

**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 основного обробітку
грунту з розробкою конструкції комбінованого
агрегату**

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

_____ Лисан Максим Володимирович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____

Дніпро 2024

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	Теслюк Г.В., доцент		
2	Теслюк Г.В., доцент		
3	Теслюк Г.В., доцент		
4	Теслюк Г.В., доцент		
5	Теслюк Г.В., доцент		
нормоконтроль	Пугач А.М., професор		

7. Дата видачі завдання: 15.09.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 29.09.2023 р.	Виконав
2	Технологічний	до 27.10.2023 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 23.02.2024 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 29.03.2024 р.	Виконав
5	Економічний	до 26.04.2024 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 31.05.2024 р.	Виконав

Студент

_____.
(підпис)

_____.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____.
(підпис)

_____.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лисан Максим Володимирович Удосконалення механізації основного обробітку ґрунту з розробкою конструкції комбінованого агрегату / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Проєкт присвячено механізації основного обробітку ґрунту з розробкою конструкції комбінованого агрегату. З цією метою в дипломному проєкті проведений глибокий аналіз стану справ в регіоні: різним способам обробітку, ґрунтово-кліматичним умовам, умовам налагодження робочих органів і машини в цілому. Виконано необхідні експлуатаційні розрахунки, що дозволяють оптимально завантажити агрегат, при цьому мати максимальну продуктивність і самі мінімальні витрати праці.

У першому розділі представлено аналіз діяльності базового господарства.

У другому розділі проведено огляд існуючих конструкцій та технічних рішень за темою проєкту.

У третьому розділі представлено обґрунтування технологічного процесу та конструкції.

У четвертому розділі приведено основні заходи з охорони праці при роботі з розробленою конструкцією.

У п'ятому розділі приведено оцінку економічної ефективності від впровадження.

Дипломний проєкт виконано на 64 сторінках машинописного тексту, містить 35 джерел використаної літератури.

Ключові слова: основний обробіток ґрунту, робочий орган, ґрунтозахисна технологія, експлуатаційні показники.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	9
Висновки.....	12
2 АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ.....	13
2.1 Огляд існуючих конструкцій.....	13
2.2 Сполучення технологічних операцій.....	22
Висновки.....	28
3 ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	30
3.1 Опис розробленої конструкції.....	30
3.2 Обґрунтування взаємного розташування плоскоріжучих лап.....	31
3.3 Обґрунтування взаємного розташування дискових робочих органів відносно корпусу плоскоріжучої лапи.....	32
3.4 Розрахунок на міцність пальця сніці.....	33
3.5 З'єднання стійки плоскоріза з рамою розраховуємо на міцність.....	35
3.6 Обґрунтування оптимального складу комбінованого агрегату і його швидкості руху.....	36
3.7 Визначення продуктивності роботи комбінованого грунтообробного агрегату.....	37
Висновки.....	43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА...45	
Висновки.....	48
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.....	49
Висновки.....	52
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Удосконалення сільськогосподарської техніки, використання передових технологій, приводить до поліпшення умов праці, збереженню родючого шару ґрунту і підвищення якості одержуваної продукції з мінімальними витратами.

При вирощуванні сільськогосподарських культур на основі інтенсивних технологій, обробіток ґрунту займає одне з головних місць у комплексі заходів щодо підвищення родючості ґрунтів, врожайності польових культур і захисту від водної і вітрової ерозії.

Застосовані в даний час ґрунтообробні машини не цілком забезпечують необхідний якісний обробіток ґрунту і не для всіх ґрунтово-кліматичних зон вони ефективні. Це наочно видно на багатьох прикладах. Навіть в одному господарстві, машина, що ми розробляємо, не може однаково експлуатуватися. Тому розробки високоефективної техніки для конкретних умов є однією з найважливіших задач сільськогосподарського виробництва.

У той же час відповідно до основних напрямків технічного прогресу в рослинництві існують, а точніше сформувалися наступні основні шляхи удосконалення сільськогосподарської техніки:

- упровадження найбільш прогресивних енергозберігаючих ґрунтозахисних технологій, машин і устаткування, що забезпечують різке зниження витрат праці і підвищення його ефективності;
- розробка робочих органів, які дозволять оперативно вміщуватись у технологічний процес при зміні природно – кліматичних умов;
- створення комбінованих машин і агрегатів, що сполучають виконання декількох операцій при одному проході, особливо при обробці ґрунту;
- збільшення ширини захвату агрегату, пропускної здатності, вантажопідйомності транспортних і навантажувальних засобів;
- повна механізація вантажно-розвантажувальних, а також важких і шкідливих робіт, що роблять вплив на здоров'я людей;

- універсалізація й уніфікація машин, підвищення їхньої якості і надійності за рахунок застосування сучасних конструкційних матеріалів;
- автоматизація виробничих процесів і поліпшення умов праці;
- широке впровадження потокових методів виконання робіт, особливо при збиранні врожаю і підготовці ґрунту під посів;

Практична інтенсифікація сільськогосподарського виробництва означає перехід до високої культури землеробства, посилене вживання, а головне розумне, мінеральних і органічних добрив, поліпшення машин і знарядь для одержання високої якості кінцевої продукції.

1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

ТОВ «Хлистун» спеціалізується на вирощуванні зернових, технічних, бобових культур.

Місце розташування с. Новоолександрівка Синельниківського р-ну, Дніської області.

В об'єм земельних володінь входять залужені яри, лісосмуги, ставки, площі під довготермінові побудові. Площа орних ґрунтів в останні роки змінюється за рахунок оренди земель в сусідніх господарствах і навіть в сусідніх районах об'єм орних значно зріс. Додаткові площі використовувались, головним чином, під вирощування товарного соняшника. На постійній площі орних ґрунтів вирощують озиму пшеницю, озимий ячмінь, кукурудзу, горох, ярові ячмінь і пшеницю.

Середній розмір поля 120 га.

В окремі роки спостерігаються пізні весняні заморозки – 11 травня та ранні осінні – 23 вересня.

Важливим кліматичним фактором є відносна вологість повітря.

Наведені дані говорять про те, що кліматичні умови господарства сприятливі для вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур.

В господарстві проваджуються інтенсивні ресурсозберігаючі технології вирощування основних сільськогосподарських культур. В табл. 1.1 приведено кількісний склад енергетичних засобів станом на 06.05.2024.

Таблиця 1.1 - Забезпеченість енергетичними засобами

№ п/п	Найменування	Кількість, шт.
Автомобілі		
1	ГАЗ-53	1
2	ЗІЛ 554	1
3	КаМаЗ 53212	1

4	КаМаЗ 5320	1
Трактори		
1	Джон Дір 8400	1
2	Т-150К	2
3	МТЗ-82	1
4	МТЗ-80	1
5	ЮМЗ-6	2
Комбайни		
1	John Deere 9500	1
2	Claas Ixion 470	1

Таблиця 1.2 - Забезпеченість технічними засобами

№ п/п	Найменування	Кількість од.
1	Борона ДМТ-6	1
2	Борона ЗПГ-15	1
3	Культиватор КПС-4	2
4	Культиватор КП-4-1	1
5	Культиватор КПЄ-3,8	1
6	ПЛН-5-35	1
7	ПНЯ-4-40	2
8	Прес-підбирач Роланд	1
9	Розкидач РУМ-8	1
10	Сівалка СЗ-3,6А	2
11	Сівалка СУПН-8-01	2
12	Сівалка СЗ-5,4	3
13	Борона БЗС-1,0	15
14	Сівалка СН-16	1

15	Розкидач RN-650	2
16	Борона БИГ-3	1
17	Коток К-6	1
18	Косарка КРС-2,0	1

Неповний перелік енергетичних і технічних засобів, які наведені в табл. 1.1 і 1.2. доводить, що наявні технічні засоби забезпечують виконання всіх агротехнічних прийомів в повному обсязі і в допустимі агротехнічні терміни.

Перелік наявної ґрунтообробної техніки дозволяє реалізовувати основний обробіток ґрунту як з обертанням скиби, так і з збереженням рослинних решток на поверхні ґрунту для запобігання ерозії.

Кількісний склад посівних машин забезпечує навантаження, при якому тривалість сівби не перевищує 10 діб по господарству в цілому.

Таблиця 1.3 - Врожайність культур сільськогосподарських, ц/га

Культура	Роки		
	2021	2022	2023
Пшениця озима	37,5	39,8	40,6
Жито озиме	35,4	36,2	37,2
Ячмінь	38	39,5	40,2
Овес	30	31,5	32
Горох	21,3	23,6	23,9

Одним з показників, що характеризують якість освоєння інтенсивної технології, є витрата нафтопродуктів на проведення польових робіт.

З даної таблиці видно, що витрата дизельного палива стабільна. В господарстві має місце спрощення технології, відмовлення від проведення ряду агротехнічних прийомів, що позначилося на висоті врожайності, величині прибутку і рівні рентабельності.

Висновки

На нашу думку підприємство має достатній рівень забезпеченості технікою, але молодих кваліфікованих фахівців не вистачає. З року в рік покращується матеріальний стан, та стан розвитку самого підприємства. Прикладом цього є поступова заміна застарілої техніки на нову, будівництво нових об'єктів та залучення нових працівників.

Вирощування основних видів с.-г культур відбувається згідно планів механізованих робіт.

Як результат покращення діяльності - показники урожайності за останні роки перевищують середні.

Все це добре, але і при такому рівні діяльності підприємство прагне кращому розвитку адже і його хвилюють такі проблеми як: фінансова, проблема, зниження родючості ґрунту, робочої сили (бо за останні роки стрімко зменшилась чисельність сільського населення), економії енергоресурсів, добрив, пестицидів та інших цінних матеріалів.

В даному дипломному проекті нами прийнято рішення удосконалити механізацію основного обробітку ґрунту з розробкою конструкції комбінованого агрегату.

2 АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ

2.1 Огляд існуючих конструкцій

Безполицевий обробіток ґрунту є важливим напрямом сучасного сільського господарства, що спрямований на збереження родючості ґрунтів, зменшення ерозійних процесів та підвищення ефективності агротехнічних заходів. Цей метод обробітку передбачає мінімальне порушення структури ґрунту, що дозволяє зберегти його природний стан і сприяє розвитку корисної мікрофлори та фауни.

Основна ідея безполицевого обробітку полягає у відмові від традиційного плугу, який перевертає ґрунтовий шар. Натомість використовуються інші конструкції та механізми, що розпушують ґрунт без порушення його горизонтальної структури. Такі підходи дозволяють зберегти вологу в ґрунті, зменшити витрати енергії та запобігти руйнуванню ґрунтових агрегатів.

У цьому розділі буде розглянуто різноманітні конструкції та механізми, що застосовуються для безполицевого обробітку ґрунту. Ми проаналізуємо їхні переваги та недоліки, а також особливості використання у різних умовах. Особлива увага буде приділена сучасним інноваційним розробкам, які дозволяють підвищити ефективність цього методу та адаптувати його до специфічних вимог різних культур і типів ґрунтів.

Завдяки впровадженню безполицевих методів обробітку ґрунту можливо досягти значного підвищення екологічної стійкості аграрного виробництва, зберегти природні ресурси та забезпечити стабільний врожай у довгостроковій перспективі. У цьому контексті огляд існуючих конструкцій є ключовим кроком на шляху до впровадження ефективних технологій та підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь.

Сподіваюся, цей вступ відповідає вашим потребам. Якщо потрібно внести правки або додати більше інформації, будь ласка, дайте знати!

Історія та розвиток безполицевого обробітку ґрунту

Ідея безполицевого обробітку ґрунту бере свій початок з середини 20-го століття, коли агрономи та інженери почали шукати альтернативи традиційному обробітку з використанням плуга. Традиційний метод мав свої переваги, проте його недоліки, такі як підвищена ерозія ґрунтів, висока енергетична затратність та руйнування ґрунтової структури, спонукали до пошуку нових рішень

Безполицевий обробіток ґрунту став відповіддю на ці виклики. Він передбачав використання спеціальних конструкцій, які розпушують ґрунт без його перевертання. Це дозволяє зберегти верхній шар ґрунту, збагачений органічними речовинами, і зменшити втрати вологи. З часом з'явилися різноманітні механізми та технології, що вдосконалювали цей метод.

Основні типи конструкцій для безполицевого обробітку ґрунту

Існує кілька основних типів конструкцій, які використовуються для безполицевого обробітку ґрунту. Кожна з них має свої особливості та застосовується в залежності від умов та вимог сільськогосподарського виробництва.

Культиватори. Це найпоширеніший тип механізмів для безполицевого обробітку. Культиватори використовують спеціальні лапи або зубці, які розпушують ґрунт, не порушуючи його структуру. Вони можуть бути оснащені різними видами робочих органів, такими як стрілчасті лапи, дискові ножі або ротаційні фрези.

Дискові борони. Ці механізми складаються з ряду дисків, які розрізають і розпушують ґрунт. Дискові борони ефективні для обробітку важких ґрунтів і можуть використовуватися як для основного обробітку, так і для передпосівної підготовки.

Ротаційні фрези. Ці машини використовують обертові леза або фрези для розпушення ґрунту. Вони забезпечують високу інтенсивність обробітку і

можуть бути ефективними для знищення бур'янів та підготовки ґрунту перед посівом.

Глибокорозпушувачі. Ці конструкції призначені для глибокого розпушення ґрунту, що дозволяє поліпшити дренаж і аерацію. Глибокорозпушувачі використовуються для обробітку ущільнених ґрунтів та підвищення їх водопроникності.

Переваги та недоліки безполицевого обробітку ґрунту

Переваги:

Збереження родючості ґрунту. Безполицевий обробіток дозволяє зберегти верхній шар ґрунту, багатий на органічні речовини та мікроорганізми, що сприяє підвищенню його родючості.

Зменшення ерозії. Цей метод допомагає знизити ризик водної та вітрової ерозії, зберігаючи структуру ґрунту.

Економія ресурсів. Безполицевий обробіток потребує менше енергії та палива, що зменшує витрати на виробництво.

Збереження вологи. Розпушений ґрунт краще утримує вологу, що особливо важливо у посушливих регіонах.

Недоліки:

Потреба в спеціальній техніці. Для безполицевого обробітку потрібна спеціалізована техніка, яка може бути дорожчою у порівнянні з традиційними плугами.

Необхідність у додаткових знаннях. Впровадження безполицевого обробітку вимагає від агрономів та фермерів додаткових знань та навичок.

Можливі проблеми з бур'янами. У деяких випадках безполицевий обробіток може не забезпечити достатнього контролю бур'янів, що потребуватиме додаткових заходів.

Перспективи розвитку безполицевого обробітку ґрунту

Інноваційні розробки та новітні технології продовжують вдосконалювати методи безполицевого обробітку ґрунту. Використання цифрових технологій, таких як системи точного землеробства, дозволяє

оптимізувати процес обробітку, зменшити витрати та підвищити ефективність. Зростаюча увага до екологічної стійкості та збереження природних ресурсів також сприяє поширенню безполицевих методів обробітку ґрунту.

У підсумку, огляд існуючих конструкцій для безполицевого обробітку ґрунту демонструє значний потенціал цього методу для сучасного сільськогосподарського виробництва. Застосування відповідних механізмів та технологій дозволить забезпечити високу врожайність, зберегти родючість ґрунтів та сприяти сталому розвитку аграрного сектора.

Огляд існуючих конструкцій для безполицевого обробітку ґрунту

Безполицевий обробіток ґрунту використовує різноманітні конструкції та механізми, кожен з яких має свої особливості та підходить для різних умов і типів ґрунтів. Нижче наведено огляд основних конструкцій, які широко використовуються у сільському господарстві.

Культиватори з плоскорізами. Ці механізми оснащені спеціальними лапами, які розпушують ґрунт на задану глибину, не перевертаючи його. Вони ефективні для обробітку легких та середніх ґрунтів і дозволяють зберегти вологу та органічні речовини у верхньому шарі.

Стрілчасті культиватори. Використовують стрілчасті лапи, які розрізають ґрунт і бур'яни, забезпечуючи якісне розпушування та знищення бур'янів. Цей тип культиваторів підходить для передпосівної підготовки та міжрядного обробітку.

Ротаційні культиватори. Мають обертові робочі органи, які забезпечують інтенсивне розпушування ґрунту. Вони можуть використовуватися як для основного, так і для передпосівного обробітку.

Однорядні дискові борони. Складаються з одного ряду дисків, які встановлені під певним кутом до напрямку руху. Вони ефективні для обробітку верхнього шару ґрунту та знищення бур'янів.

Дворядні дискові борони. Мають два ряди дисків, які розташовані під кутом один до одного, що забезпечує більш глибоке та інтенсивне

розпушування ґрунту. Вони підходять для важких ґрунтів та підготовки полів до посіву.

Навісні глибокорозпушувачі. Призначені для глибокого розпушення ґрунту на глибину до 50 см. Вони забезпечують поліпшення дренажу, аерації та структури ґрунту, що сприяє кращому росту кореневої системи рослин.

Причіпні глибокорозпушувачі. Мають більшу робочу ширину та використовуються для обробітки великих площ. Вони оснащені потужними робочими органами, які можуть проникати на значну глибину, що дозволяє ефективно боротися з ущільненням ґрунту.

Ножові фрези. Використовують обертові ножі для розпушення ґрунту та знищення бур'янів. Ці фрези забезпечують високий ступінь подрібнення ґрунту та підходять для передпосівної підготовки.

Ланцюгові фрези. Оснащені ланцюгами з ножами, які забезпечують інтенсивне розпушення ґрунту на невелику глибину. Вони ефективні для боротьби з бур'янами та підготовки ґрунту перед посівом.

Порівняльний аналіз конструкцій

Порівняльний аналіз різних конструкцій для безполицевого обробітки ґрунту дозволяє визначити їхні основні переваги та недоліки в залежності від умов використання:

Культиватори з плоскорізами підходять для легких ґрунтів та забезпечують мінімальне порушення структури ґрунту, але можуть бути менш ефективними на важких ґрунтах.

Дискові борони ефективні для обробітки верхнього шару ґрунту та знищення бур'янів, але потребують більше енергії для роботи на важких ґрунтах.

Глибокорозпушувачі забезпечують поліпшення дренажу та аерації, що важливо для боротьби з ущільненням ґрунту, але вимагають значних енергетичних витрат.

Ротаційні фрези забезпечують високий ступінь подрібнення ґрунту та ефективно борються з бур'янами, але можуть бути менш економічними у порівнянні з іншими конструкціями.

Використання сучасних технологій у безполицевому обробітку ґрунту

Сучасні технології відіграють важливу роль у розвитку безполицевого обробітку ґрунту. Інноваційні рішення дозволяють підвищити ефективність цього методу та адаптувати його до специфічних вимог різних культур і типів ґрунтів.

1. Системи точного землеробства

Системи точного землеробства використовують GPS-навігацію та інші технології для забезпечення точного контролю обробітку ґрунту. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшити витрати та підвищити врожайність.

Автоматизовані системи управління. Використання автоматизованих систем дозволяє забезпечити точне дотримання глибини та ширини обробітку, що сприяє підвищенню якості робіт та зниженню витрат.

Системи моніторингу ґрунту. Встановлення датчиків у полі дозволяє здійснювати моніторинг вологості, температури та інших параметрів ґрунту в реальному часі. Це допомагає агрономам приймати обґрунтовані рішення щодо часу та способу обробітку.

2. Інноваційні конструкції та матеріали

Розробка нових конструкцій та використання сучасних матеріалів сприяють підвищенню ефективності та довговічності обладнання для безполицевого обробітку ґрунту.

Легкі та міцні матеріали. Використання сучасних композитних матеріалів дозволяє знизити вагу обладнання, що зменшує витрати на паливо та підвищує маневреність техніки.

Модульні конструкції. Інноваційні модульні системи дозволяють швидко змінювати робочі органи та адаптувати техніку до різних умов. Це забезпечує високу гнучкість та ефективність обробітку.

3. Екологічні технології

Використання екологічно чистих технологій є важливим напрямом розвитку безполицевого обробітку ґрунту. Це дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити стійкість сільськогосподарського виробництва.

Органічні добрива та біопрепарати. Використання органічних добрив та біопрепаратів сприяє покращенню родючості ґрунту без використання хімічних засобів. Це дозволяє зменшити хімічне навантаження на ґрунт та підвищити його екологічну стійкість.

Зелений обробіток. Використання рослинних покривів (сидератів) для захисту та поліпшення ґрунту є ефективним методом зменшення ерозії та збагачення ґрунту органічними речовинами. Це сприяє збереженню родючості та зменшенню витрат на хімічні добрива.

Перспективи розвитку безполицевого обробітку ґрунту

Перспективи розвитку безполицевого обробітку ґрунту пов'язані з подальшим впровадженням інноваційних технологій та підвищенням екологічної стійкості сільськогосподарського виробництва. Основні напрями розвитку включають:

Розширення використання точного землеробства. Застосування новітніх технологій для моніторингу та управління обробітком ґрунту дозволить підвищити ефективність виробництва та зменшити витрати.

Розробка нових конструкцій та матеріалів. Подальший розвиток інноваційних конструкцій та використання сучасних матеріалів дозволить створювати більш ефективне та надійне обладнання.

Посилення екологічної складової. Впровадження екологічно чистих технологій, таких як органічні добрива та зелений обробіток, сприятиме збереженню природних ресурсів та підвищенню стійкості сільського господарства.

Безплужний обробіток ґрунту (рис. 2.1.)

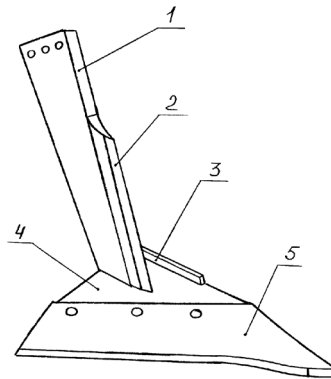


Рисунок 2.1 - Плуг безполицевий

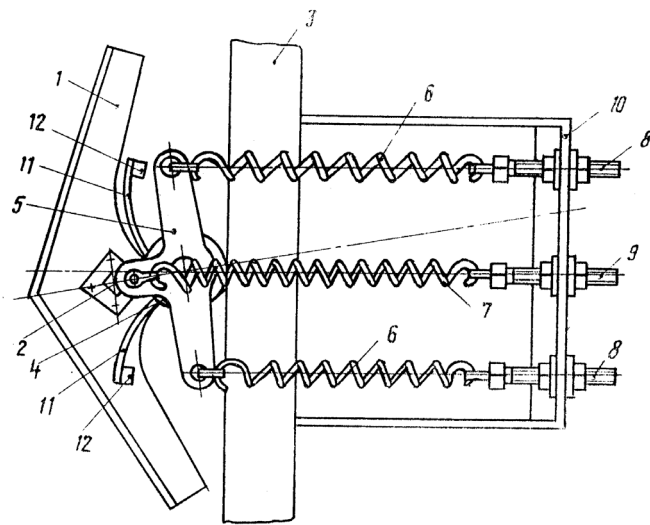


Рисунок 2.2 - Плоскоріз з лапою активною

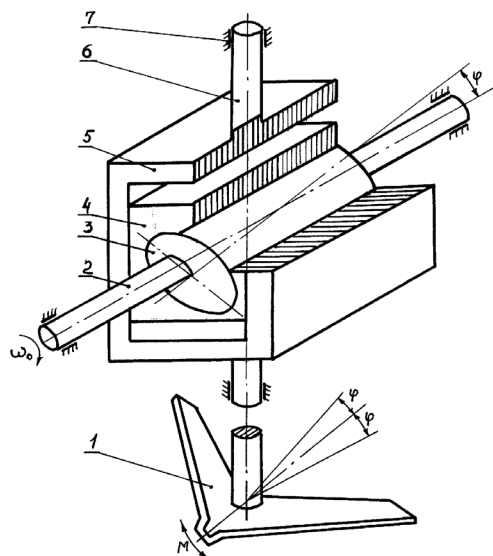


Рисунок 2.3 - Схема з автоколивальним рухом

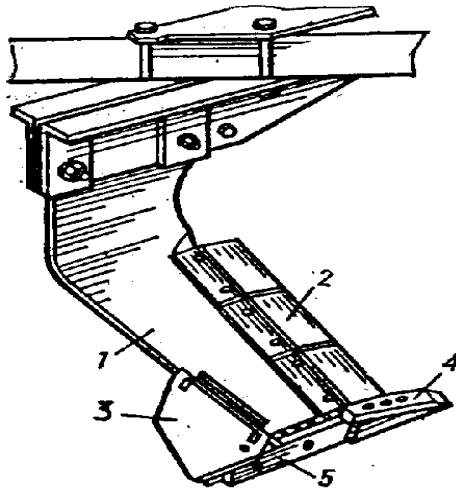


Рисунок 2.4 - Paraplaw

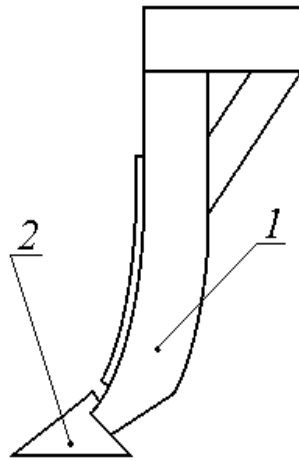


Рисунок 2.5 - ПЧ-4,5:

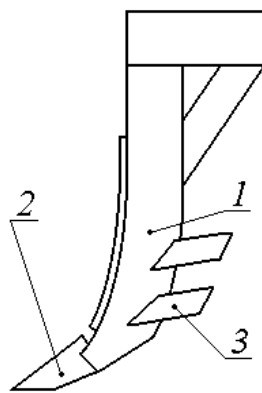


Рисунок 2.6 - RZ-220.7

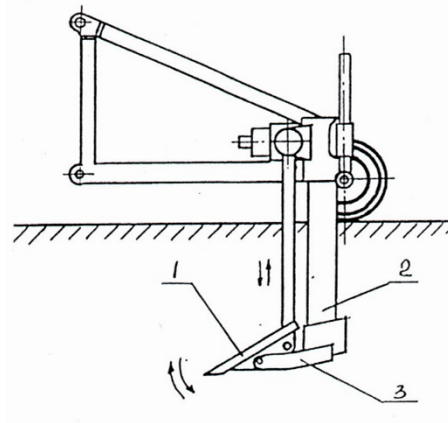


Рисунок 2.7 – Активний розпушувач

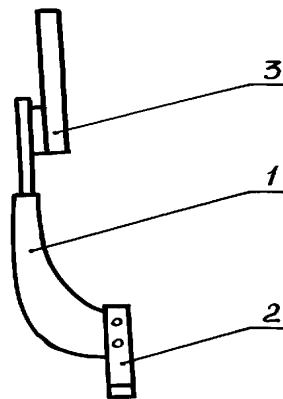


Рисунок 2.8 - ПРПВ-5-50

2.2. Сполучення технологічних операцій

Створення, оновлення та модернізація ґрунтообробних машин для основної обробітки ґрунту дозволяє підвищити культуру землеробства, а також отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур.

Особливу увагу приділяють комбінованим агрегатам, котрі мають удосконалені робочі органи. Робота комбінованого агрегату скорочує об'єм часу та підготовку ґрунту, завдяки поєднанню декількох операцій. Застосування комбінованих ґрунтообробних агрегатів створює високоякісну обробку ґрунту та створює сприятливі умови для розвитку культурних рослин.

У процесі створення технологічної схеми комбінованого ґрунтообробного агрегату важливо знайти існуючі рішення поставленої задачі. Тому доцільно буде розглянути існуючі схеми комбінованих машин для обробки ґрунту.

Вченими було розроблене комбіноване ґрунтообробне знаряддя, яке забезпечує підвищення повноти перемішування шарів ґрунту (рис. 2.9).

Знаряддя має встановлені на рамі 1 вертикальні ножі 2, підрізаючий робочий орган 3 з лотком 4 та відвалом 9. Під лотком 4 встановлено додатковий підрізаючий робочий орган 5 з лотком. Останній зігнутий в горизонтальній площині та встановлений під кутом до напрямку руху.

Над лотком 4 змонтований кожух 7 з відбивачем 8. Відвал 9 розміщений під кутом до напрямку руху та зміщений в сторону заднього кінця лотка робочого органу 5. При русі знаряддя торф'яний шар ґрунту підрізається робочим органом 3, переміщається по лотку 4 та укладається на дно борозни, при цьому нижній мінеральний шар ґрунту підрізається робочим органом 5 та по його лотку переміщується на одну з крамок борозни, після чого відвалом 9 загібається в борозну зверху торф'яного шару.

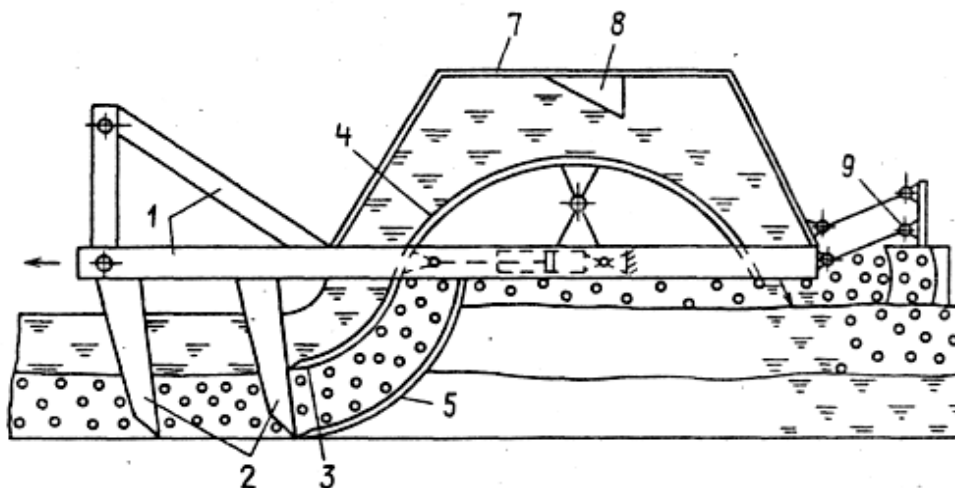


Рисунок 2.9 – винахід № 1419535

З метою більш повної підготовки ґрунту під посів озимих культур, розроблено комбінований ґрунтообробний агрегат, котрий передбачає плоскорізне розпушування ґрунту на глибину 8...12 см та 20...25 см, і секцію

голчастих дисків борони БИГ-3 для найбільш повного руйнування грудок.
(рис. 2.10).

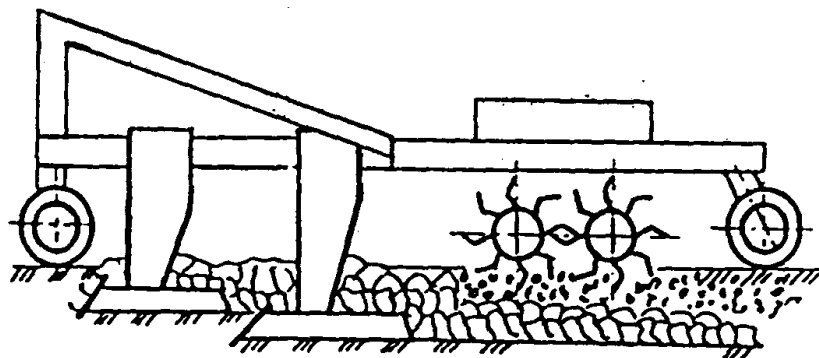


Рисунок 2.10 - винахід № 940663

З метою накопичення максимальної кількості вологи та підготовки верхнього шару ґрунту під посів нижче приведена схема може змінюватися для чого в агрегаті, замість плоскоріза – глибокорозпушувача встановлюють щілеріз для обробки ґрунту на глибину 35...45 (рис. 2.11).

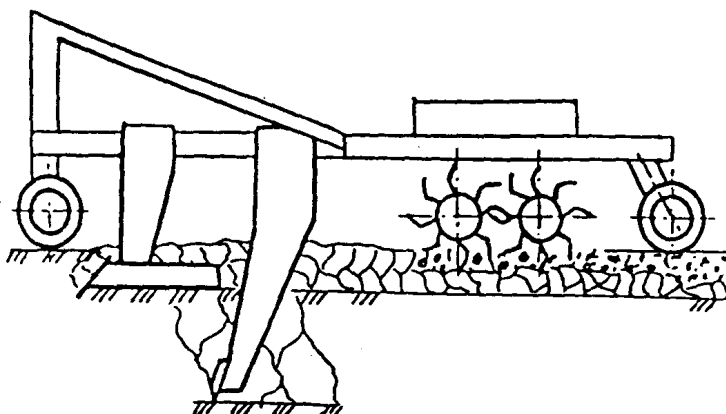


Рисунок 2.11 – винахід № 954006

Комбінована ґрунтообробна машина (розроблена Азерб. НІИ овочівник). Призначена для передпосівної або перед посадочної обробки ґрунту при обробітку овочевих культур. Метою винаходу є підвищення якості обробки ґрунту. Машина, має раму з закріпленими на ній підрізуючими лапами і розпушуючі робочі органи. На крилах кожної лапи закріплені клини, основа

та задня грань кожного з яких, виконані в вигляді трикутника, а бокові грані – у вигляді трапеції. Кут між передньою кромкою клина та площиною його основи на 10–15с більше кута між площиною різання лапи та горизонтальною площиною. На задніх обрізах крил лапи встановлені в два ряди прутки. Верхні прутки розташовані в одній площині з крилами. Нижні прутки розташовані в горизонтальній площині. Кількість верхніх прутків в два рази менша кількості нижніх прутків. Довжина верхніх прутків більша довжини нижніх. Ротаційний робочий орган виконаний в вигляді горизонтального валу з закріпленими на ньому дисками з ножами. Розпушуючі робочі органи виконані в вигляді V-подібних стійок. Вал розташований між похилими ділянками V-подібних стійок. Ріжуча кромка кожного ножа, з передньої похилої ділянки V-подібної стійки, виконана дугоподібною зубчатою та має двостороннє загострення. При русі лапи робочі органи та ножі занурюються в ґрунт та обробляють його з високою ступеню кришення.

Для підготовки ґрунту під посів озимих культур було розроблено комбіновану машину КПМ-3. знаряддя включає в себе фрезу, яка працює від ВОМ і забезпечує подрібнення пожнивних залишків грубостебельних культур та пошарове рихлення ґрунту на глибину 12...14 см та борону БІГ-3 з голчастими робочими органами, яка забезпечує додаткове подрібнення ґрунту після плоскоріза на глибину 7...8 см та вирівнює поверхню поля.

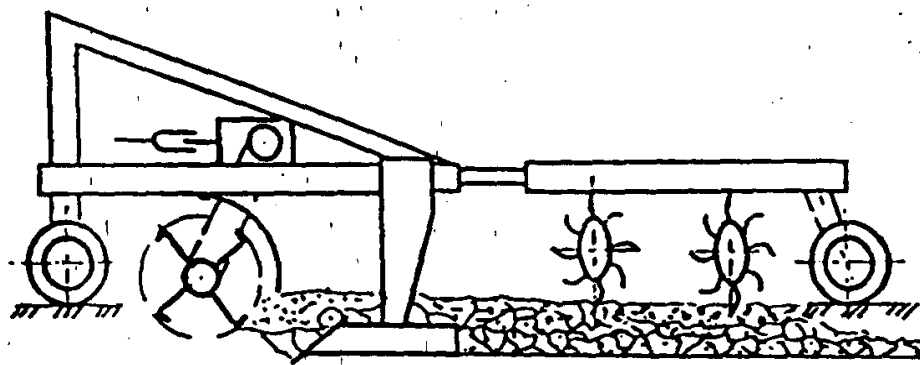


Рисунок 2.12 – винахід № 1257842

Наряду з широким використанням комбінованих ґрунтообробних машин та знарядь в Україні, аналогічні машини знайшли застосування і закордоном (рис. 2.13, 2.14).

В Італії для обробки важких ґрунтів за один прохід випускається комбінована машина, яка складається з двох рядів глибокспушувачів, що виконують обробку ґрунту на глибину до 25 см та двох або трьох рядів голчастих дисків. Кожен ряд дисків жорстко закріплений на валу, вали з'єднані між собою ланцюговою передачею, задній ряд дисків має велику частоту обертання та меншу глибину обробки.

Фірма Канади "Brady", "Morris", "Versatile", випускають широкозахватні безланцюгові культиватори в комбінації з голчастими роторами, які забезпечують додаткове подрібнення ґрунту і створення та поверхні мілкогрудкової структури.

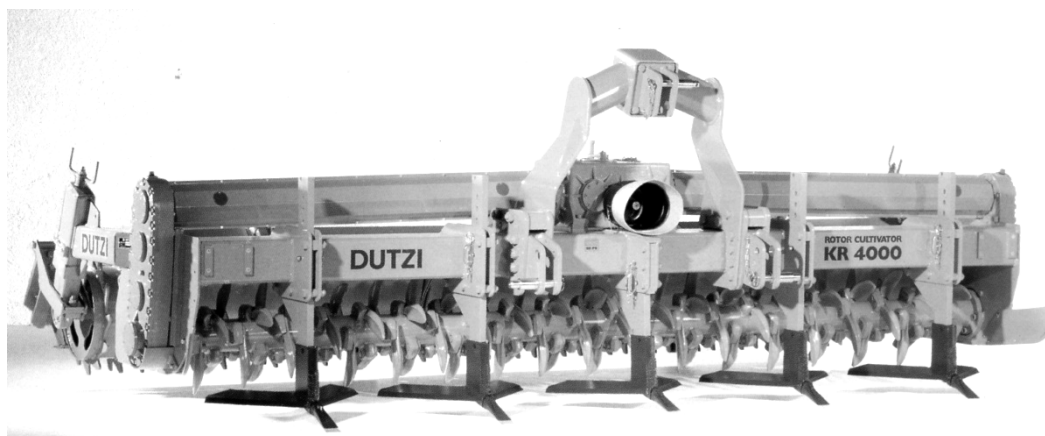


Рисунок 2.13 - Dutzi KR 4000

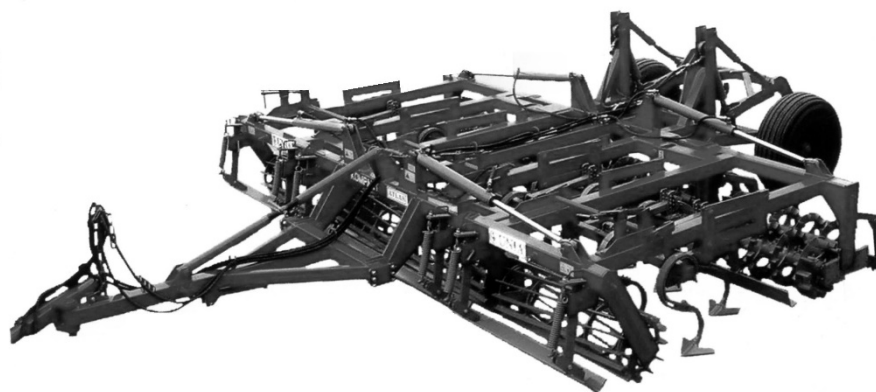


Рисунок 2.14 - Atlas L/XXL



Рисунок 2.15 - PMB 9

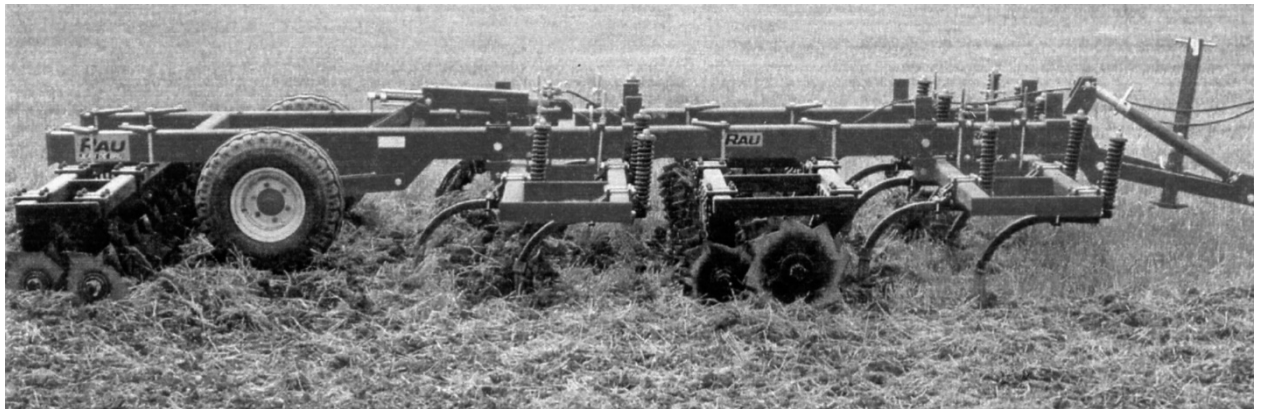


Рисунок 2.16 - MULTITILLER – M 400 SC

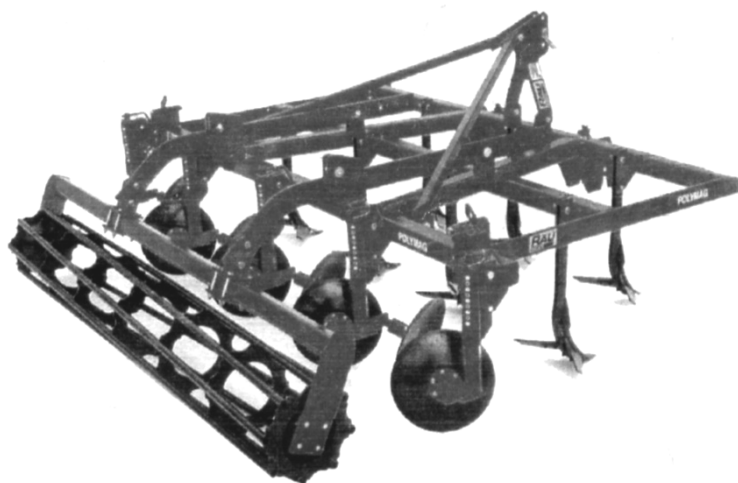


Рисунок 2.17 - PMB DM

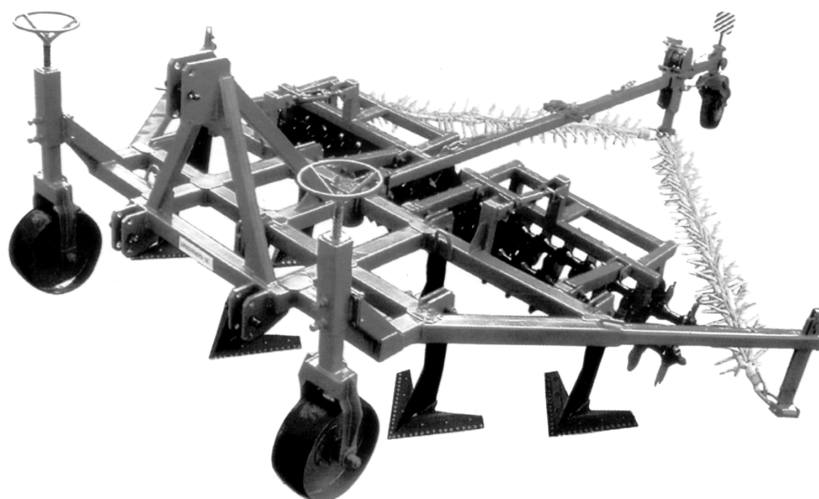


Рисунок 2.18 - АКН – 2,5

Фірма “Iseki” Японія випускає комбінований ґрунтообробний агрегат на базі малогабаритного трактора. Рама трактора забезпечує використання різних робочих органів, у тому числі і голчастих дисків, які забезпечують попереднє рихлення і виконують роль опорних коліс.

З усього вище сказаного можна сказати, що в світовій практиці комбіновані ґрунтообробні агрегати знайшли дуже широке застосування.

Висновки

В даному розділі проведено огляд літературних джерел та конструкторських пропозицій по удосконаленню засобів механізації для виконання основного ґрунтозахисного обробітку ґрунту.

Ґрунти України досить важкі і тому застосування різноманітних комбінованих знарядь інколи є проблематичним. Крім того на даних ґрунтах вони не забезпечують бажаного результату, а саме якісного обробітку ґрунту. Тобто необхідно створити таку машину, за допомогою якої можна було б досягти, при обробці, наступних вимог: якісного обробітку ґрунту, запобігти виникненню вітрової ерозії та збереженню вологи в ґрунті.

Безполицевий обробіток ґрунту є важливим напрямом сучасного сільського господарства, що дозволяє зберегти родючість ґрунтів, зменшити

ерозійні процеси та підвищити ефективність агротехнічних заходів. Огляд існуючих конструкцій для безполицевого обробітку ґрунту показує, що кожен тип механізмів має свої особливості та може бути ефективно використаний у різних умовах. Впровадження цих технологій сприяє сталому розвитку аграрного сектора та забезпеченню стабільного врожаю.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

3.1 Опис розробленої конструкції

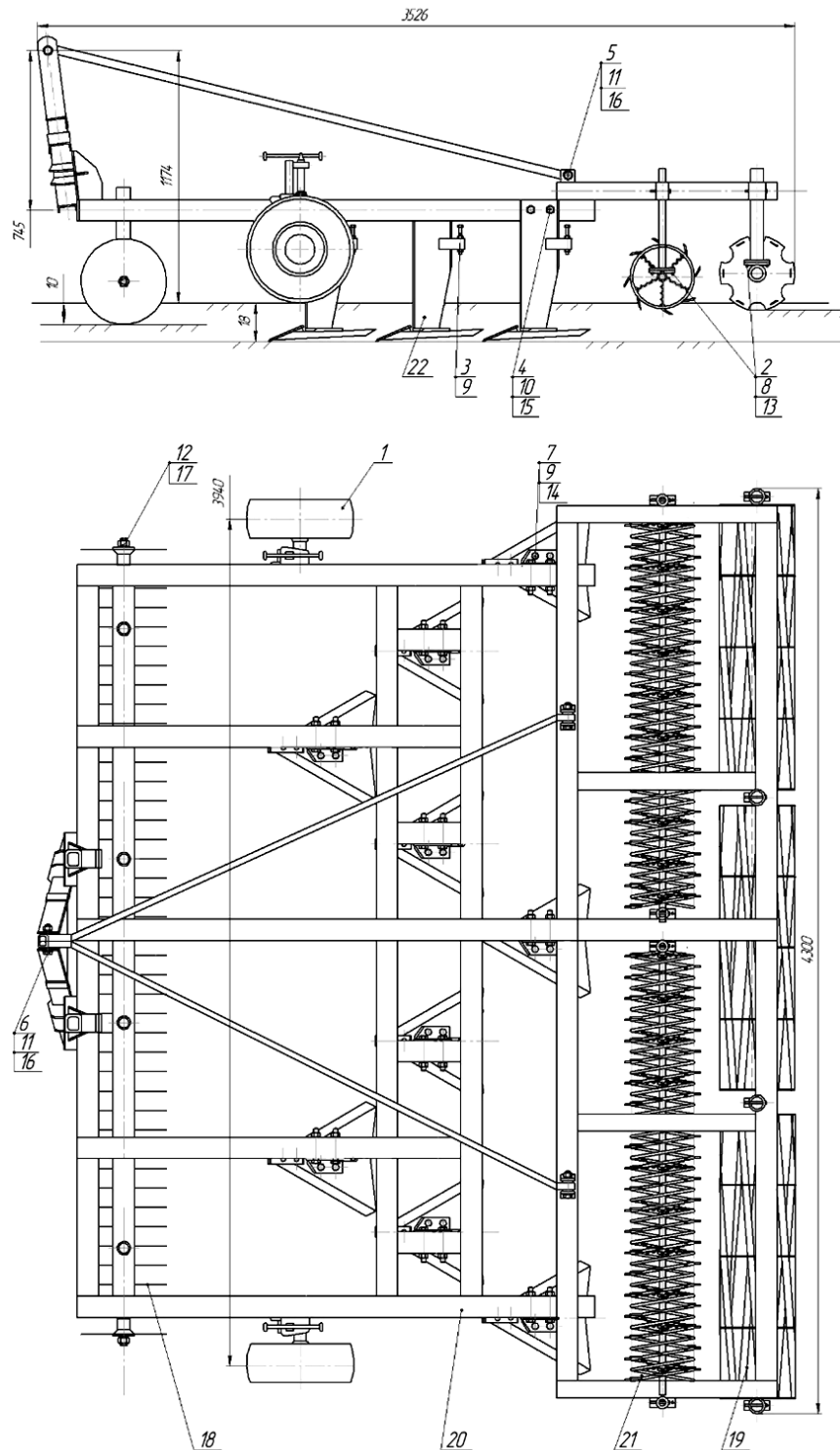


Рисунок 3.1 - Комбінований ґрунтообробний агрегат АК-4

3.2 Обґрунтування взаємного розташування плоскоріжучих лап

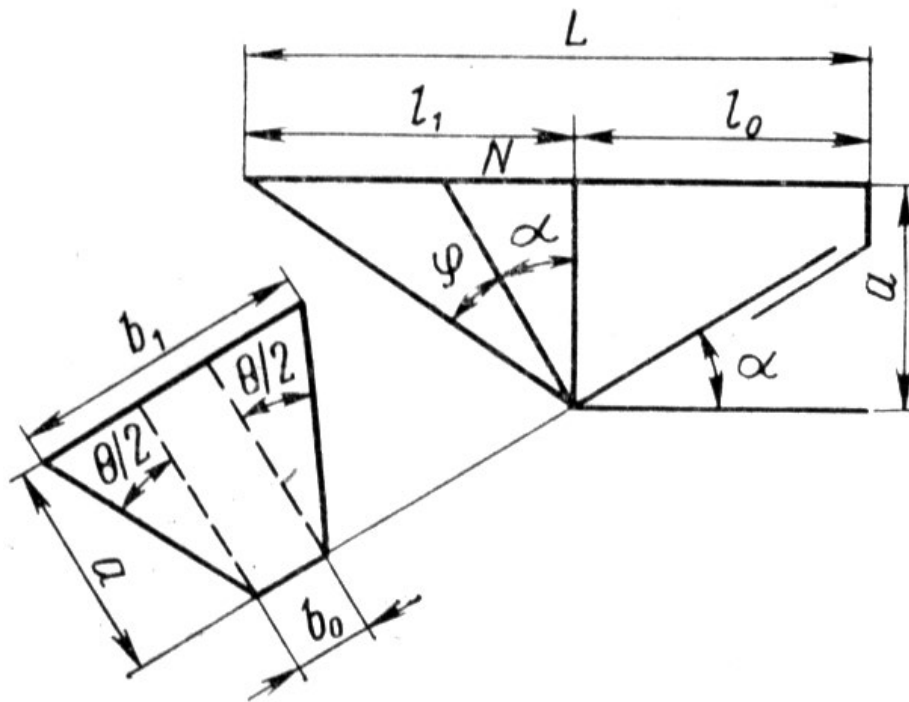


Рисунок 3.2 - Схема деформації шару лапою плоскоріза в поздовжньому і поперечному напрямках

$$L = l_0 + l_1 = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.1)$$

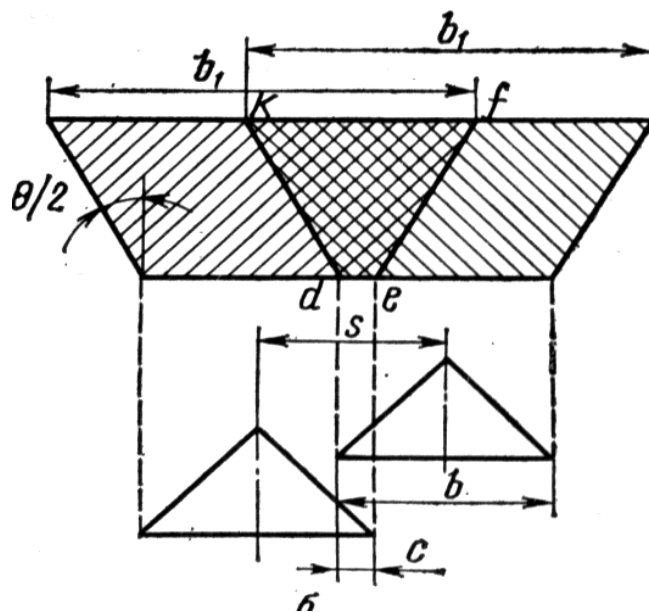


Рисунок 3.3 - Зони деформації ґрунту

$$b_1 = b_0 + 2a \cdot \operatorname{tg} \Theta / 2 \quad (3.2)$$

$$L_{max} = a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi + \Theta / 2), \quad (3.3)$$

$$L_{min} = a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi - \Theta / 2), \quad (3.4)$$

$$h = 0,5(S - b_0) \cdot \operatorname{ctg} \Theta / 2 \quad (3.5)$$

$$L = l_0 + l_1, \quad (3.6)$$

$$L = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.7)$$

$$L = 0,18 + 0,18 \cdot \operatorname{tg}(23^\circ 45' + 36^\circ 91') = 0,492 \text{ м.}$$

Для забезпечення відсутності пропусків при відхиленні агрегату на кут 7...9 градусів від прямолінійного руху, перекриття робочих органів вибирається відповідно. При жорсткому кріпленні робочих органів перекриття становить 25...45 мм. З урахуванням повної деформації і необхідного перекриття, приймаємо значення перекриття рівним 40 мм.

Згідно з розрахунками, відстань між лапами плоскорізів повинна бути не менше 492 мм, а перекриття складати 40 мм.

3.3 Обґрунтування взаємного розташування дискових робочих органів відносно корпусу плоскоріжучої лапи

Зона деформації ґрунту визначиться з виразу

$$L = l_0 + l_1, \quad (3.8)$$

$$L = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.9)$$

Або підставивши значення будемо мати

$$L = 0,18 + 0,18 \cdot \operatorname{tg}(23^\circ 45' + 36^\circ 91') = 0,492 \text{ м.}$$

Тоді отримаємо значення 0,49 м, прийmemo 0,5 м

3.4 Розрахунок на міцність пальця сниці

Комбінований агрегат приєднується до серги трактора за допомогою сниці і сталюого пальця.

В будь-якому положенні агрегату (робочому або транспортному) в цьому з'єднанні виникають напруження зминання, величину яких можна визначити виходячи з умови міцності:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_{дв}}{2d\delta} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.10)$$

де $[\sigma_{зм}]$ - допустиме напруження на зминання пальця, $[\sigma_{зм}] = 120$ МПа;

$F_{дв}$ - сила, яка прикладається до трактора на пересування агрегату;

d - діаметр пальця;

δ - довжина поверхні зминання.

$F_{дв} = 13200$ Н, $d = 30$ мм, $\delta = 60$ мм.

Тоді напруження зминання дорівнює:

$$\sigma_{зм} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 30 \cdot 60\delta} = 3,67 \text{ МПа}$$

Це повністю задовольняє умову. В цьому з'єднанні можливий також розрив кронштейна сниці.

Допустимі напруження розриву знаходимо з умови міцності:

$$\sigma_p = \frac{F_{дв}}{4 \cdot \delta \cdot a} \leq [\sigma_p] \quad (3.11)$$

$$[\sigma] = 150 \dots 180 \text{ МПа}$$

де a - ширина поверхні можливого розриву;

$a = 50$ мм, тоді

$$\sigma_p = \frac{13200 \cdot 10^6}{4 \cdot 60 \cdot 50} = 1,1 \text{ МПа}$$

Таким чином можна зробити висновки, що напруження зминання і розриву, які виникають в з'єднанні кронштейн сниці – серга трактора, повністю задовольняють умову міцності (рис. 3.4).

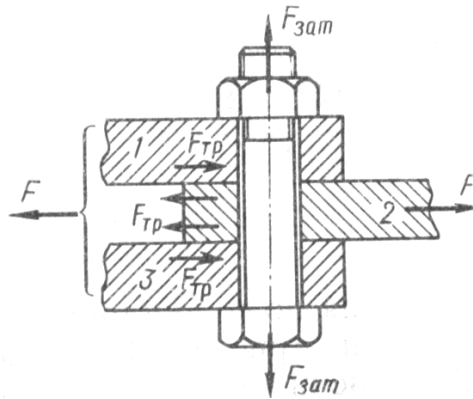


Рисунок 3.4 - Схема з'єднання

Але так як кронштейн кріпиться до сниці за допомогою зварного з'єднання, проведемо розрахунок зварного з'єднання.

Для зварного з'єднання умова міцності має вигляд:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{2 \cdot S_{зр}} \leq [\tau_{зр}]' \quad (3.12)$$

де $S_{зр} = 0,7 \cdot K \cdot L_{шв}$ мм²;

K , мм;

$L_{шв}$, мм

$[\tau_{зр}]' = 75 \dots 80$ МПа

$$\tau_{зр} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 0,7 \cdot 3 \cdot 160} = 19,6 \text{ МПа}$$

Оскільки конструкцією агрегату передбачено два положення сниці, і кріпиться вона до рами за допомогою чотирьох сталевих пальців, розрахуємо це з'єднання.

Дане з'єднання працює на зріз і умова міцності його має вигляд:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{2 \cdot 2 \cdot S_{зр}} \leq [\tau_{зр}] \quad (3.13)$$

де $S_{зр}$ - площа зрізу, мм²;

$$S_{зр} = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4},$$

де d_n - діаметр стопорного пальця, мм;

$[\tau_{зр}] = 110 \dots 120$ МПа, $d_n = 32$ мм, тоді

$$\tau_{зр} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 2 \cdot 803.84} = 4.1 \text{ МПа}$$

З представлених вище розрахунків видно, агрегат має просту і разом з тим надійну конструкцію, яка має в середньому трикратний запас міцності.

Це має велике значення в продовженні строку експлуатації агрегату і зниженні затрат на його поточний ремонт.

3.5 З'єднання стійки плоскоріза з рамою розраховуємо на міцність

$$\tau = \frac{4 \cdot S}{\pi \cdot d_0^2 \cdot i \cdot z} \leq [\tau], \quad (3.14)$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi \cdot i \cdot z [\tau]}}, \quad (3.15)$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 40000}{\pi \cdot 1 \cdot 2 \cdot (0.2 \cdot 300)}} = 20,8 \text{ мм}$$

$$\tau = \frac{4 \cdot 40000}{\pi \cdot 21^2 \cdot 1 \cdot 2} = 57,7 \leq (0,2 \times 300) = 60 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_{cm} = \frac{S}{2 \cdot d_0 \cdot h \cdot z} \leq [\sigma_{cm}], \quad (3.16)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{40000}{2 \cdot 21 \cdot 15 \cdot 2} = 31.7 \leq 0,8 \cdot 300 = 240 \text{ МПа},$$

3.6 Обґрунтування оптимального складу комбінованого агрегату та його швидкості руху

Умови виконання роботи:

тип ґрунту – чорнозем;

агрофон – стерня непарових попередників;

агрегатівання – Т-150К;

в тому числі: безполицеве рихлення $K_1=4,0 \dots 8,0$ кН/м;

дискування $K_2=1,6 \dots 2,2$ кН/м;

прикочування $K_3=0,6 \dots 1,0$ кН/м;

$$R = K_V \cdot B_k \pm G_M \frac{i}{100}, \quad (3.17)$$

$$K_V = K_0 \left[1 + (V_p + V_0) \frac{\Delta C}{100} \right], \quad (3.18)$$

$$V_0 = 5 \text{ км/год} = 1,39 \text{ м/с}$$

$$K_0 = 6 \text{ кН/м}$$

$$K_{V1} = 6 \cdot \left[1 + (2,29 - 1,39) \frac{3}{100} \right] = 6,16 \text{ кН/м}$$

$$K_{V2} = 6 \cdot \left[1 + (2,76 - 1,39) \frac{3}{100} \right] = 6,25 \text{ кН/м}$$

$$K_{V3} = 6 \cdot \left[1 + (3,29 - 1,39) \frac{3}{100} \right] = 6,34 \text{ кН/м}$$

$$K_{V4} = 6 \cdot \left[1 + (3,86 - 1,39) \frac{3}{100} \right] = 6,44 \text{ кН/м}$$

Тоді:

$$R_1 = 6,16 \cdot 4,0 + 24 \cdot \frac{3}{100} = 25,36 \text{ кН}$$

$$R_2 = 6,25 \cdot 4,0 + 24 \cdot \frac{3}{100} = 25,72 \text{ кН}$$

$$R_3 = 6,34 \cdot 4,0 + 24 \cdot \frac{3}{100} = 26,08 \text{ кН}$$

$$R_4 = 6,44 \cdot 4,0 + 24 \cdot \frac{3}{100} = 26,48 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора ξ , на вибраних передачах визначається за формулою:

$$\xi = \frac{R}{P_{кр} - G_e \cdot \frac{i_{max}}{100}}, \quad (3.19)$$

де: G_e – експлуатаційна маса машини, кН, $G_e = 76$

$$\xi_1 = \frac{25,36}{35,3 - 76 \cdot \frac{3}{100}} = 0,77$$

$$\xi_2 = \frac{25,72}{30,2 - 76 \cdot \frac{3}{100}} = 0,92$$

$$\xi_3 = \frac{26,08}{25,0 - 76 \cdot \frac{3}{100}} = 1,15$$

$$\xi_4 = \frac{26,48}{20,6 - 76 \cdot \frac{3}{100}} = 1,45$$

$Vp = 2,76$ м/с, що буде відповідати другій передачі.

3.7 Визначення продуктивності роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату

Для визначення технічної продуктивності необхідно знати коефіцієнт використання часу зміни τ .

Продуктивність агрегату за час чистої роботи W , га/год, визначаю за формулою:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p, \quad (3.20)$$

де: V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

$$B_p = B_k \cdot \beta, \quad (3.21)$$

де: β – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату, $\beta = 0,96$;

Тоді $B_p = 0,96 \cdot 4 = 3,84$ м;

$$W = 0,1 \cdot 3,84 \cdot 9,94 = 3,82 \text{ га/год.}$$

Питомі погектарні витрати палива g_m , кг/га, визначаємо за формулою:

$$g_m = \frac{G}{W}, \quad (3.22)$$

де: G – витрати палива, кг/год

$$g_m = \frac{28,4}{3,82} = 7,43 \text{ кг/га.}$$

Підготовка поля до роботи

При наявності на поверхні поля пожнивно-кореневих залишків, довжиною більш ніж 30 см, їх необхідно скосити КИР-1,5; КПС-5Г.

Обробіток полів з пологими схилами (більше 5°) виконувати поперек схилу.

На схилі не повинно бути великого каміння. Перешкоди, яких неможливо запобігти та які викликають небезпеку для роботи агрегату повинні бути чітко виражені. Навколо них повинна бути залишена захисна зона – 4 м.

Найвигідніший спосіб руху агрегату в загоні вибирається по максимальному значенню коефіцієнта використання часу руху $t_{\text{де}}$ знайденому для двох можливих варіантів руху:

- а) петльовим способом з чергуванням загонів;
- б) безпетльовим комбінованим способом.

При $V_p=V_x$

$$t_{\text{об}} = J \quad (3.23)$$

де: J – коефіцієнт робочих ходів,

$$J = \frac{L_p}{L_p + L_n}, \quad (3.24)$$

де: L_p – робоча довжина загону, м;

L_n – відстань холостого ходу, м;

$$L_p = L - 2E, \quad (3.25)$$

де: L – загальна довжина загону, $L = 1500$ м;

E – ширина поворотної смуги, м.

Для петльового способу руху з чергуванням загонів мінімальна ширина поворотної смуги E_{\min} , м, визначається за формулою:

$$E_{\min} = 2,8R_0 + e + d_k, \quad (3.26)$$

де: R_0 – радіус повороту від центру до крайньої бокової точки машини, м;

$$R_0 = 1,5 \cdot B_p, \quad (3.27)$$

$$R_0 = 1,5 \cdot 3,84 = 5,76,$$

$$E_{\min} = 2,8 \cdot 5,76 + 2,2 + 2 = 20,33 \text{ м.}$$

Приймаю $E_{\min} = 20$ м, тоді

$$L_p = 1500 - 2 \cdot 20 = 1460 \text{ м.}$$

Сумарна довжина повороту (холостого ходу) L_n , м, визначається за формулою:

$$L_n = 7R_0 + 2e, \quad (3.28)$$

$$L_n = 7 \cdot 5,76 + 2 \cdot 2,2 = 44,72$$

Тоді

$$J = \frac{1460}{1460 + 44,72} = 0,97$$

Зупиняємося на петльовому способі руху агрегату в загоні.

Організація роботи в загоні

а) час робочого ходу агрегату t_p , хв., визначаю за формулою:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot L_p}{V_p}, \quad (3.29)$$

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 1460}{9,94} = 8,81 \text{ хв.}$$

б) час повороту агрегату $t_{нов}$, хв., визначаю за формулою:

$$t_{нов} = \frac{0,06 \cdot L_n}{V_n}, \quad (3.30)$$

де: V_n – швидкість руху агрегату при поворотах, $V_n = 6 \dots 7$ км/год, приймаємо $V_n = 6$ км/год.

$$t_{нов} = \frac{0,06 \cdot 44,72}{6} = 0,45$$

в) тривалість циклу t_u , хв., визначаємо за формулою:

$$t_u = n(t_p + t_{нов}) + t_{техн}, \quad (3.31)$$

де: $t_{техн}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату, хв., $t_o = 5$ хв;
 n – кількість проходів за один цикл, $n = 2$;

$$t_u = 2(8,81 + 0,45) + 5 = 23,52 \text{ хв.}$$

г) оброблювальну площу за цикл F_u , га, визначаю за формулою:

$$F_u = \frac{L_p \cdot B_p \cdot n}{10000}, \quad (3.32)$$

$$F_u = \frac{1460 \cdot 3,84 \cdot 2}{10000} = 1,12 \text{ га.}$$

д) кількість циклів за зміну n_u , визначаю за формулою:

$$n_u = \frac{T_{см} - T_{вм}}{t_u}, \quad (3.33)$$

де: $T_{см}$ – тривалість зміни, хв., $T_{см} = 420$ хв;

$T_{вм}$ – загальні затрати часу на не циклові операції, хв.;

$$T_{вм} = t_{виїзду} + t_{рег} + t_{обс} + t_{ф} + t_{заїзду}, \quad (3.34)$$

де: $t_{виїзду}$, $t_{заїзду}$ – витрати часу для виїзду, заїзду агрегату в загін, хв.,

$$t_{виїзду} = t_{заїзду} = 5 \text{ хв.};$$

t_{pez} – витрати часу на регулювання та контроль якості роботи агрегату, хв.;

$$t_{pez} = 10 \text{ хв};$$

$t_{обс}$ – витрати часу на ТО агрегату, хв., $t_{обс} = 15$ хв;

t_{ϕ} – тривалість зупинки за фізіологічно необхідних причин, хв.,

$$t_{\phi} = 25 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{вм}} = 5 + 10 + 15 + 25 + 5 = 60 \text{ хв.}$$

Тоді

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 60}{23,52} = 15,3, \quad \text{приймаємо } n_{\text{ц}} = 15.$$

е) фактичну тривалість зміни $T_{\text{см}}^{\phi}$, хв., визначаємо за формулою:

$$T_{\text{см}}^{\phi} = T_{\text{вм}} + t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (3.35)$$

$$T_{\text{см}}^{\phi} = 60 + 23,52 \cdot 15 = 412,8 \text{ хв.}$$

ж) оброблювальну площу за зміну F , га, визначаємо за формулою:

$$F = 15 \cdot F_{\text{ц}}, \quad (3.36)$$

$$F = 15 \cdot 1,12 = 16,8 \text{ га}$$

з) коефіцієнт використання часу зміни τ , визначаємо за формулою:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{см}}^{\phi}} = \frac{t_p \cdot n_{\text{ц}} \cdot n}{T_{\text{см}}^{\phi}}, \quad (3.37)$$

де: T_p – тривалість чистої роботи агрегату за період фактичної зміни, хв.;

$$\tau = \frac{8,81 \cdot 15 \cdot 2}{412,8} = 0,64$$

Показники ефективності роботи агрегату

Технічна продуктивність агрегату:

а) за час змінної години $W_{\text{ц}}$, га/год, визначаємо за формулою:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.38)$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,84 \cdot 9,94 \cdot 0,64 = 2,44 \text{ га/год.}$$

б) за семигодинну робочу зміну $W_{\text{см}}^T$, га/зм, визначаємо за формулою:

$$W_{cm}^T = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot Z, \quad (3.39)$$

де: Z – тривалість зміни, год;

$$W_{cm}^T = 0,1 \cdot 3,84 \cdot 9,94 \cdot 0,64 \cdot 7 = 17,08 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на гектар оброблювальної площі, g_{za} , кг/га, визначаємо за формулою:

$$g_{za} = \frac{G_{mp} \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o}{60 \cdot W_{cm}^T}, \quad (3.40)$$

де: G_{mp} , G_x , G_o , - відповідно годинні витрати палива двигуна трактора при робочому русі, поворотах і холостих переїздах, при зупинках агрегату, кг/год;

T_x – тривалість поворотів і переїздів за період фактичної зміни, хв.:

$$T_x = t_{нов} \cdot n \cdot n_{ц} + t_{виїзду} + t_{заїзду}, \quad (3.41)$$

$$T_x = 0,45 \cdot 2 \cdot 15 + 5 + 5 = 23,5 \text{ хв.};$$

T_o – сумарна тривалість холостої роботи двигуна, хв.:

$$T_o = t_{nz} + t_{обс} + t_{ф} + t_{оч}, \quad (3.42)$$

де: t_{nz} – час на підготовчо заключні роботи, хв., $t_{nz} = 5$ хв;

$t_{оч}$ – тривалість непередбачених зупинок за технологічних причин (очистка робочих органів), хв., $t_{оч} = 20$ хв;

$$T_o = 5 + 15 + 25 + 20 = 65 \text{ хв}$$

Тоді

$$g_{za} = \frac{28,4 \cdot 264,3 + 20 \cdot 23,5 + 2,2 \cdot 65}{60 \cdot 17,08} = 7,92 \text{ кг/га}$$

Витрати праці на одиницю роботи H , люд.год./га, визначаємо за формулою:

$$H = \frac{m_{mp}}{W_{ч}}, \quad (3.43)$$

де: m_{mp} – кількість робочих, обслуговуючих агрегат, люд.;

$$H = \frac{1}{2,44} = 0,41 \text{ люд.год./га.}$$

Висновки

В процесі виконання експлуатаційних розрахунків було визначено основні параметри та характеристики сільськогосподарської техніки, необхідні для забезпечення ефективного та надійного виконання агротехнічних операцій. Для запобігання пропусків при відхиленні агрегату від прямолінійного руху на кут 7...9 градусів було встановлено необхідне перекриття робочих органів. При жорсткому кріпленні робочих органів оптимальне перекриття становить 40 мм, що враховує повноту деформації та забезпечує високу якість обробітку.

Визначення відстані між робочими органами: Відповідно до розрахунків, відстань між лапами плоскорізів повинна бути не менше 492 мм. Це забезпечує ефективне розпушення ґрунту та запобігає утворенню необроблених ділянок.

Підвищення ефективності роботи агрегату: Дотримання встановлених параметрів перекриття та відстані між робочими органами сприяє оптимізації роботи агрегату. Це дозволяє підвищити продуктивність праці, зменшити енерговитрати та покращити якість обробітку ґрунту.

Забезпечення надійності та довговічності техніки: Правильний підбір та налаштування робочих органів сприяє зменшенню навантаження на техніку, що підвищує її надійність та довговічність. Це знижує витрати на технічне обслуговування та ремонт.

Врахування експлуатаційних умов: Проведені розрахунки враховують специфічні умови експлуатації, такі як тип ґрунту, кліматичні умови та агротехнічні вимоги. Це забезпечує адаптацію техніки до конкретних умов господарства та підвищує ефективність її використання.

Загалом, результати експлуатаційних розрахунків дозволяють забезпечити високу ефективність та якість виконання агротехнічних операцій, підвищити надійність та довговічність техніки, а також оптимізувати витрати на її експлуатацію та обслуговування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вимоги безпеки перед початком роботи.

1. Перевірити наявність і справність захисних огорожень над обертовими деталями механізмів, ланцюговими передачами. При відсутності їх чи несправності працювати не дозволяється.

2. Муфта зчеплення повинна повністю вимикатися (не вести) і вмикатися (не пробуксовувати), вільний хід педалі муфти зчеплення встановлюється в межах 35...40мм.

3. Щоб уникнути мимовільного вимикання передачі необхідно, щоб блокувальний механізм був відрегульований.

4. Перевірити справність гідравлічної системи, нещільності і течі в гідравлічній системі не допускаються.

5. Перевірити наявність і справність прикладеного інструмента і пристосувань, засобів протипожежного захисту, бачка з питною водою, аптечки першої медичної допомоги, систему освітлення.

6. При наявності акумулятора, він міцно повинний бути закріплений на штатному місці. Поверхня акумуляторів повинна бути чистою, пробки щільно загвинчені, а клеми покриті тонким шаром технічного вазеліну і надійно закріплені.

7. При перевірці щільності і рівня електроліту в акумуляторних батареях варто остерігатися потрапляння електроліту на тіло й одяг. У випадку потрапляння електроліту на тіло чи одяг, потрібно це місце промити.

8. Очищення робочих органів проводиться при заглушеному двигуні.

Заходи безпеки під час роботи

1. При заправці водою відкривати кришку радіатора гарячого двигуна треба в рукавицях, нахилиючи її в сторону так, щоб не обпекти паром обличчя і руки.

2. Застосовувати етилований бензин для заправлення пускового двигуна можна у випадку крайньої необхідності (при відсутності в господарстві не

етилованого бензину) і при виконанні наступних правил: краплі бензину, що потрапили на шкіру, необхідно змити водою з милом; при влученні крапель бензину в очі, їх необхідно промити водою негайно звернутися по медичною допомогу.

3. Одержати від керівника завдання і маршрут руху агрегату, вивчити рельєф оброблюваної ділянки, місця поворотів і переїздів.

4. Переконатися у відсутності обслуговуючого персоналу біля агрегату, дати сигнал, запустити двигун.

5. Перевірити роботу начіпної системи.

6. Перед тим, як рушити з місця, перевірити, чи не загрожує кому-небудь рух агрегату, після чого дати сигнал і почати рух.

7. Перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, надягати і натягати ланцюга, усувати несправності, змазувати, очищати потрібно при заглушеному двигуні.

8. При поворотах і розворотах швидкість руху варто зменшити.

9. Після дощу переїжджати через канави, рухатися уздовж схилів на поворотах треба тільки на нижчій передачі.

Заходи безпеки при складанні агрегату

1. Під час приєднання трактора і машини забороняється робітникам знаходитися між трактором і машиною й у безпосередній близькості від механізмів.

2. Під'їжджати до машини треба обережно (без ривків), при малих обертах двигуна. Тракторист повинен дивитися в напрямку руху і стежити за місцезнаходженням робітника, що робить навішення, ногу при цьому тримати на педалі муфти зчеплення.

3. Навішування повинно відбуватись при повній зупинці трактора.

4. Після навішування знаряддя перевірити дії гідравлічної системи. Машина повинна підніматися й опускатися без заїдання.

Заходи безпеки при роботі в нічний час

1. При підготовці агрегату для роботи в нічний час перевірити справність усіх приладів освітлення і відрегулювати їх так, щоб була забезпечена гарна видимість фронту роботи і робочих органів, перевірити освітлення щитка приладів.

2. Заправку трактора паливом, оливою, водою робити тільки при природному світлі. У випадку змушеного заправлення в нічний час варто користатися переносною електричною лампою освітлення від іншого трактора.

Вимоги протипожежної безпеки

1. Не допускати течі палива й оливи, особливо на двигуні.

2. Електрообладнання трактора повинно бути надійно захищено і заземлено.

3. Не допускається перегрів двигуна.

4. Не можна заправляти паливний бак при працюючому двигуні. При заправленні не допускати проливання палива й оливи, не палити і не користуватися відкритим вогнем.

5. Забороняється мати на тракторі додаткові ємкості з паливо - мастильними матеріалами. Для гасіння пожежі застосовувати вогнегасник, пісок, брезент, лопатку.

Вимоги безпеки по закінченні роботи

1. Поставити агрегат на місце стоянки, опустити знаряддя, загальмувати його.

2. Оглянути й очистити агрегат від бруду, упорядкувати робоче місце.

3. При здачі зміни повідомити зміннику про технічний стан агрегату, а також про особливості рельєфу ділянки.

4. Зняти й упорядкувати спецодяг.

Висновки

Розділ "Охорона праці" є ключовим аспектом у будь-якій сфері діяльності, включаючи сільське господарство. Охорона праці в сільському господарстві передбачає ретельне ознайомлення з правилами техніки безпеки та їх відповідне дотримання під час виконання різних агротехнічних операцій. Регулярне використання особистого захисту, такого як захисні окуляри, респіратори, рукавички та інші засоби, допомагає уникнути травм та захистити здоров'я працівників. Знання процедур дії в небезпечних ситуаціях, включаючи пожежі, аварії з технікою та інші негаразди, допомагає забезпечити безпеку працівників та мінімізувати можливі ризики.

Проведення регулярних технічних оглядів та обслуговування машин та обладнання сприяє попередженню аварійних ситуацій та збереженню життя та здоров'я працівників.

Правильна організація робочого місця, включаючи раціональне розміщення обладнання та матеріалів, допомагає знизити ризик виникнення травм та негараздів.

Регулярні навчання та інструктажі з питань охорони праці сприяють підвищенню свідомості працівників щодо їхніх прав та обов'язків у сфері безпеки та здоров'я на робочому місці.

Застосування сучасних технологій, таких як системи моніторингу безпеки та автоматизації процесів, може значно підвищити безпеку працівників у сільському господарстві.

Постійне вдосконалення системи охорони праці та впровадження новітніх методів та технологій допомагає підвищити ефективність та ефективність заходів з безпеки та здоров'я на робочому місці.

Узагальнюючи, ефективна система охорони праці є важливою складовою будь-якого сільського господарства, що забезпечує безпеку та здоров'я працівників, підвищує продуктивність та знижує ризик виникнення небезпек.

5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Для визначення економічної ефективності приймаємо

а) комбінований ґрунтообробний агрегат АК-4,0;

б) для порівняння, приймаємо технологію яка застосовується в господарстві і складається з використання одно операційних машин БД-7 та КПЭ-3,8.

Розрахунок економічної ефективності виконуємо з використанням методики, а галузеву собівартість з урахуванням методики.

Вартість машин і обладнання приводимо на поточний момент (ООО ПМТО «УКРСНАБСЕРВІС»).

Галузева собівартість розроблювального комбінованого ґрунтообробного агрегату C_o , грн., визначаю за формулою:

$$C_o = P(\Pi \cdot H \cdot K_m + M) + D, \quad (5.1)$$

де: $P = \sum P_i$ – чиста вага знаряддя,

$$\Pi = 1,4;$$

$$H = 6,4 \text{ грн/кг};$$

$$K_m = 1,37;$$

$$M = 20,8 \text{ грн/кг};$$

$$D = 5600 \text{ грн.}$$

$$C_o = 2400 \cdot (1,4 \cdot 6,4 \cdot 1,37 + 20,8) + 5600 = 84980,48 \text{ грн.}$$

$$C_{nm} = C_o + \Pi_n, \quad (5.2)$$

де: Π_n , грн.

$$\Pi_n = \frac{P_c \cdot C_o}{100}, \quad (5.3)$$

де: $P_c = 7\%$.

$$\Pi_n = 7 \cdot 84980,48 / 100 = 5948,63$$

Тоді:

$$C_{nn} = 84980,48 + 5948,63 = 90929,11 \text{ грн.}$$

$$C_{л} = C_{nn} \cdot B, \quad (5.4)$$

де: $B = 1,05$;

$$C_{л} = 90929,11 \cdot 1,05 = 95475,56 \text{ грн.}$$

Разом галузева ціна склала 95475,56 грн.

$$z_n = \frac{f_m}{W_q}, \quad (5.5)$$

По проєктованій моделі:

$$24,59 \text{ грн.}$$

По базовій моделі:

$$14,51 \text{ грн.}$$

Визначаємо ремонтні відрахування й амортизацію S_{om} , грн., за формулою:

$$S_{om} = \frac{1,1B_m \cdot (Q_{pm} + Q_{km})}{100 \cdot T_{zm} \cdot W_q}, \quad (5.6)$$

По проєктованій моделі:

$$S_{omn} = \frac{1,1 \cdot 193000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 300 \cdot 2,44} = 134,86 \text{ грн.}$$

По базовій моделі:

$$S_{omб} = \frac{1,1 \cdot 193000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 300 \cdot 7,92} + \frac{1,1 \cdot 193000 \cdot (24,5 + 22)}{100 \cdot 300 \cdot 8,64} = 79,62 \text{ грн.}$$

$$S_{om} = \frac{1,1B_m \cdot (Q_{pm} + Q_{km})}{100 \cdot T_{zm} \cdot W_q}, \quad (5.7)$$

Проект

$$S_{omn} = \frac{1,1 \cdot 47737,8 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 30 \cdot 2,44} = 216,6 \text{ грн.}$$

База

$$S_{omb} = \frac{1,1 \cdot 33600 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 10 \cdot 7,92} + \frac{1,1 \cdot 36400 \cdot (14,2 + 16)}{100 \cdot 10 \cdot 8,64} = 280,88 \text{ грн.}$$

$$G_T = C_T \cdot g_T, \quad (5.8)$$

Проект

$$476,4 \text{ грн.}$$

База

$$924 \text{ грн.}$$

$$I = Z_n + S_{om} + S_{omb} + G_m, \quad (5.9)$$

Проект

$$I_{п} = 24,59 + 134,86 + 216,6 + 476,4 = 852,44$$

База

$$I_{б} = 14,51 + 79,62 + 28,88 + 924 = 1299,01$$

Визначаю питомі капітальні витрати S_y , грн. за формулою:

$$S_y = \frac{1,1B_m}{W_q \cdot T_{zm}} + \frac{1,1B_m}{W_q \cdot T_{zm}}, \quad (5.10)$$

По проєктованій моделі:

$$S_{yп} = 723,5 \text{ грн.}$$

По базовій моделі:

$$S_{yб} = 2202,68 \text{ грн.}$$

Визначаю річний економічний ефект \mathcal{E}_z , грн., за формулою:

$$\mathcal{E}_z = \left[(I_{\bar{o}} - E_{\bar{o}} \cdot S_{y\bar{o}}) - (I_n - E_n \cdot S_{yn}) \right] \cdot T_{zm} \cdot W_{cm}^T, \quad (5.11)$$

$$\mathcal{E}_r = 73375 \text{ грн.}$$

Строк окупності T_0 , років визначаю за формулою:

$$T_0 = \frac{Z_{np}}{\mathcal{E}} \quad (5.12)$$

де: Z_{np} – витрати на розробку, $Z_{np} = 95475,56$ грн.

Термін окупності вкладів 1,3 роки

Висновки

В результаті проведених розрахунків техніко-економічних показників встановлено, що річний економічний ефект склав 73375,6 грн., а окупиться ця розробка майже за 1,3 роки, що дозволяє судити про доцільність даного рішення про розробку комбінованого ґрунтообробного знаряддя.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Виконано аналіз господарської діяльності, обґрунтована тема дипломного проекту.

2. Приведені агротехнічні вимоги до виконання процесу.

3. Проведено огляд літературних джерел та конструкторських пропозицій по удосконаленню засобів механізації для виконання основного ґрунтозахисного обробітку ґрунту. Ґрунти України досить важкі і тому застосування різноманітних комбінованих знарядь інколи є проблематичним. Крім того на даних ґрунтах вони не забезпечують бажаного результату, а саме якісного обробітку ґрунту. Тобто необхідно створити таку машину, за допомогою якої можна було б досягти, при обробці, наступних вимог: якісного обробітку ґрунту, запобігти виникненню вітрової ерозії та збереженню вологи в ґрунті.

4. Виконано обґрунтування конструктивно-технологічної схеми комбінованого ґрунтообробного агрегату. Використання запропонованого агрегату дозволить за один прохід провести підготовку ґрунту, при цьому на поверхні зберігається до 55...60 % стерні.

5. В результаті проведених розрахунків встановлено:

- при жорсткому кріпленні робочих органів перекриття робочих органів повинно складати 25...45мм. Тому з урахуванням повноти деформації і забезпечення перекриття приймаємо перекриття рівне 40мм;

- взаємне розташування робочих органів:

- відстань між лапами плоскорізів повинна бути не менш 492мм;

- відстань між дисками і лапами плоскорізів повинна бути не менш 492мм.

Приймаємо $L=500$ мм.

6. В даному розділі нами виконано розрахунок на міцність пальця кріплення кронштейна сниці, умову міцності забезпечено. Для забезпечення надійності кріплення стійок плоскорізів до рами мінімальний діаметр болтів

повинен становити $d_0=21$ мм (з врахуванням сили зрізу яка може виникнути при короткостроковому перевантаженні). Приймаємо $d_0=22$ мм.

7. Розрахунками визначено робочу швидкість руху агрегату при виконанні технологічного процесу. З урахуванням опору що складають робочі органи робоча швидкість повинна бути 9,94 км/год. Підвищення швидкості призведе до перевантаження трактора. Було визначено продуктивність за годину чистої роботи та технічну, яка відповідно склала 3,82 га/год, та 2,44 га/год. Витрата палива на гектар оброблювальної площі становить 7,92 кг/га.

8. Охорона праці в сільському господарстві передбачає ретельне ознайомлення з правилами техніки безпеки та їх відповідне дотримання під час виконання різних агротехнічних операцій. Регулярне використання особистого захисту, такого як захисні окуляри, респіратори, рукавички та інші засоби, допомагає уникнути травм та захистити здоров'я працівників. Знання процедур дії в небезпечних ситуаціях, включаючи пожежі, аварії з технікою та інші негаразди, допомагає забезпечити безпеку працівників та мінімізувати можливі ризики. Проведення регулярних технічних оглядів та обслуговування машин та обладнання сприяє попередженню аварійних ситуацій та збереженню життя та здоров'я працівників. Правильна організація робочого місця, включаючи раціональне розміщення обладнання та матеріалів, допомагає знизити ризик виникнення травм та негараздів. Регулярні навчання та інструктажі з питань охорони праці сприяють підвищенню свідомості працівників щодо їхніх прав та обов'язків у сфері безпеки та здоров'я на робочому місці. Застосування сучасних технологій, таких як системи моніторингу безпеки та автоматизації процесів, може значно підвищити безпеку працівників у сільському господарстві.

9. В результаті проведених розрахунків техніко-економічних показників встановлено, що річний економічний ефект склав 73375,6 грн., а окупиться ця розробка майже за 1,3 роки, що дозволяє судити про доцільність даного рішення про розробку комбінованого ґрунтообробного знаряддя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Погорілець О. М., Живолуп Г. І. Зернозбиральні комбайни. – К.: Урожай, 1994. – 232 с.
2. Ромащенко М. І., Доценко В. І., Онопрієнко Д. М. Системи краплинного зрошення. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ, 2007. – 175 с.
3. Проектування сільськогосподарських машин / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк та ін. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О. В., 2010.
4. Панченко А. Н. Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Лабораторный практикум. Днепропетровск: ДГАУ, 2002. – 396 с.
5. Погорелый Л. В., Татьянко А. В., Брей В. В. Свеклоуборочные машины: конструирование и расчет. – К.: Техника, 1989. – 168 с.
6. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини / Бакум М. В., Бобрусь І. С., Морозов І. В., Нікітін С. П. та ін.; за ред. М. В. Бакума. – Харків, 2005. – 332 с.
7. Бакум М. В. Сільськогосподарські машини: у 2-х т.: Ч.2. Машини для внесення добрив / М. В. Бакум, І. С. Бобрусь, А. Д. Михайлов та ін.; за ред. М. В. Бакума. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – Т.1. – 285 с.
8. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин: Довід. / Г.Р. Гаврилук, Г.І. Живолуп, П.С. Короткевич та ін.. – К.: Урожай, 1988. – 256с.
9. Доценко В. І., Морозов В. В., Онопрієнко Д. М. Зрошення сільськогосподарських культур способом дощування: навчальний посібник / В. І. Доценко, В. В. Морозов, Д. М. Онопрієнко – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 448 с.
10. Зрошення сільськогосподарських культур самопливно-поверхневим способом: навчальний посібник / В. І. Доценко, В. В. Коваленко, Л. М. Рудаков, Т. І. Ткачук – Дніпро: ДДАЕУ, 2020. – 198 с.

11. Ден Эсс, Марк Морган. Руководство по точному земледелию. Перевод Тарика А.Г. , Днепропетровский государственный университет, 156 с.
12. Сільськогосподарські машини: підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. В. Іщенко та ін.; За ред. Д. Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
13. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
14. Войтюк Д.Г., Барановський В.Н., Булгаков В.Н. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. – К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.
15. Кобець А. С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 1999. – 204 с.
16. Кобець А. С. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин: практикум / Кобець А. С. Кобець О. М., Пугач А. М. – Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А. Л.», 2011. – 164 с.
17. Скрипник В.І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник для здобувачів професійної освіти / В.І. Скрипник. – Київ.: Літера ЛТД, 2019. – 256 с.
18. Головчук А. Ф., Марченко В. І., Орлов В. Ф., Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. проф. А. Ф. Головчука. Книга 3 – Машини сільськогосподарські . – К.: Грамота, 2005 р. – 576 с.
19. Комаристов В. Ю., Дунай М. Ф. Сільськогосподарські машини. – К.: Вища школа, 1987. – 486 с.
20. Антонишин Р. З., Козырев С. Н. Карты технологической наладки почвообрабатывающих и посевных машинно-тракторных агрегатов: Учеб. пособие. – К.: Вища школа, 1991. – 126 с.

21. Гапоненко В. С. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1993. – 448 с.
22. Головчук А. Ф., Марченко В. І., Орлов В. Ф., Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. проф. А. Ф. Головчука. Книга 2 – Комбайни зернозбиральні . – К.: Грамота, 2004 р. – 320 с.
23. Комплексы машин для индустриальных технологий производства сахарной свеклы и кукурузы / И. Н. Серебряков, Ю. И. Ковтун, Н. В. Татьянко и др.; Под ред. И. Н. Серебрякова, Ю. И. Ковтуна. – К.: Урожай, 1988. – 136 с.
24. Панченко А. Н. Практикум по сельскохозяйственным машинам. Раздел: мелиоративные машины. Днепропетровск, ДГАУ, 1993. – 102 с.
25. Паламарчук В. І., Проценко О. О., Козачук А. М. та ін. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків. За ред. О. О. Проценко. – К.: Урожай, 1987. – 240 с.
26. Погорелый Л. В. «Механизация производства сахарной свеклы», – К.: Урожай. 1981. – 172 с.
27. Рудич С. И. и др. Комплексная механизация орошения малых участков. – К.: Урожай, 1973. – 220 с.
28. Справочник по механизации кормопроизводства / Л. И. Грачева, А. В. Грачев, А. П. Вербицкий; Под ред. Л. И. Грачевой. – К.: Урожай, 1989. – 168 с.
29. Тудель Н. В. и др. Индустриальная технология производства кукурузы. – К.: Урожай, 1985. – 168 с.
30. Масло І. П., Тимошенко С. П., Онуфриенко Ю. Ф. та ін. Механізація захисту рослин. – К.: Урожай, 1989. – 124 с.
31. Хоменко М. С., Зырянов В. А., Насонов В. А. Механизация посева зерновых культур и трав. – К.: Урожай, 1989. – 168 с.
32. Тудель М. В., Козаченко Б. О., Герасимчик В. Г. та ін. Спеціальні комбайни. – К.: Урожай, 1988. – 463 с.

33. Практикум з технологічної наладки та усуненню несправностей сільськогосподарських машин. / Гаврилук Г. Р., Живолуп Г. І., Короткевич П. С. та ін. За ред. Г. Р. Гаврилюка. – К.: Урожай, 1995. – 280 с.

34. Шикула Н. К. Почвозащитная система земледелия. – Харьков: Прапор, 1987. – 240 с.

35. Ярмашев Ю. М. та ін. Довідник комбайнера. – К.: Урожай, 1989. – 176 с.

ДОДАТКИ