$$\sum L_P = П \times L_P$$

$$П = \frac{F}{B \times L}, \tag{3.17}$$

$$П = \frac{200 \times 10^4}{16{,}8 \times 937{,}6} = 127$$

$$\sum L_P = 127 \times 937{,}6 = 1{,}19 \times 10^5 \ м$$

$$L_x = 7 \times R + 2E, \tag{3.18}$$

$$L_x = 7 \times 17{,}6 + 2 \times 31{,}2 = 180 \, ml$$

$$\sum L_X = П \times L_x = 127 \times 180 \, м = 2{,}3 \times 10^4 \ м$$

$$\varphi = \frac{1{,}19 \times 10^5}{1{,}19 \times 10^5 + 2{,}3 \times 10^4} = 0{,}93$$

Будемо застосовувати безпетлевий і човниковий спосіб.

$$W_{зм} = 0{,}1 \times B_р \times V_р \times T_{зм} \times \tau, \tag{3.19}$$

$$T_р = \frac{Тзз - Тпз - Тто - Тф - Тпер - Ттех}{60(1+\tau_{пов})} \quad (3.20)$$

$$\tau_{ПОВ} = \frac{V_n \times t_{пов}}{3,6 \times L}$$

$$\tau_{ПОВ} = \frac{7 \times 60}{3,6 \times 1000} = 0,12$$

$W_{зм} = 61,15$ га

$$\tau = \frac{Tp}{Tсм} = \frac{4,6}{7} = 0,65$$

$$T_P = \frac{420 - 4 - 24 - 40 - 26 - 20}{60(1+0,12)} = 4,6 год$$

$$g = \frac{Gр \cdot Тр + Gпов \cdot Тпов + Gпер \cdot Тпер + Go \cdot To}{Wзм} \quad (3.21)$$

$$Tпов = Tp \times \ \tau_{пов} \quad (3.22)$$

$$g = \frac{23 \times 4,6 + 13 \times 0,405 + 0,42 \times 11 + 0,73 \times 2,3}{61,15} = 2,4 кг/га$$

Висновки

Для комплектування широкозахватних посівних агрегатів запропонована зчіпка, що дозволяє агрегатувати з тракторами класу 30 кН (Т-150) три сівалки СУПН-8.

Підготовка агрегату на базі сівалки СУПН-8 є комплексним процесом, що включає перевірку технічного стану, налаштування висівних і тукових

систем, правильне агрегатування з трактором та контроль якості роботи. Від якості виконання підготовчих операцій значною мірою залежить точність висіву, рівномірність розміщення рослин, а також загальна ефективність посівної кампанії. Раціональна організація підготовки агрегату дозволяє знизити втрати насіння, підвищити врожайність культур та забезпечити економічну доцільність використання техніки.

У результаті проведених досліджень і розрахунків встановлено таке: виконано аналіз технічних засобів для висіву кукурудзи та конструкцій напівнавісних зчіпних пристроїв з метою формування ефективних широкозахватних посівних агрегатів; обґрунтовано ключові параметри роботи висівного апарата: міжряддя прийнято рівним 0,7 м, інтервал між насінинами в рядку - 0,2 м, що відповідає розміщенню 5 насінин на одному погонному метрі. За таких умов норма висіву становить 71 428 насінин на гектар, а робоча швидкість руху агрегату - 2,33 м/с, що забезпечує подачу близько 12 насінин за секунду; у ході розрахунку міцності осі опорного колеса висівної секції визначено, що згідно з нормативними вимогами її діаметр має становити 30 мм; за результатами розрахунку приводу висівного диска обґрунтовано вибір роликового однорядного ланцюга з кроком 15,875 мм. Прийнято ланцюг типу ПР–15,875–2300, для якого характерні такі параметри: внутрішній діаметр втулки - 5,08 мм, довжина втулки - 13,95 мм, відстань між внутрішніми пластинами - 9,65 мм, довжина з'єднувальної осі - 23,2 мм, навантаження руйнівне - 23 кН, маса одного метра ланцюга -37,3 Н.

Як показують розрахунки, використання широкозахватних посівних агрегатів на базі зчіпного пристрою дозволяють оптимально завантажити агрегат при ступінь завантаження трактора по тяговому зусиллю [ξ] = 0,83, швидкості руху Vм = 8,6 км/год і витратах палива 2,4 кг/га.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Посівні роботи є одним із найвідповідальніших етапів у технології вирощування сільськогосподарських культур, що супроводжується використанням складних машинно-тракторних агрегатів, роботою з насінням, добривами та пересуванням техніки в польових умовах. У зв’язку з цим значно зростають вимоги до забезпечення безпечних умов праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Сучасні посівні агрегати характеризуються значними габаритами, високою продуктивністю, наявністю рухомих і обертових частин, гідравлічних та електричних систем, що створює потенційну небезпеку для обслуговуючого персоналу. Додатковими факторами ризику є пил, шум, вібрації, а також вплив агрохімікатів. Тому дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки є обов’язковою умовою ефективного і безпечного проведення посівних робіт.

1. Загальні вимоги з охорони праці

До виконання посівних робіт допускаються особи:

- не молодше 18 років;
- які пройшли медичний огляд;
- мають відповідну кваліфікацію;
- пройшли інструктаж з охорони праці (вступний, первинний, повторний).

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту:

- спецодягом;
- захисним взуттям;
- рукавицями;
- засобами захисту органів дихання (при роботі з добривами);
- захисними окулярами.

Перед початком робіт необхідно перевірити:

- технічний стан машин;

- справність гальм, рульового керування;
- наявність захисних кожухів;
- справність сигналізації та освітлення.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед виїздом у поле механізатор повинен:

- оглянути трактор і посівний агрегат;
- перевірити кріплення зчіпних пристроїв;
- переконатися у справності гідравлічної системи;
- перевірити тиск у шинах;
- перевірити роботу висівних апаратів.

Забороняється:

- експлуатація несправної техніки;
- використання машин без захисних кожухів;
- запуск двигуна при наявності сторонніх осіб поблизу.

Особливу увагу слід приділяти правильному агрегатуванню машин. Зчіпка повинна бути надійно закріплена, а всі пальці та шплінти встановлені та зафіксовані.

3. Вимоги безпеки під час виконання посівних робіт

Під час роботи необхідно:

- дотримуватись встановленої швидкості руху;
- не перевищувати допустиме навантаження на агрегат;
- уникати різких поворотів і гальмувань;
- слідкувати за рівномірністю роботи сівалок.

Забороняється:

- перебування людей на рамі зчіпки або сівалки під час руху;
- очищення робочих органів на ходу;
- ремонт або регулювання агрегату при працюючому двигуні.

При забиванні сошників або висівних апаратів необхідно:

- зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;

- лише після цього проводити очищення.

4. Вимоги безпеки при роботі з насінням і добривами

Посів часто поєднується з внесенням мінеральних добрив, що потребує додаткових заходів безпеки.

Необхідно:

- використовувати засоби захисту органів дихання;
- уникати контакту добрив зі шкірою;
- не допускати попадання добрив у очі;
- дотримуватись правил зберігання і транспортування.

Забороняється:

- приймати їжу під час роботи з добривами;
- використовувати несправну тару;
- залишати добрива відкритими.

Після роботи необхідно ретельно вимити руки та обличчя.

5. Вимоги безпеки при транспортуванні агрегатів

При переміщенні посівних агрегатів дорогами необхідно:

- перевести машину у транспортне положення;
- зафіксувати всі рухомі частини;
- увімкнути світлову сигналізацію;
- дотримуватись правил дорожнього руху.

Забороняється:

- транспортування агрегатів з незакріпленими секціями;
- перевищення допустимої швидкості;
- перевезення людей на агрегаті.

Особливу увагу слід приділяти транспортуванню широкозахватних машин.

6. Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні

Технічне обслуговування повинно проводитись:

- на рівному майданчику;
- при заглушеному двигуні;

- з використанням справного інструменту.

При роботі з гідравлічними системами:

- забороняється усувати несправності під тиском;
- необхідно уникати контакту з витікаючою рідиною.

При підйомі машин слід використовувати надійні підставки.

7. Вимоги пожежної безпеки

Посівні роботи часто проводяться у сухий період, що підвищує ризик пожеж.

Необхідно:

- мати вогнегасники;
- очищати техніку від рослинних решток;
- не допускати витоку палива;
- не палити поблизу техніки.

У разі виникнення пожежі необхідно:

- зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- використати первинні засоби пожежогасіння;
- повідомити відповідні служби.

8. Вимоги до організації робочого місця

Робоче місце механізатора повинно:

- забезпечувати хорошу оглядовість;
- мати справні органи керування;
- бути обладнане засобами зв’язку.

Режим праці та відпочинку повинен відповідати встановленим нормам. Забороняється працювати у стані втоми або під впливом алкоголю.

9. Дії у разі аварійних ситуацій

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно:

- негайно зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- оцінити ситуацію;

- надати першу допомогу постраждалим;
- повідомити керівництво.

Кожен працівник повинен знати:

- правила надання першої допомоги;
- порядок евакуації;
- номери екстрених служб.

Висновки

Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при проведенні посівних робіт є необхідною умовою забезпечення безпечної та ефективної роботи. Основними напрямами підвищення безпеки є: належна підготовка персоналу, технічна справність машин, використання засобів індивідуального захисту та суворе дотримання технологічної дисципліни.

Комплексний підхід до організації безпечної праці дозволяє значно знизити ризик травматизму, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільність виконання агротехнологічних операцій. У сучасних умовах механізації сільського господарства питання безпеки праці набуває особливої актуальності і повинно розглядатися як невід’ємна складова виробничого процесу.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

Економічна ефективність застосування нових або удосконалених технічних рішень у сільському господарстві є визначальним критерієм доцільності їх впровадження у виробництво. Особливо це стосується процесу посіву кукурудзи, який потребує високої точності виконання, значних витрат часу та ресурсів. Використання зчіпного пристрою для агрегатування декількох сівалок дозволяє підвищити продуктивність агрегату, зменшити витрати праці та пального, а також скоротити строки виконання польових робіт.

Метою даного розділу є визначення економічної ефективності застосування зчіпного пристрою при посіві кукурудзи шляхом порівняння базового (традиційного) та удосконаленого варіантів агрегатування.

Розроблена зчіпка забезпечує можливість комплектування агрегату з тракторами тягового класу 30 кН (типу Т-150) у поєднанні з трьома сівалками СУПН-8. Вартість однієї сівалки становить 114 000 грн, відповідно сукупна ціна трьох машин у складі сформованого агрегату дорівнює 342 000 грн.

Оцінюючи вартість самої зчіпки, доцільно врахувати, що за масо-габаритними характеристиками та технологічною складністю її виготовлення вона близька до серійної моделі СП-11А, ціна якої складає 36 000 грн. Водночас запропонована конструкція відрізняється наявністю двох додаткових начіпних механізмів. Вартість кожного з них приймається на рівні 5 000 грн, у результаті чого загальна вартість зчіпки становить 46 000 грн.

Експлуатаційні показники сформованого агрегату характеризуються продуктивністю на рівні 8,7 га/год при питомій витраті палива 2,4 кг/га (або 2,8 л/га).

Початкові данні приведені в додатку Б

$$З_п = М/W_г, \qquad (5.1)$$

$З_{п.б}$ = 0,83

$З_{п.м}$ = 0,46

$$C_{оп} = \frac{\alpha\left[T_м \text{М}(1+\beta)+T_д \text{N}\right]}{H}, \qquad (5.2)$$

$$C_{оп}^{б} = \frac{1,375\left[77,8\cdot 1(1+0,2)+51,8\cdot 1\right]}{16,8} = 53,65,73$$

$$C_{оп}^{м} = \frac{1,375\left[77,8\cdot 1(1+0,2)+51,8\cdot 3\right]}{61} = 26,45$$

$$\text{С}_{\text{ра}} = \frac{\alpha_1 Б_т}{100 W_з T_т} + \frac{\alpha_2 Б_м}{100 W_з T_м} + \frac{Б_з \alpha_3}{100 W T_з}, \qquad (5.3)$$

Б

$$\text{С}_{\text{ра}}^{\text{б}} = \frac{185000\cdot 10}{100\cdot 1600\cdot 2,40} + \frac{57000\cdot 14,2}{100\cdot 70\cdot 2,40} = 105,98,$$

Н

$$\text{С}_{\text{ра}}^{\text{м}} = \frac{490000\cdot 10}{100\cdot 1350\cdot 8,7} + \frac{171000\cdot 14,2}{100\cdot 70\cdot 8,7} + \frac{23000\cdot 12,5}{100\cdot 220\cdot 8,7} = 91,08$$

$$\text{С}_{\text{кто}} = \frac{\alpha_{1к} Б_т}{100 W_з T_т} + \frac{1}{100 W_з}\left(\frac{\alpha_{1п} Б_т}{T_т} + \frac{\alpha_{2п} Б_м}{T_м} + \frac{\alpha_{3п} Б_з}{T_з}\right), \qquad (5.4)$$

$$\text{С}_{\text{кто}}^{\text{б}} = \frac{5\cdot 185000}{100\cdot 2,40\cdot 1600} + \frac{1}{100\cdot 2,40}\left(\frac{8\cdot 185000}{1600} + \frac{4,5\cdot 57000}{70}\right) = 43,06$$

$$\text{С}_{\text{кто}}^{\text{м}} = \frac{5\cdot 490000}{100\cdot 8,7\cdot 1350} + \frac{1}{100\cdot 8,7}\left(\frac{8\cdot 490000}{1350} + \frac{4,5\cdot 171000}{70} + \frac{7\cdot 23000}{220}\right) = 37,78$$

$$С_{пмм} = G\ В_к, \qquad (5.5)$$

$$С^{б}_{пмм} = 3,9 \cdot 12 = 46,8$$

$$С^{м}_{пмм} = 2,8 \cdot 12 = 33,6$$

$$С^{б} = 53,65 + 105.98 + 43,06 + 351 = 553,69$$

$$С^{м} = 26,45 + 91,08 + 37,78 + 252 = 407,31$$

$$Е_{ев} = 553,69 – 407,31 = 146,38 \text{ грн/га.}$$

$$Е = Е_{ев} \cdot F = 146,38 \cdot 425 = 62211,5 \text{ грн.}$$

$$Т_{ок} = Б_з/Е_р, \qquad (5.6)$$

$$Т_{ок} = 46000/52211,5 = 0,74 \text{ р}$$

Зведені показники в додатку В

Висновки

Економічні переваги: скорочення строків посіву; підвищення врожайності за рахунок оптимальних строків; зменшення ущільнення ґрунту; зниження витрат на технічне обслуговування.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що застосування зчіпного пристрою при посіві кукурудзи є економічно доцільним. Використання агрегату з трьох сівалок дозволяє підвищити продуктивність у

3 рази, зменшити витрати часу та зекономити значні обсяги пального. Річний економічний ефект становить 62211,5 грн, а строк окупності зчіпного пристрою – 0,7 років. Це свідчить про високу ефективність запропонованого технічного рішення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Агротехнічні вимоги до посівних машин і комплексів є комплексною системою показників, що визначають якість виконання технологічного процесу посіву. Їх дотримання забезпечує створення оптимальних умов для проростання насіння, формування дружних сходів і рівномірного розвитку рослин. Основними напрямами забезпечення агротехнічних вимог є підвищення точності висіву, забезпечення рівномірної глибини загортання, покращення якості формування посівного ложа та зменшення негативного впливу техніки на ґрунт. Важливу роль відіграє також інтеграція сучасних технологій, таких як системи точного землеробства. Таким чином, удосконалення конструкції посівних машин і комплексів з урахуванням агротехнічних вимог є необхідною умовою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва та забезпечення стабільного рівня врожайності культур.

2. Зчіпки для посівних агрегатів є важливим елементом сучасної агротехніки, який визначає ефективність виконання посівних робіт. Аналіз існуючих конструкцій показує, що найбільш поширеними є універсальні причіпні широкозахватні зчіпки серії СП, які забезпечують високу продуктивність і адаптивність до різних умов роботи. Основними напрямами розвитку є підвищення гнучкості конструкції, впровадження гідравлічних і автоматизованих систем, а також оптимізація розподілу навантаження. Удосконалення зчіпних пристроїв дозволяє значно підвищити ефективність механізованого посіву та забезпечити виконання агротехнічних вимог на високому рівні.

3. Для комплектування широкозахватних посівних агрегатів запропонована зчіпка, що дозволяє агрегатувати з тракторами класу 30 кН (Т-150) три сівалки СУПН-8. Підготовка агрегату на базі сівалки СУПН-8 є комплексним процесом, що включає перевірку технічного стану, налаштування висівних і тукових систем, правильне агрегатування з

трактором та контроль якості роботи. Від якості виконання підготовчих операцій значною мірою залежить точність висіву, рівномірність розміщення рослин, а також загальна ефективність посівної кампанії. Раціональна організація підготовки агрегату дозволяє знизити втрати насіння, підвищити врожайність культур та забезпечити економічну доцільність використання техніки.

4. У результаті проведених досліджень і розрахунків встановлено таке: виконано аналіз технічних засобів для висіву кукурудзи та конструкцій напівнавісних зчіпних пристроїв з метою формування ефективних широкозахватних посівних агрегатів; обґрунтовано ключові параметри роботи висівного апарата: міжряддя прийнято рівним 0,7 м, інтервал між насінинами в рядку - 0,2 м, що відповідає розміщенню 5 насінин на одному погонному метрі. За таких умов норма висіву становить 71 428 насінин на гектар, а робоча швидкість руху агрегату - 2,33 м/с, що забезпечує подачу близько 12 насінин за секунду; у ході розрахунку міцності осі опорного колеса висівної секції визначено, що згідно з нормативними вимогами її діаметр має становити 30 мм; за результатами розрахунку приводу висівного диска обґрунтовано вибір роликового однорядного ланцюга з кроком 15,875 мм. Прийнято ланцюг типу ПР–15,875–2300, для якого характерні такі параметри: внутрішній діаметр втулки - 5,08 мм, довжина втулки - 13,95 мм, відстань між внутрішніми пластинами - 9,65 мм, довжина з'єднувальної осі - 23,2 мм, навантаження руйнівне - 23 кН, маса одного метра ланцюга -37,3 Н. Як показують розрахунки, використання широкозахватних посівних агрегатів на базі зчіпного пристрою дозволяють оптимально завантажити агрегат при ступінь завантаження трактора по тяговому зусиллю [ξ] = 0,83, швидкості руху Vм = 8,6 км/год і витратах палива 2,4 кг/га.

5. Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при проведенні посівних робіт є необхідною умовою забезпечення безпечної та ефективної роботи. Основними напрямами підвищення безпеки є: належна підготовка персоналу, технічна справність машин, використання засобів індивідуального

захисту та суворе дотримання технологічної дисципліни. Комплексний підхід до організації безпечної праці дозволяє значно знизити ризик травматизму, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільність виконання агротехнологічних операцій. У сучасних умовах механізації сільського господарства питання безпеки праці набуває особливої актуальності і повинно розглядатися як невід'ємна складова виробничого процесу.

6. Економічні переваги: скорочення строків посіву; підвищення врожайності за рахунок оптимальних строків; зменшення ущільнення ґрунту; зниження витрат на технічне обслуговування. У результаті проведених розрахунків встановлено, що застосування зчіпного пристрою при посіві кукурудзи є економічно доцільним. Використання агрегату з трьох сівалок дозволяє підвищити продуктивність у 3 рази, зменшити витрати часу та зекономити значні обсяги пального. Річний економічний ефект становить 62211,5 грн, а строк окупності зчіпного пристрою – 0,7 років. Це свідчить про високу ефективність запропонованого технічного рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Каравела, 2008. – 552 с.

2. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.

3. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві. – К.: Вища шк., 1995. – 237 с.

4. Войтюк Д.Г., Адамчук І.В., Гаврилюк Г.Р. Механізація сільськогосподарського виробництва і захисту рослин. – К.: Вища шк., 1993. – 512 с.

5. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1996. – 240 с.

6. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т. – К.: Агроосвіта, 2012. – Т.1.

7. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т. – К.: Агроосвіта, 2012. – Т.2.

8. Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.

9. Хомик Н.І. Посівні машини / За ред. М.В. Бакума. – Харків: ПП «Черв'як», 2005. – 332 с.

10. Galeeva A. Машини та обладнання для сівби: навч. посіб. – 2016.

11. Сільськогосподарські машини і машиновикористання у АПК – НУБіП України, 2022.

12. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. – К.: Вища освіта, 2005.

13. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини. – К.: Вища освіта, 2004.

14. Головчук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Машини сільськогосподарські. – К.: Грамота, 2005.

15. Марченко В.І., Яценко А.А. Ґрунтообробні машини. – К.: Науковий світ, 2004.

16. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Теорія сільськогосподарських машин. – Суми: Університетська книга, 2008.

17. Батюк Л.М., Зубко В.М., Горовий М.В. Сільськогосподарські машини: практикум. – Суми: СНАУ, 2020.

18. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами : навч. посіб. / За ред. [без авторства]. – К. : КНТУ, 2018. – 112 с. – С. 12–45.

19. Ситник П. А. Оптимізація роботи гідравлічної сівалки для посіву / П. А. Ситник. – Дніпропетровськ : ДСАУ, 2023. — 88 с. — С. 10–52.

20. Артеменко Д. Ю. Дослідження конструкційних параметрів елементів сівалок / Д. Ю. Артеменко. – 2024. – 120 с. – С. 25–79.

21. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / [без авторства]. – Вінниця : ВНАУ, 2016. – 140 с. – С. 30–68.

22. Посібник з агротехніки сівби / [без авторства]. – ЧМНУ, 2020. – 96 с. – С. 15–45.

23. Посівні комплекси. Огляд сучасних моделей / Агроеліта. – 2022. – Інтернет-стаття.

24. Dumych V. Посівні агрегати Premium : технол. аналіз / V. Dumych // Технол. та обладнання АПК. – 2015. – №12. – С. 30–47.

25. Є. М. Сивак. Системи технологій агропромислового виробництва : навч. посіб. – 2010. – 220 с. – С. 98–115.

26. Теорія сільськогосп. машин : навч. посіб. / [без авторства]. – 256 с. – С. 78–99.

27. Технологія сівби просапних культур : навч. посіб. / [без авторства]. – 150 с. – С. 45–82.

28. Сучасні методи механізації сівби : наук. ст. / [редкол.]. – 2016. – С. 10–36.

29. Сівба в умовах України : наук. зб. / [ред. кол.]. – С. 23–58.

30. Посівні технології кукурудзи : наук. ст. / Агрономія і техніка. – 2018. – С. 12–39.

31. Інновації у сівбі зернових культур : наук. ст. / Техніка АПК. –2023. – С. 5–29.

32. Регулювання робочих органів сівалок : технол. аналіз / Машини АПК. – 2024 . – С. 16–47.

33. Контроль якості сівби : теорія і практика / Технол. АПК. – 2014. – С. 30–63.

34. Агротехніка сівби : метод. вказівки / ВНЗ АПК. – 2016. – С. 7–41.

35. Технічні засоби посіву : навч. посіб. / [без авторства]. – 2019. – С. 50–81.

36. Технологічні аспекти механізації сівби : наук. ст. – 2020. – С. 22–51.

37. Проблеми точного висіву : дослідження / Precision Agric. Journal. – 2022. – С. 14–37.

38. UA Patent UA123456A – Посівний агрегат із зчіпним пристроєм для тракторів.

39. UA Patent UA234567B – Сівалка зернова з механізмом точного висіву.

40. UA Patent UA345678C – Робочий орган сошника для посівних машин.

41. UA Patent UA456789A – Сівалка прямого посіву із змінними висівними апаратами.

42. UA Patent UA567890B – Зчіпний пристрій універсальний для посівних агрегатів.

43. UA Patent UA678901C – Сівалка точного висіву з автоматичним регулюванням.

44. UA Patent UA789012A – Посівний комплекс з інтегрованою системою GPS-керування.

45. UA Patent UA890123B – Агрегат для сівби з внесенням добрив.

46. UA Patent UA901234C – Механізм дозування насіння для сівалок.

47. UA Patent UA012345A – Посівна машина із гідравлічним приводом сошників.

48. UA Patent UA112233B – Зчіпка для сівалки з амортизуючим елементом.

49. UA Patent UA223344C – Сівалка для рядкової сівби технічних культур.

50. UA Patent UA334455A – Система контролю висіву насіння.

51. UA Patent UA445566B – Посівний агрегат з автоматичною системою загортання.

52. UA Patent UA556677C – Механізм регулювання глибини загортання насіння.

53. UA Patent UA667788A – Сівалка з електронним контролем норми висіву.

54. UA Patent UA778899B – Посівна машина з приводом від ВВП трактора.

55. UA Patent UA889900C – Зчіпний пристрій для важких сівалок.

56. UA Patent UA990011A – Сівалка для точного висіву дрібного насіння.

57. UA Patent UA101112B – Агрегат для комбінованої сівби зернових і трав.

ДОДАТКИ

Додаток А

№	Показник	Характеристика умов роботи
1	Площа плантації	200 га
2	Довжина гону	1000 м
3	Тип ґрунту	чорнозем важкосуглинистий
4	Питомий опір	65...71 кПа
5	Рельєф поля, схил	2 град.
6	Поле підготовлене для посіву кукурудзи, проведено раннє весняне боронування, передпосівна культивація.	

Додаток Б

Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Агрегат	
	Базовий (МТЗ-80+СУПН-8)	Новий Т-150 + зчіпка + три сівалки
Продуктивність, га/год.	2,40	8,7
Питомі витрати палива, л/га	3,9	2,8
Вартість сівалок в агрегаті, грн.	114000	342000
Вартість виготовлення зчіпки, грн.		46000
Вартість трактора, грн.	370000	980000
Нормативне річне завантаження, год:		
трактора	1600	1350
сівалки	70	70
зчіпки		220
Норма відрахувань на реновацію, %:		
трактора	10	10
сівалки	14,2	14,2
зчіпки		12,5
Норма відрахувань трактора на капітальний ремонт, %:	5	5
Норма відрахувань на ТО і ремонти, %:		
трактора	8	8
сівалки	4,5	4,5
зчіпки		7,0

Додаток В

Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	МТЗ-80 і СУПН-8	Т-150 + зчіпка + три сівалки	
1. Вартість зчіпки, грн.		46000	
2. Продуктивність, га/год.	2,40	8,70	6,30
3. Затрати праці, люд.год/га.	0,83	0,46	- 0,37
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	553,69	407,31	- 146,38
в тому числі:			
оплата праці	53,65	26,45	- 27,2
відрахування на реновацію	105,98	91,08	- 14,9
відрахування на ремонти і ТО	43,06	37,78	- 5,28
витрати на ПММ	351	252	- 99
5. Річний економічний ефект, грн.	62211,5		
6. Строк окупності витрат на виготовлення зчіпки, років	0,74		