

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин і
системотехніки
ім. академіка П.М. Василенка
_____Юрій ГУМЕНЮК**

«_____» _____ 2026 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

**на тему: «Удосконалення механізованого процесу вирощування картоплі з
модернізацією розкидача мінеральних добрив»**

Спеціальність: Н 7 «Агроінженерія»

**Гарант освітньої програми
Доктор технічних наук, професор**

Вячеслав БРАТІШКО

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Доктор сільськогосподарських наук, професор

Віктор ТЕСЛЮК

Виконав:

Андрій КАЗМІРУК

Київ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин і
системотехніки

ім. академіка П.М. Василенка,

к.т.н., доцент _____ Юрій ГУМЕНЮК

«_____» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту
Казміруку Андрію Миколайовичу

Спеціальність Н 7 "Агроінженерія".

Тема дипломного проєкту бакалавра: "Удосконалення механізованого процесу вирощування картоплі з модернізацією розкидача мінеральних добрив",

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 16 лютого 2026 р. № 510 "С".

Термін подання завершеного проєкту на кафедру: 15 травня 2026 р.

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра:

завдання на розробку, річні звіти господарства за останні роки, характеристика сировинної бази регіону, технологічна та технічна документації

Перелік питань, які потрібно розробити:

Розділ 1. Виробничо-економічна характеристика сільськогосподарського підприємства;

Розділ 2. Технологічна частина;

Розділ 3. Розрахункова частина;

Розділ 4. Охорона праці та довкілля;

Розділ 5. Економічна оцінка розроблених рішень; Висновки _____

Перелік графічних документів:

Аркуш 1.	<i>Технологічна карта вирощування картоплі</i>
Аркуш 2.	<i>Операційна карта</i>
Аркуш 3.	<i>Загальний вигляд модернізованого розкидача мінеральних добрив</i>
Аркуш 4.	<i>Розроблений розкидальний пристрій</i>
Аркуш 5.	<i>Кресленики деталей.</i>
Аркуш 6.	<i>Економічні показники.</i>

Дата видачі завдання: 20 лютого 2026 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

ТЕСЛЮК В.В.

Завдання прийняв до виконання

КАЗМІРУК А.М.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ	2
РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	7
1.1 Відомості про господарство	7
1.2 Стан матеріально-технічної бази господарства	11
1.3 Ремонтно-обслуговуюча база.....	13
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	15
2.1 Складання технологічної карти вирощування картоплі	15
2.2 Побудова графіка використання тракторів	21
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин	23
2.4 Основні агротехнічні вимоги	23
2.5 Комплектування агрегату	24
2.6 Робота агрегату	29
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	32
3.1 Обґрунтування необхідності переобладнання розкидача МВУ-5	32
3.2 Стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив	32
3.3 Опис удосконаленого розкидача мінеральних добрив.....	34
3.4 Технологічні та конструктивні розрахунки розкидача МВУ-5.....	36
3.4.1 Технологічний розрахунок багатоканального пневматичного апарата	36
3.4.2 Розрахунок приводу вентиляторів високого тиску	37
3.4.3 Вибір редукторів і валів карданних передач	37
3.4.4 Розрахунок клинопасової передачі.....	39
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	43
4.1 Охорона праці на машинно-тракторному парку	43
4.2 Аналіз умов праці механізаторів при вирощуванні картоплі	46

4.3 Техніка безпеки при проведенні ТО чи ремонту	47
4.4 Техніка безпеки при наладці машин для внесення добрив та хімічного захисту рослин	49
4.5 Безпека при роботі з удосконаленою машиною	50
4.6 Охорона навколишнього середовища	51
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ..	55
5.1 Вихідні дані до розрахунку	55
5.2 Визначення прямих експлуатаційних витрат	56
5.3 Визначення річного економічного ефекту	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	66
Додаток А. Специфікація розробленого розкидального пристрою.....	67

Перелік презентаційних матеріалів:

1. Технологічна карта.
2. Операційна карта.
3. Розроблений розкидальний пристрій-1.
4. Розроблений розкидальний пристрій-2.
5. Кресленики деталей.
6. Економічні показники.

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт: пояснювальна записка – 71 арк., 19 рис., 4 табл., 6 арк. графічної частини.

Тема дипломного проєкту – «Удосконалення механізованого процесу вирощування картоплі з модернізацією розкидача мінеральних добрив».

Мета проєкту – це удосконалення організації механізованого процесу вирощування картоплі на на ТОВ Варвинський райагрохім Ніжинського району за рахунок технічного переоснащення.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

Задачі дипломного проєктування визначено на основі аналізу господарської діяльності ТОВ Варвинський райагрохім.

Проведена модернізація розкидача мінеральних добрив.

До впровадження запропоновано модернізований розкидач мінеральних добрив.

Розроблені пропозиції по забезпеченню безпечних умов праці та захисту навколишнього середовища під час розкидання мінеральних добрив.

Проведений економічний аналіз від використання вдосконаленої системи розкидача мінеральних добрив.

МЕХАНІЗАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ, МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, РОЗКИДАЧ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПРИБУТОК.

ВСТУП

Картопля – одне з найважливіших джерел живлення для людини і харчів для тварин, а також сировина для промисловості. Великого значення картопля набула в Україні та інших країнах.

На сьогодні картопля займає п'яте місце серед джерел енергії в харчуванні людини після пшениці, кукурудзи, рису і ячменю. У бульбах картоплі містяться важливі для людини і тварин поживні речовини. Значення картоплі в харчуванні людини обумовлено вмістом у ній крохмалю, протеїну, вітамінів і мінеральних речовин.

Можна вважати, що більше 50% світового виробництва картоплі йде безпосередньо до або після переробки на харчування людей, 30% - на годівлю тварин, 3...4% - для отримання крохмалю і спирту, і приблизно 10% - на насіннєвий матеріал.

Найбільш великі виробники картоплі – Україна, Польща, Китай.

Обґрунтовуючи актуальність даної теми можна сказати, що вирощування картоплі економічно вигідно. Низькі вимоги картоплі до попередників, широкий діапазон сортів, завдяки яким є можливість пристосовуватись до різних умов вирощування, дозволяє включати картоплю у різні сівоzmіни. Як попередник вона сприяє підвищенню врожайності зернових. З точки зору сезонного використання робочої сили картопля доповнює вирощування зернових і цукрового буряка. Картопля інтенсивно споживає поживні речовини орного шару ґрунту, що запобігає їх вимиванню з ґрунту. Для економічної ефективності вирощування картоплі необхідна висока культура землеробства.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1. Відомості про господарство

ТОВ Варвинський райагрохім Варвинського району знаходиться на території села Горбані Варвинського району Чернігівської області. Інфраструктура на території підприємства, створює сприятливі умови для зв'язку з сусідніми господарствами, районним та обласним центрами. Віддаленість від господарства до районного центра складає 17 км, до обласного центру — 51 км. Ці відстані невеликі, що сприяє збільшенню обсягів перевезень, кращому зв'язку міста з селом. Підприємство розміщене в поліській зоні, для якої характерний помірно-континентальний клімат. Кліматичні умови цілком сприятливі для нормального функціонування господарства. Середньорічна температура найбільш холодного місяця (січня) становить $-7...-14^{\circ}\text{C}$, а найбільш теплого місяця (липня) $+18...+24^{\circ}\text{C}$. середньорічна кількість опадів 410 – 700 мм. Стійкий сніговий покрив утворюється в третій декаді грудня — в першій декаді січня і зберігається приблизно 90 днів. Ґрунтовий покрив господарства в основному представлений слабокислими та нейтральними дерново-підзолистими ґрунтами та торфами. Для оцінки виробничо-господарської діяльності ТОВ Варвинський райагрохім проведемо аналіз складу та структури земельних угідь, його забезпеченість трудовими та енергетичними ресурсами, виробничими фондами. Склад та структура земельних угідь наведено в таблиці 1.1, а забезпеченість трудовими та енергетичними ресурсами в таблиці 1.2.

Аналіз показників (табл.1.1) вказує на те, що в структурі загальної

земельної площі ТОВ Варвинський райагрохім за останні три роки змін не відбулося. Питома вага площі сільськогосподарських угідь в середньому до загальної земельної площі становить 52,6 %. Найбільшу питому вагу в площі сільськогосподарських угідь займає рілля 80,8 %. Під присадибними ділянками зайнято 350,7га.

Таблиця 1.1

Склад і структура земельних угідь

Показники	2023 рік			2024 рік			2025 рік		
	га	Структура, %		га	Структура, %		га	Структура, %	
		до загальної площі	до площі с.-г. угідь		до загальної площі	до площі с.-г. угідь		до загальної площі	до площі с.-г. угідь
Загальна земельна площа	2364	100	-	2364	100	-	2364	100	-
В т.ч. с.-г. угідь із них	1803,6	76,2	100	1803,6	76,2	100	1803,6	76,2	100
рілля	1649,9	69,7	91,4	1649,9	69,7	91,4	1350,9	57,1	74,8
сінокоси	32,9	1,39	1,8	32,9	1,39	1,8	190,9	8,0	10,5
пасовища	120,8	5,1	6,7	120,8	5,1	6,7	261,8	11,0	14,5
Багаторічні насадження	15,2	0,64	-	15,2	0,64	-	15,2	0,64	-
Площа лісу	312	13,2	-	312	13,2	-	312	13,2	-
Ставки і водоймища	12,5	0,53	-	12,5	0,53	-	12,5	0,53	-
Присадибні ділянки	220,7	9,3	-	220,7	9,3	-	220,7	9,3	-
Середній бал економічної оцінки с.г. угідь за окупністю витрат	28	-	-	28	-	-	28	-	-

Рівень розораності земель в товаристві складає 78,3%. Значення показника розораності надто високе, тому господарству слід вивільнити деяку частину земель з сільськогосподарського обробітку, що дасть змогу покращити родючість цих земель. За рахунок вивільнення земель можна в свою чергу збільшити питому вагу сінокосів та пасовищ в структурі земельного фонду господарства, оскільки сінокоси і пасовища є важливим джерелом кормів для сільськогосподарських тварин. В основному розмір і структура земельних угідь ТОВ Варвинський райагрохім відповідає його потребам і задовольняє нормальну виробничо-господарську діяльність.

Таблиця 1.2

Структура посівних площ сільськогосподарських культур

Назви с.-г. культур	2023 р. (початок періоду)		2025 р. (кінець періоду)		2025р (+,-) до 2023р.
	га	%	га	%	
Вся посівна площа	1649,9	100	1350,9	100	-299
В т.ч. зернові і зернобобові, всього	827,9	50,1	650,9	48,1	-177
з них озима пшениця	450	27,2	400	26,9	-50
ярі зернові - разом	377,9	22,9	250,9	18,5	-127
- пшениця	100	6,05	50	3,7	-50
- ячмінь	100	6,05	50	3,7	-50
- овес	50	3,0	50	3,7	-
- гречка	50	3,0	50	3,7	-
- зернобобові	77,9	4,7	50,9	3,9	-27
Картопля,	180	10,9	100	7,4	-80
Цукровий буряк	250	15,1	200	14,8	-50
Овочі	42	2,5	100	7,4	+58
Кукурудза на силос	150	9,1	150	11,1	-
Однорічні трави	200	12,1	150	11,1	-50

Структура посівних площ сільськогосподарських культур. З даних таблиці 1.2 видно, що загальна посівна площа в 2025 році у порівнянні з 2023 роком змінилась.

Площі майже всіх культур були перерозподілені. В структурі зернових культур найбільшу питому вагу займають озимі зернові. Найбільша частка посівів ярих зернових припадає на овес та ячмінь.

Слід відзначити, що в структурі посівних площ досить не значне місце займає така поживна та цінна культура як гречка, площа посіву її займає всього 50 га або 3% від всієї площі посіву і є незмінною протягом 2024 та 2025 років.

Проаналізуємо забезпеченість господарства трудовими та енергетичними ресурсами. В господарстві середньорічна чисельність працівників у 2025р. не зменшилася у порівнянні з 2024 р. а у порівнянні з 2023 р. зменшилась на 8 чоловік.

Основну частину працівників, що зайняті в сільськогосподарському виробництві господарства становлять постійні працівники. На період догляду за посівами цукрових буряків і картоплі, їх збирання залучаються сезонні працівники.

У сільському господарстві трудові ресурси використовуються менш продуктивно, ніж в інших галузях матеріального виробництва. Причинами цього є висока питома вага ручної праці та сезонний характер виробництва в галузі рослинництва. Енергетичні ресурси включають потужності механічних двигунів, електромоторів, електроустановок і робочу худобу. З даних таблиці 1.3 видно, що енергетичні потужності в ТОВ Варвинський райагрохім зменшуються з кожним роком. Так, даний показник в 2025 році зменшився на 26,81% в порівнянні з 2023 роком.

Енергозабезпеченість господарства збільшилась відповідно на 10,59%, а енергоозброєність — на 2,48 % в порівнянні з 2023 роком.

1.2 Стан матеріально-технічної бази господарства

Машинно-тракторний парк. Основне завдання тракторної бригади - своєчасно, в агротехнічні строки, виконати механізовані роботи, щоб

Таблиця.1.4

Автотракторний парк ТОВ Варвинський райагрохім

Назва та марка техніки	Кількість шт.	Коефіцієнт переводу в еталонні	Кількість еталонних тракторів
Вантажні автомобілі	11	-	-
САЗ-3502	2	-	-
КАМАЗ 5320	5	-	-
ЗИЛ 130	2	-	-
ГАЗ 53 А	2	-	-
Автоцистерни	4	-	-
АИПТ-3,3	2	-	-
ГАЗ 53 Б	2	-	-
Легкові	1	-	-
УАЗ 459	1	-	-
1.Заг. призначення	5	-	8,25
Т-150	2	1,65	3,3
Т-150 К	3	1,65	4,95
2. Універсально-просапні	10	-	6,99
МТЗ-82	3	0,73	2,19
МТЗ-80	3	0,7	2,1
ЮМЗ-6Л	3	0,6	1,8
Т-70С	1	0,9	0,9
Всього:	15	-	15,24

вирощувати високі і сталі врожаї всіх сільськогосподарських культур з мінімальними затратами праці.

Тракторна бригада відіграє важливу роль у обробітку землі та відгодівлі тварин. Аналізуючи табл. 1.4 - 1.5 можна зробити висновок про те, що ТОВ Варвинський райагрохім сьогоднішній день має в загальній кількості 31 одиницю техніки з яких 15 одиниць техніки це трактора та 16 одиниць.

Таблиця.1.5

Наявність сільськогосподарських машин

Назва	Марка	Кількість
Зернозбиральні комбайни	СК-5	2
	ДОН-1500А	4
Силосозбиральні комбайни	КСК-100А	2
	КСС-2,6	2
Бурякозбиральні комбайни	КС-6Б	2
Зернові жатки	ЖВП-6	3
	ЖВН-6	1
Зернові сівалки	СЗТ-3,6	3
Бурякові сівалки	ССТ-12Б	3
Кукурудзяні сівалки	СУПН-8	1
Косарки	КСФ – 2,1	1
	КІР –1,5	1
	КРН –2,1	1
Картоплесаджалка	КСМ-4	1
Культиватори	КПС-4	5
	“Європак 6000”	1
	КНШ-8	2
	КІ-4	2
	КОР-4,2	2
	КРН-5,0	2
	УСМК – 5,4	3
	КФ-5,4	2
Бурякозбиральна машина	БМ-6	2
Бурякозавантажувач	СПС-4,2	2
Розкидачі	МВУ-0,5	2
	РУМ-8	1

Продовження табл.1.5

Картоплекопач	КТН-2В	
Навантажувачі	ПФ-0,5	2
	КУН-10	2
Плуги	ПЯ-3-35	5
	ПЛН-3-35	4
	ПЛ-5-35	2
	ПЛП-6-35	8
Зчіпки	С-11	2
	СГ-21	1
	СП-11А	1
Граблі	ГВК-6	2
	ВСН-4,2	4
Машини для захисту рослин	ОП-2000	1
Луцильники	ЛДГ-10	4
	ЛДГ-15	2
Котки	ЗККШ-2,8	6
	ЗККШ-6	4
Борони	БЗТС-1	30
	БЗСС-1	20
	БДТ-7	2
	БДТ-3	2

техніки автомобілі у своєму складі, господарство повністю забезпечена автомобілями тракторами і комбайнами. Тракторна бригада забезпечена працівниками добре. Але тільки 50 – 65% техніки фактично працює. Це пов'язано насамперед з тим, що в господарстві не вистачає коштів на придбання запасних частин, а також поганою якістю паливо-мастильних матеріалів, що сприяє швидкому спрацюванню деталей, вузлів і агрегатів.

1.3 Ремонтно-обслуговуюча база

Для проведення поточного ремонту та технічного обслуговування зберігання машин, господарство має ремонтно-обслуговуючу базу, яка розташована на центральній садибі, займає площу 1,39 га.

Ремонтна майстерня типова на 28 умовних ремонтів. Вона включає наступні підрозділи:

- ковальську дільницю;
- зварювальна дільниця;
- дільниця ремонту паливної апаратури;
- станочне відділення;
- дільниця ремонту електрообладнання;
- шиноремонтна дільниця;
- розбирально-збиральна дільниця;
- котельня.

На території ремонтно-обслуговуючої бази розташовано також:

- пункт технічного обслуговування с.г. техніки;
- майданчик для регулювання с.г. машин (по машинному дворі сектору зберігання);
- диспетчерська;
- контрольно-перепускний пункт – для випуску і впуску тракторів, до роботи і після;
- душові для механізаторів та ремонтників;
- адміністративні приміщення, в яких знаходяться кабінет головного інженера, кабінет по техніці безпеки і клас для інструктажу по охороні праць.

Пункт технічного обслуговування розташований в обладнаному плівковому ангарі і поділений на дві частини:

- дільниця технічного обслуговування;
- дільниця ремонту с.г. машин.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Складання технологічної карти вирощування картоплі

Технологічна карта є основним технологічним документом на вирощування і збирання сільськогосподарської культури в господарстві. Розробляється вона на найближчий рік із врахуванням наявної в господарстві техніки та можливого використання нових машин, більш сучасних агротехнічних прийомів, які сприяють підвищенню врожайності і зменшенню затрат праці на одиницю продукції.

Розроблена технологічна карта вирощування та збирання картоплі включає такі основні блоки інформації:

- агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт;
- технічне забезпечення операцій і нормативи використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів;
- показники ефективності: затрати праці, виробіток в еталонних одиницях обліку механізованих робіт.

Перед складанням технологічної карти були проаналізовані наступні умови господарства: агрокліматичні, ґрунтові з урахуванням питомого опору, конфігурації поля, довжину гонів, рельєф. Оскільки ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування.

При складанні технологічної карти були враховані такі первинні дані: попередник (озима пшениця); площа, на якій планується вирощування картоплі (60 га); планова врожайність основної продукції (160 ц/га), норма витрати: насіння, пестицидів; норми внесення добрив, відстань перевезення: насіння, добрив, пестицидів, бульб. Крім того, було враховано стійкість ґрунтів до водної ерозії, ступінь забур'яненості поля.

Заповнювали технологічну карту так.

В графу 1 «Шифр операції», проставляли порядковий номер операції.

Перелік операцій, необхідних для вирощування і збирання заданої сільськогосподарської культури записували в графу 2.

«Обсяг робіт», Ω , (граф 3) визначається типом агрегату:

- для технологічних агрегатів (оранка, культивування, збирання врожаю), га,

$$\Omega = Fk \quad (2.1)$$

- для навантажувальних, т, ц, м³,

$$\Omega = Fg_m \quad (2.2)$$

- для транспортних, т або ткм,

$$\Omega = Fg_m L_n \quad (2.3)$$

де F - площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k - коефіцієнт кратності виконання операцій;

g_m - норма витрати технологічних матеріалів, т/га;

L_n - відстань перевезень, км.

Дата початку роботи (граф 4) та її тривалість (граф 5) обумовлюються агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури.

При розробці технологічної карти, календарні і агротехнічні строки виконання операцій приймали з урахуванням особливостей вирощування картоплі в центральному Лісостепу України.

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни. Тривалість

зміни, $T_{зм}$, при цьому повинна становити 7 год, а при роботі з отрутохімікатами - не більше 6 год. При виконанні найбільш важливих і термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Виходячи з цього, тривалість роботи агрегату за добу, T_d , год, записували в графу 6.

Склад машинно-тракторних агрегатів (марку енергетичного засобу, сільськогосподарської машини і зчіпки, та їх кількість в агрегаті) записуємо в графи 7, 8 і 9. При цьому по кожній операції технологічного процесу вирощування і збирання цукрових буряків, для конкретних умов роботи (група поля, клас ґрунту), вибирали раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності W_r і паливної економічності g_p , виходячи з наявної в господарстві техніки.

Змінну норму виробітку, $W_{зм}$, (графа 10) та витрату палива на одиницю роботи (графа 11) визначали згідно існуючих в господарстві норм виробітку і витрачання палива на механізовані роботи.

Норму витрати технологічних матеріалів (органічних та мінеральних добрив, насіння, пестицидів тощо) визначали відповідно з агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. Ці дані записували в графу 12.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графа 13), визначали за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p} \quad (2.4)$$

де $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності,

$$K_{зм} = \frac{T_d}{T_{зм}} \quad (2.5)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначали за формулами:

$$n_o = (m_m + m_d) n_a K_{зм} \quad (2.6)$$

де m_m і m_d - відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників. Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих

агрегат, визначали в залежності від його складу, прийнятої в господарстві технологічної схеми роботи і рекомендацій заводів - виробників машин.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 15), підраховували діленням обсягу роботи Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто:

$$D = \frac{\Omega}{n_a W_d} = \frac{\Omega}{n_a W_{зм} K_{зм}} \quad (2.7)$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях W_y (графа 16) визначали, помноживши значення годинної еталонної продуктивності λ на кількість відпрацьованих нормо-змін $N_{зм}$ та тривалість зміни $T_{зм}$.

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}} \quad (2.8)$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 17) підраховували за формулою:

$$Z_n = (n_m + n_d) N_{зм} T_{зм} \quad (2.9)$$

де n_m і n_d – відповідно, кількість механізаторів і допоміжних робітників, що обслуговують агрегат.

Розрахунок показників технологічної карти покажемо на прикладі операції “Лущення стерні”.

В графу 1 «Шифр операції», проставляємо порядковий номер, 01. В графу 2 записуємо назву роботи “Лущення стерні в два сліди”.

«Обсяг робіт», Ω , (графа 3) визначаємо за формулою (2.1):

$$\Omega = 60 \cdot 2 = 120 \text{ га.}$$

Дата початку роботи (графа 4), одночасно із збиранням озимої пшениці, орієнтовно – 15 липня.

Тривалість роботи (графа 5) обумовлюється агротехнікою, і відповідно до агротехнічних вимог становить 2 дні.

Роботу агрегатів при лущенні стерні плануємо в дві зміни. Тоді тривалість роботи агрегату за добу, T_d , год, становить 14 годин (графа 6).

Вибираємо раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності W_{Γ} і паливної економічності g_{Π} , виходячи з наявної в господарстві техніки. Для машинно-тракторних агрегатів, які можна скомплектувати з наявної в господарстві техніки, (див. табл. 2.1 графа 2) записуємо значення годинної продуктивності W_j і витрати пального $g_{\Pi j}$, (графи 3 і 4 табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Характеристика роботи луцильних агрегатів

Варіант	Склад МТА	$W, \text{га/год}$	$g_{\Pi}, \text{кг/га}$	$f_{\Pi}, \text{га/кг}$	μ
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
1	Т-150К + ЛДГ-15	7,5	3,1	0,32	-0,435
2	Т-150К + ЛДГ-10	5,2	3,1	0,32	-0,265
3	Т-150 + ЛДГ-15	7,8	2,8	0,36	-0,050
4	Т-150 + ЛДГ-10	5,3	2,9	0,34	-0,235
5	ДТ-75М + ЛДГ-10	4,6	2,5	0,40	-0,205
6	Т-70С + ЛДГ-5	3,1	2,8	0,36	-0,300
7	МТЗ-80 + ЛДГ-5	3,2	2,8	0,36	-0,345
Ідеалізований варіант		7,8		0,40	

Для вибору оптимального складу МТА, необхідно, щоб пошук кращого варіанту зводився до максимізації критеріїв. У нашому випадку ця умова не дотримується, тому вводимо критерій $f_n = \frac{1}{g_n}$, тобто, обернений до величини витрати палива (графа 4). Такий критерій характеризує розмір площі, що обробляється при витраті 1 кг палива, а його покращення, як і продуктивності, спрямоване у бік зростання.

Записуємо критерії W і f_{Π} для ідеалізованого варіанту. Ідеалізований - це умовний варіант складу машинно-тракторного агрегату, якому

приписують кращі значення критеріїв з усієї множини варіантів.

Для кожного j -го варіанту складу машинно-тракторного агрегату визначаємо показник віддаленості від ідеалу (відстані до цілі) за формулою:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{U_{ij}}{U_{i0}} - 1 \quad (2.10)$$

де N – кількість критеріїв, $N=2$;

U_{ij} і U_{i0} – відповідно, значення i -го критерію j -го МТА і значення i -го критерію ідеалізованого варіанту.

Підставляємо цифрові значення для агрегату Т-150К+ЛДГ-15, отримуємо

$$\mu = \frac{1}{2} \left(\frac{7,5}{8,3} + \frac{0,32}{0,40} \right) - 1 = -0,435.$$

Підрахувавши відстань до цілі для решти агрегатів (графа 6), визначаємо, що оптимальні показники роботи має агрегат Т-150+ЛДГ-15.

Склад вибраного машинно-тракторного агрегату (Т-150 + ЛДГ-15) записуємо в графи 7, 8 і 9 таблиці 3.1.

Змінну норму виробітку, $W_{зм} = 54,6$ га, (графа 10) та витрату палива на одиницю роботи $g_{п} = 2,8$ кг/га (графа 11) визначаємо з існуючих в господарстві норм.

При луценні стерні, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів n_a (графа 13), визначаємо за формулою (2.4):

$$n_a = \frac{120}{54,6 \cdot 2 \cdot 2} = 0,54$$

Приймаємо 1 агрегат.

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою (2.6):

$$n_o = (1 + 0) \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{чол.}$$

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 15), підраховуємо діленням обсягу роботи Ω (графа 3) на кількість агрегатів n_a (графа 13) та добову продуктивність агрегату W_d , тобто:

$$D = \frac{120}{1 \cdot 54,6 \cdot 2} = 1,09 \text{ дня.}$$

В графу 15 записуємо 1 день.

Підраховуємо кількість відпрацьованих нормо-змін по формулі (2.8),

$$N_{зм} = \frac{120}{54,6} = 2,2.$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях W_y визначаємо, помноживши значення годинної еталонної продуктивності $\lambda = 1,65$ на кількість відпрацьованих нормо-змін $N_{зм} = 1,65$ та тривалість зміни

$$T_{зм} = 7 \text{ год.}$$

$$W_y = 1,65 \cdot 2,2 \cdot 7 = 25,4 \text{ у.е.га.}$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 17) підраховуємо за формулою (2.9):

$$Z_n = 2 \cdot 1,65 \cdot 7 = 23,1 \text{ люд.год.}$$

Аналогічно виконавши розрахунки для інших операцій технологічного процесу, їх значення записуємо в технологічну карту (табл. 2.1).

2.2 Побудова графіка використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладаємо заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок (див. табл. 2.1), що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість

виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будуємо на одному аркуші та на одній календарній шкалі (див. аркуш 4 графічної частини проекту). Якщо строки проведення робіт по кількох операціях збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будуємо один над другим. Загальна висота їх у перерізу, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодуємо номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які та скільки ще вільні. Це дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або “передати роботу” на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агротехнічного строку, або зміною виконання процесу.

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому визначаємо найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймаємо за потребу в них.

2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Одночасно з побудовою графіка використання тракторів будуємо графік використання сільськогосподарських машин. Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляємо розрахункову кількість тих машин, що використовуються на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт по вирощуванні заданої культури.

Складені графіки, наочно показують, на який строк, яких і скільки треба підготувати машин, а також дають змогу спланувати їх ремонт.

Характеристика умов роботи

Агрофон – стерня.

Кут нахилу 2%.

Відстань транспортування 5 км.

Допустима швидкість руху до 10 км/год.

Довжина гону – 1000 м.

2.4 Основні агротехнічні вимоги

Вносити добрива необхідно в агротехнічні строки, дотримуватись встановлених доз висіву. Нерівномірність розподілення добрив по всій площі поля не повинна перевищувати 25%. Не допускаються розриви між

суміжними проходами машини і необроблені ділянки поля. Вологість добрив, які вносяться повинна забезпечити нормальну роботу дозуючих пристроїв і повинна бути в межах 1,5-5%. Подрібнення гранул до розміру 1 мм при змішуванні не вище 5%. Діаметр гранул не більше 5мм. Норма внесення 0,36 т/га. Необроблені поворотні смуги не допускаються.

2.5 Комплектування агрегату

Для внесення мінеральних добрив застосовують агрегат, в складі трактора МТЗ-82 і розкидача МВУ-5 з багатоканальними, пневматичними робочими органами. Ширина захвату агрегату - 12м. В даному випадку підбір складу агрегату зводиться до вибору робочої передачі, в межах агротехнічно допустимих швидкостей руху (7...10 км/год).

Тяговий опір агрегату визначаємо за формулою:

$$R_{\text{м}} = (G_{\text{кр}} + G_2) \cdot \left(f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.11)$$

де $G_{\text{кр}}$ – маса не завантаженого розкидача, кН, $G_{\text{кр}} = 33$ кН;

G_2 – маса мінеральних добрив, кН, $G_2 = 100$ кН;

$f_{\text{пр}}$ – коефіцієнт опору коченню ходових коліс, $f_{\text{пр}} = 0,08$.

$$R_{\text{м}} = (33 + 100) \cdot \left(0,08 \pm \frac{1}{100} \right) = 11,97 \text{ кН.}$$

Сумарний приведений тяговий опір робочої машини, зв'язаний з втратою дотичної сили тяги трактора на вибраній передачі при відборі частини потужності двигуна через ВВП. Опір приводу машини визначаємо за формулою:

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,159 \cdot N_{\text{ВВП}} \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{мг}}}{r_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (2.12)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – витрати потужності на ВВП, кВт, $N_{\text{ВВП}} = 6,4 + 4,2 = 10,6$ кВт;

$i_{\text{тр}}$ – передаточне відношення трансмісії трактора від двигуна до осі ведучих коліс;

$\eta_{\text{мг}}$ – механічний ККД трансмісії трактора від двигуна, $\eta_{\text{мг}} = 0,9$;

$\eta_{\text{ВВП}}$ – механічний ККД трансмісії ВВП;

$r_{\text{к}}$ – радіус кочення колеса трактора, м, $r_{\text{к}} = 0,575$ м;

$n_{\text{н}}$ – номінальна частота обертання колінвала двигуна, с^{-1} ,

$n_{\text{н}} = 36,7 \text{ с}^{-1}$.

В діапазоні робочих швидкостей знаходяться передачі трактора 1,2 і 3 з наступними значеннями передаточних чисел $i_{\text{тр } n_1} = 64,9$, $i_{\text{тр } n_2} = 55,4$, $i_{\text{тр } n_3} = 48,6$.

Тоді:

$$R_{\text{пр } n_1} = \frac{0,159 \cdot 10,6 \cdot 64,9 \cdot 0,9}{0,575 \cdot 36,7 \cdot 0,95} = 4,9 \text{ кН.}$$

$$R_{\text{пр } n_2} = \frac{0,159 \cdot 10,6 \cdot 55,4 \cdot 0,9}{0,575 \cdot 36,7 \cdot 0,95} = 4,2 \text{ кН.}$$

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,159 \cdot 10,6 \cdot 48,6}{0,575 \cdot 36,7 \cdot 0,95} = 3,7 \text{ кН.}$$

Сумарний приведений опір робочої машини буде рівний:

$$R_a = R_{\text{н}} + R_{\text{пр}},$$

$$R_{\text{ан1}} = 12 + 4,9 = 16,9 \text{ кН}$$

$$R_{\text{ан2}} = 12 + 4,2 = 16,2 \text{ кН}$$

$$R_{\text{ан3}} = 12 + 3,7 = 15,7 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання нормального тягового зусилля трактора, визначаємо за формулою:

$$K_{\text{BR}} = \frac{R_{\text{аг}}}{P_{\text{крн}}}, \quad (2.13)$$

де $P_{\text{крн}}$ – нормальне тягове зусилля трактора, кН, $P_{\text{крн1}} = 41,6$ кН,

$$P_{\text{крн2}} = 35,8 \text{ кН}, P_{\text{крн3}} = 31,4 \text{ кН.}$$

$$K_{\text{BR1}} = \frac{16,9}{41,6} = 0,40$$

$$K_{\text{BR2}} = \frac{16,2}{35,8} = 0,45$$

$$K_{\text{BR3}} = \frac{15,7}{31,4} = 0,50$$

Враховуючи агротехнічні вимоги доцільно працювати на 3 передачі зі швидкістю 10 км/год, при номінальному швидкісному режимі, або при зниженому на 17% на 4 передачі. В даному випадку (обмеження швидкості і складу агрегату) приходится працювати з низьким коефіцієнтом використання тягового зусилля трактора. Продуктивність агрегату визначаємо за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{зм}, \quad (2.14)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год;

$T_{зм}$ – час зміни, год.

Визначаємо поза циклові витрати часу які нормуються за зміну за формулою:

$$T_2 = T_{нз} + T_{\phi} + T_{пер}, \quad (2.15)$$

де $T_{нз}$ – час зупинок агрегату на виконання ТО, одержання наряду,

$T_{нз} = 0,14 \dots 0,3$ год.;

T_{ϕ} – час зупинок по фізичним причинам, год., $T_{\phi} = 0,03 \dots 0,05$ год.;

$T_{пер}$ – час який витрачається на переїзди, год.

Час який витрачається на переїзди за зміну визначається за формулою:

$$T_{пер} = \frac{W}{F_{сер}} \cdot \left(\frac{2 \cdot S_{сер}}{V_k} + t_n \right), \quad (2.16)$$

де W – теоретична продуктивність агрегату за зміну, га, $W = 84$ га;

$S_{сер}$ – відстань переїздів, км;

$F_{сер}$ – площа ділянки, яка обробляється за одну заправку, га;

t_n – час завантаження, 0,17 год.

$$T_{пер} = \frac{84}{26,6} \cdot \left(\frac{2 \cdot 5}{25} + 0,17 \right) = 1,8 \text{ год.}$$

Тоді:

$$T_2 = 0,15 + 0,25 + 1,8 = 2,2 \text{ год.}$$

Тривалість одного циклу визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ц}} = t_{p\text{ц}} + t_{x\text{ц}} = \frac{2 \cdot L_p}{V_p} + \frac{2 \cdot l_{x\text{сеп}}}{V_x}, \quad (2.17)$$

де $t_{p\text{ц}}$ – час чистої роботи агрегату за цикл;

$t_{x\text{ц}}$ – час який витрачається на повороти за цикл, год;

L_p – робоча довжина гону, м;

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 36 = 928 \text{ м.}$$

l_x – середня маса холостого ходу, яка припадає на один робочий хід, м, $l_x = 52 \text{ м.}$

$$t_{\text{ц}} = \frac{20,928}{10} + \frac{2 \cdot 0,052}{5} = 0,20 \text{ год.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо з виразу:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_2}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.18)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 2,2}{0,2} = 24 \text{ год.}$$

Час чистої роботи визначаємо за формулою:

$$T_p = t_{p\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.19)$$

$$T_p = 0,18 \cdot 24 = 4,32 \text{ год.}$$

Повний коефіцієнт використання часу зміни знайдемо за формулою:

$$r = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}}, \quad (2.20)$$

$$r = \frac{4,32}{7} = 0,69$$

Тоді:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 12 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 0,69 = 57,96 \text{ га.}$$

Погектарна витрата палива визначається за формулою:

$$g_{\text{за}} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.21)$$

де G_p , G_x , G_0 – погодинна витрата палива відповідно на основній роботі, поворотах (заїздах, переїздах), зупинках з працюючим двигуном, кг/год;

$$G_p = 12,4 \text{ кг/год; } G_x = 5,4 \text{ кг/год; } G_0 = 1,1 \text{ кг/год.}$$

T_x — час холостого руху агрегату на протязі зміни, год,

$$T_x = T_{пер} + T_{пов};$$

T_0 — тривалість зупинок агрегату на протязі зміни, год.,

$$T_0 = T_{мо} + T_{нд} + T_{Д}.$$

$$g_{за} = \frac{12,4 \cdot 4,32 + 5,4 \cdot (1,8 + 0,48) + 1,1 \cdot (0,15 + 0,25)}{57,96} = 1,16 \text{ кг/га.}$$

Затрати праці на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$З_{за} = \frac{1}{8,28} = 0,12 \text{ год.}$$

Питомі витрати на реновацію, ремонти та технічне обслуговування усіх елементів машинно-тракторного агрегату враховуючи, що балансова вартість машини Б_м-5400 грн., відрахування на реновацію та ремонти $a' = 18\%$, $a'' = 16\%$, річний наробіток $T_p = 460$ год.

$$S_{рен.р.м.} = \frac{(12,4 + 7 + 22) \cdot 7500}{100 \cdot 1350 \cdot 8,28} + \frac{(18 + 16) \cdot 5400}{100 \cdot 460 \cdot 8,28} = 0,74 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на паливо мастильні матеріали визначаємо за формулою:

$$S_{п.м.} = 0,81 \cdot 1,16 = 0,09 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на оплату праці робочим знайдемо за формулою:

$$S_3 = \frac{1,094 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 5,38}{57,96} = 0,11 \text{ грн/га.}$$

Питомі експлуатаційні витрати грошових коштів на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$S_e = 0,74 + 0,09 + 0,11 = 0,94 \text{ грн/га.}$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Техніко-економічна характеристика агрегату

Склад агрегату	Робоча	Продуктив- ність	Витрат	Витрат и праці	Питомі експлуат аційні
----------------	--------	---------------------	--------	-------------------	------------------------------

Трактор	С.-г. машина	Передача	Швидкість, км/год	Погодинна, га	Змінна			
T-150K	МВУ-5 з багатоканаль- ними пневматични- ми органами	3-2	10	8,28	57,96	1,16	0,12	0,94

2.6 Робота агрегату

Підготовка агрегату до роботи.

Провести щозмінне технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату. Відрегулювати розкидач на норму внесення добрив відповідно інструкцій. Перевірити та при необхідності відрегулювати натяг транспортера та ременів привода вентиляторів, гальмівну систему. Перевірити тиск в шинах коліс трактора та розкидача, при необхідності довести до нормального.

Підготовка поля до роботи.

Очистити поле від соломи і інших предметів, які заважають роботі машини. Забрати або огородити перепони. Від краю поля, на відстані, яка рівна половині ширини захвату агрегату, поставити мітки для першого проходу. Першу і останню мітки ставлять через 15 м від країв поля, а проміжні через 100 м. Вибрати напрямок та раціональний спосіб руху. Відбити поворотні смуги. Розраховані режими роботи зводимо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Режими роботи агрегату

Найменування операції	Передача	Тривалість, хв.	Продуктив- ність, га.
Навантаження та транспортування			
мінеральних добрив.	IV тр	90	
Пробний прохід 50 м.	III роб	0,4	0,06
Перевірка якості роботи.		5	
Робочий хід (продовження).	III роб	5,0	1,14
Поворот.	III роб	0,2	
Робочий хід.	III роб	5,3	1,26
Поворот	III роб	0,2	
Разом: за один цикл		12,0	2,4
за 24 цикли		288	57,96
Перевірка якості роботи.		10	
Проведення технічного обслуговування.		15	
Зупинки по фізіологічним потребам.		15	
Разом за зміну.		420	57,96

Контроль та оцінка якості роботи.

Контроль та оцінка якості роботи проводять в процесі виконання роботи, а також при прийманні та здачі після закінчення робіт. Оцінка якості внесення добрив приведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Оцінка якості внесення мінеральних добрив

Показник	Спосіб виміру	Градація нормативів	Бал
Відхилення від бази внесення,	Ввімкнути подаючий транспорт для заповнення	До ± 5 До ± 10	3 2

%. 	висівної щілини. Противні проставити на ширину робочого захвату агрегату.	Більше 10	0
	Після цього підстелити брезент та на протязі однієї хвилини прокручують. Висіяні добрива важать. Операцію повторяють не менше трьох раз.		
Нерівномірність висіву, %.	Добрива зібрані напроти кожного противна зважити і результати занести до відомості. Операцію повторяють не менше трьох раз.	До 10 До 25 Більше 25	3 2 1

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування необхідності переобладнання розкидача МВУ-5

Одним із факторів, що знижують ефективність добрив, в даний час, являється недосконалість способів їх внесення. Біля 80% всіх способів застосування в світовому сільськогосподарському виробництві, добрива вносять в ґрунт з допомогою машин з кидаючими робочими органами, в основному відцентрового типу. Розподіл добрив по поверхні ґрунту цими розкидаючими апаратами є незадовільним, з нерівномірністю від 25% до 50%, що знижує врожайність сільськогосподарських культур до 30% і більше. Крім цього вони сепарують суміш добрив на складові компоненти, не стабільно працюють у вітрову погоду. Пояснюється це кидаючим принципом їх роботи, оснований на вільному парінні неоднорідних часток в опираючому і не стабільно діючому середовищі (1...1.5м) захвату, а також можливість використання в комбінованих агрегатах, за рахунок фіксуючої ширини захвату.

3.2 Стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив

Всі різновиди робочих органів для поверхневого внесення мінеральних добрив можна розділити на дві основні групи: тукорозподільчі і тукорозкидаючі.

Через велику кількість випадкових факторів робота тукорозкидаючих апаратів характеризується великою нестабільністю, в результаті чого нерівномірність внесення мінеральних добрив, як правило перевищує 25%.

В зв'язку з цим, більш перспективними є тукорозподільчі апарати, яким, відмічені вище, недоліки присутні в значно меншій степені. Потрібно відмітити, що тукорозподільчі апарати, працюючі по принципу тукових сівалок, важкі, громіздкі, металоємкі і потребують для завантаження спеціальних навантажувачів. Тому в світовій практиці, в даний час, розпочинають знаходити широке застосування тукорозподільчі апарати штангового типу, які транспортують добрива з центральної ємності на ширину захвату по закритим каналам. Ці апарати менш складні ніж тукові сівалки. Вони володіють великою мобільністю і малою металоємкістю в зв'язку з чим більш детально розглянемо апарати саме цього типу. Класифікуючи штангові тукорозподільчі апарати по способу впливу на добрива, можна виділити три характерні їх групи: механічні, пневмомеханічні і пневматичні.

З механічних найбільш розповсюджені шнекові з відкритою, замкнутою і тупиковою транспортними системами. Недоліком їх є наявність обертаючих деталей, що робить їх чутливими до вологості добрив, призводить до подрібнення останніх, при внесенні невеликих доз, якість внесення помітно знижується. Розподіляють вони добре тільки пило видні добрива. Достоїнством їх є простота конструкції, обслуговування.

Значну цікавість виявляють вібраційні розподільчі пристрої, в яких мінеральні добрива розподіляються по ширині захвату вібраційним конвеєром, тобто каналом визначеної форми при коливному русі. Достоїнством їх є незначна енергоємність, мала металоємкість і достатньо висока рівномірність (85%) розподілення мінеральних добрив по ширині захвата.

Недоліком є необхідність встановлення великої кількості розпилювачів і обмеження їх маси.

Добре зарекомендували себе апарати які працюють по принципу пневмотранспорту добрив до розпилюючих робочих органів. Робота таких апаратів базується на одному із двох принципів.

В першому випадку добрива подаються в середину ротора, розганяються ним, висипаються в розташовані по периферії кожуха приймальні отвори транспортних каналів, по яким потрапляють на ґрунт. Ці апарати називаються пневмомеханічними. Недоліком їх є те, що при великій ширині захвату відбувається забивання каналів, має місце подрібнення добрив.

Найбільш прості і зручні пневматичні апарати. Принцип їх роботи відрізняється від пневмомеханічних, залежить він від відокремлення джерела повітря від механізму розподілу туків в загальний пневмопривід і розподілення потоку аеросуміші в пасивній ділильній головці у процесі пневмотранспортування із дозуванням і розподіленням туків по окремим трубопроводам.

З даного огляду літератури можна зробити висновок, що найбільш досконалим принципом роботи мають пристрої з механічним розподілом туків по окремим трубопроводам. В них рівномірність розподілу по патрубкам цілком залежить від застосованого механічного дозатора і не залежить від параметрів пневмомережі, що утворює умови для високої надійності і рівномірності.

3.3 Опис удосконаленого розкидача мінеральних добрив

Проектуюча машина представляє собою машину для внесення мінеральних добрив МВУ-5, в яку замість відцентрового розкидаючого

апарата вмонтований пневматичний розподільчий пристрій, а кузов захищений запобіжною сіткою.

Пневматичний пристрій машини складається з двох вентиляторів високого тиску, пневмопроводів, пневморозподільників, живильника-розподільника, розподільних штанг і механізму привода вентиляторів високого тиску.

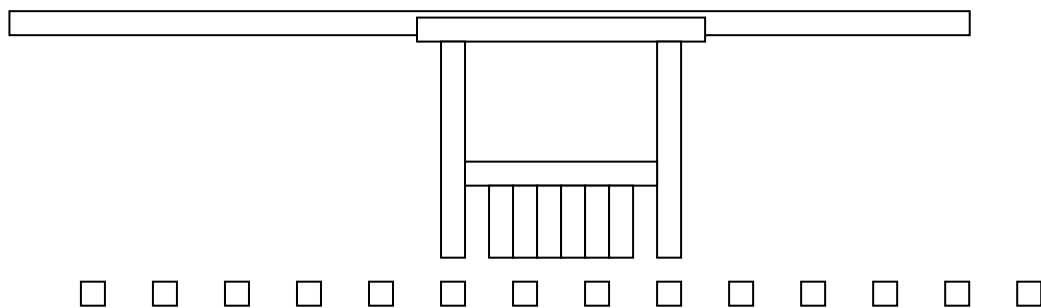


Рис. 3.1. Технологічна схема проектуючої машини

Живильник-розподільник призначений для прийняття добрив, поступаючи з конвеєра машини, ділення їх на рівні порції і направлення останніх до електронних горловин. Він складається з чотирнадцяти тукоспрямовувачів.

Розподільчі штанги призначені для закріплення пневмотранспортуєчих каналів з розпилювачами. Штанги закріплюються на рамі машини шарнірно з можливістю складатися у вертикальній площині з допомогою гідросистеми трактора.

Добрива подаються через дозуючий пристрій в живильник-ділильник, де ділиться на порції по кількості розпилювачів, подаються до електронних горловин, захоплюються повітряним потоком, який створюється вентилятором високого тиску, спрямовується в пневмотранспортні канали до пластинчастих розпилювачів, рівномірно розподіляються по ширині захвату.

3.4 Технологічні та конструктивні розрахунки розкидача МВУ-5

3.4.1 Технологічний розрахунок багатоканального пневматичного апарата

Вихідними даними для розрахунку багатоканального пневматичного апарату є: норма висіву, поступальна швидкість, тип добрив. В основі розрахунків лежить визначення параметрів вентилятора, головним з яких є потреба витрат повітря і тиску.

Максимальну продуктивність розподільника визначаємо за формулою:

$$W_{\max} = \frac{B \cdot H_{\max} \cdot V_{\max}}{10^4_H}, \quad (3.1)$$

де $H_{\max}$ -максимальна по агровимогам доза внесення мінеральних добрив, т/га. $H_{\max}=1.0$ т/га;

$V_{\max}$ -максимальна по агровимогам швидкість руху агрегату, м/с.

$V_{\max}=2.77$ м/с; B -ширина розкидача, м. $B=12$ м.

$$W = \frac{12 \cdot 1 \cdot 2.77}{10^4} = 0.0033 \text{ т/с}. \quad (3.2)$$

Діаметр каналу аеросуміші визначаємо по формулі:

$$d = \sqrt{\frac{4W_{\max} \cdot h}{\mu_{\max} \cdot \rho_n \cdot V_n \cdot \pi(B+h)}} \quad (3.3)$$

Кількість пластинчастих розпилювачів визначаємо по формулі:

$$K_p = \frac{\beta+h}{h}, \quad (3.4)$$

$$K_p = \frac{12+1}{1} = 13$$

Приймаємо парне значення $K_p = 14$. Загальну довжину каналів аеросуміші визначаємо по формулі:

$$L = \frac{(B+h)^2}{4 \cdot h}, \quad (3.5)$$

$$L = \frac{(12+1)^2}{4 \cdot 1} = 42.25 \text{ м}$$

3.4.2 Розрахунок приводу вентиляторів високого тиску

Кінематичний розрахунок приводу. Загальне передаточне відношення приводу визначаємо по формулі:

$$i_{np} = \frac{n_{BВП}}{n_o}, \quad (3.6)$$

де $n_{BВП}$ - номінальна частота обертів валу відбору потужності, хв^{-1} ,

$n_{BВП} = 1\,000\ \text{хв}^{-1}$,

n_o – частота обертів валу вентилятору високого тиску, хв^{-1}

$$i_{np} = \frac{1000}{3100} = 0,322$$

Приймаємо передаточне відношення:

циліндричного редуктора $i_c = 1$;

конічного редуктора $i_k = 0,8\ (1,25)$;

клинопасової передачі $i_{kp} = 0,4\ (2,5)$.

Розходження прийнятих і розрахункових значень передаточних чисел складе

$$\Delta i_{ПР} = \frac{0,322 - 0,8 \cdot 0,4}{0,322} \cdot 100\% = 0,6\%, \quad (3.7)$$

3.4.3 Вибір редукторів і валів карданних передач

Потужність приводу, який живить транспортер, рівна 4,2 кВт, вентиляторів – 6,4 кВт. По передаючій потужності на живлячий транспортер, вибираємо циліндричний одноступеневий редуктор з трьома ведучими валами і передаючим відношенням, рівним одиниці РЦ03-100-1-680 від ТУ21-9-480-77.

Передаюча потужність вибраного редуктора 8 кВт. Потужність приводу одного вентиляторів – 3,2 кВт. По цій потужності приймаємо редуктор К091.10.000-213 ГОСТ 15150-69, передаюча потужність – 5 кВт, передаточне

відношення – 0,8 (1,25). Карданні вали вибираємо по максимальному крутному моменту, який визначаємо по формулі:

$$M_{кр} = \frac{M_{\psi}}{\cos \gamma_{max}}, \quad (3.8)$$

де M_{ψ} - крутний момент на валу циліндричного редуктора, Нм;

γ_{max} - кут між валами, $\gamma_{max}=30$

Крутний момент на валу циліндричного редуктора визначаємо по формулі:

$$M_{\psi} = \frac{M_{\epsilon}}{i_{кр} \cdot i_{\kappa} \cdot \eta_{\kappa.п.} \cdot \eta_{\kappa}}, \quad (3.9)$$

де M_{ϵ} - момент на валу вентилятора, Нм;

$\eta_{\kappa.п.}$ - ККД клинопасової передачі;

η_{κ} - ККД конічного редуктора.

Момент на валу вентилятора рівний:

$$M_{\epsilon} = 9550 \frac{3200}{3100} = 10.2 \text{ Нм}$$

Тоді:

$$M_{\psi} = \frac{10.2}{0.4 \cdot 0.8 \cdot 0.92 \cdot 0.8} = 43.3 \text{ Нм}$$

$$M_{кр} = \frac{43.3}{\cos 30} = 50.3 \text{ Нм}$$

Максимальне значення згинаючого моменту визначаємо по формулі:

$$M_{max u} = M_{\psi} \cdot \sin \gamma_{max}, \quad (3.10)$$

$$M_{max u} = 43.3 \cdot \sin 30 = 21.6 \text{ Н·м}$$

При одночасній дії згину і кручення приведений момент по третій гіпотезі міцності рівний:

$$M_{np} = \sqrt{M_{кр.max}^2}, \quad (3.11)$$

$$M_{np} = \sqrt{50,3^2 + 21,6^2} = 54,7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

По даним розрахунків вибираємо карданний вал ШПК-60-510/785 з номінальним крутним моментом 60Нм.

3.4.4 Розрахунок клинопасової передачі

Вибираємо переріз клинового паса попередньо визначавши кутову швидкість і номінальний обертаючий момент ведучого валу.

$$\omega_{\kappa} = \frac{\pi \cdot n_n \cdot i_{\kappa p}}{30}, \quad (3.12)$$

$$\omega_{\kappa} = \frac{3,14 \cdot 3100 \cdot 0,4}{30} = 129,7 \text{ с}^{-1}.$$

$$M_{\kappa} = \frac{M_{\Pi}}{i_{\kappa p}}, \quad (3.13)$$

$$M_{\kappa} = \frac{10,2}{0,4} = 26 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

При такому значенні обертаючого моменту рекомендується вибрати переріз Δ з площиною поперечного перерізу $F = 0,081 \text{ м}^2$.

Вибираємо діаметр D ведучого шківa. Для даних перерізу паса рекомендується мінімальний діаметр шківa $D_{\min} = 0,09 \text{ м}$. Приймаємо діаметр меншого, веденого шківa $D_2 = 0,1 \text{ м}$, тоді:

$$D_1 = \frac{D_2}{i_{\kappa p}} = \frac{0,1}{0,4} = 0,25 \text{ м}. \quad (3.14)$$

Уточнюємо передаточне відношення клинопасової передачі з розрахунком ковзання по формулі:

$$i_{\kappa p} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.15)$$

де ε - коефіцієнт, який враховує ковзання клинопасової передачі,

$$\varepsilon = 0,015.$$

$$i_{kp} = \frac{0,1}{0,25 \cdot (1 - 0,015)} = 0,406$$

Розходження за прийнятим передаточним відношенням складе

$$\Delta i_{kp} = \frac{0,406 - 0,400}{0,406} \cdot 100 = 1,4\% ,$$

що допустимо.

Міжосьову відстань приймаємо в інтервалі:

$$Q_{12Wmin}, \quad (3.16)$$

$$Q_{12Wmax}, \quad (3.17)$$

де h - висота паса, м, $h = 0,008$ м.

$$Q - 3_{Wmin} \text{ м.}$$

$$Q_{Wmax} \text{ м.}$$

Враховуючи конструктивні відмінності, приймаємо $Q_W = 0,52$ м.

Розрахункова довжина паса визначається по формулі:

$$L_p = 2 \cdot Q_W + \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4 \cdot Q_W}, \quad (3.18)$$

$$L_p = 2 \cdot 0,52 + \frac{3,14}{2} \cdot (0,250 + 0,1) + \frac{(0,25+0,1)^2}{4 \cdot 0,52} = 1,65 \text{ м.}$$

Ближча по стандарту довжина паса $L = 1,7$ м. Визначаємо нове значення міжосьової відстані по формулі:

$$a_W = 0,25 \cdot \left[L - \pi \cdot \frac{D_1 + D_2}{2} + \sqrt{\left(L - \pi \cdot \frac{D_1 + D_2}{2} \right)^2 - 2 \cdot (D_1 - D_2)^2} \right], \quad (3.19)$$

$$a_W = 0,25 \cdot \left[1,7 - 3,14 \cdot \frac{0,25+0,1}{2} + \sqrt{\left(1,7 - 3,14 \cdot \frac{0,25+0,1}{2} \right)^2 - 2 \cdot (0,25 - 0,1)^2} \right] = 0,55$$

м.

При монтажі клинопасової передачі необхідно забезпечити можливість зменшення a_w на $0,01L$ для полегшення надівання пасів на шків; для збільшення натягу пасів необхідно передбачити можливість збільшення a_w на $0,025L$; в нашому випадку ці переміщення складуть: в меншу сторону $0,0055m$, в більшу сторону – $0,013m$. Кут обхвату меншого шківів визначається по формулі:

$$L_2 = 180 - 60 \cdot \frac{D_1 - D_2}{a_w}, \quad (3.20)$$

$$L_2 = 180 - 60 \cdot \frac{0,25 - 0,1}{0,55} = 153,8 \%$$

Швидкість паса визначається по формулі:

$$\vartheta = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot n_{II}}{30} \cdot D_2, \quad (3.21)$$

$$\vartheta = 0,5 \cdot \frac{3,14 \cdot 3100}{30} \cdot 0,1 = 16,2 \text{ м/с.}$$

По довідковим таблицям знаходимо величину кругового зусилля, передаючого одним клиновим пасом:

$$P_0 = 138 + \frac{138 - 115}{5} \cdot 1,2 = 143,5 \text{ Н.}$$

Допустиме кругове зусилля на один ремінь визначаємо по формулі:

$$[P] = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_p, \quad (3.22)$$

де C_α - коефіцієнт, який враховує кут обхвату меншого шківів, $C_\alpha = 0,91$;

C_L – коефіцієнт, який враховує довжину паса, $C_L = 1$;

C_p – коефіцієнт, який враховує режим роботи, $C_p = 1$.

$$[P] = 143,5 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 = 130,6 \text{ Н.}$$

Кругове зусилля на шківі веденого валу визначається по формулі:

$$P = \frac{N_{II}}{\vartheta}, \quad (3.23)$$

$$P = \frac{3,2 \cdot 10^3}{16,2} = 197,5 \text{ Н.}$$

Розрахункове число пасів визначається по формулі:

$$Z = \frac{P}{[P]}, \quad (3.24)$$

$$Z = \frac{197,5}{130,6} 1,5$$

Приймаємо два паси А-1700Т ГОСТ 1284-68.

3.4.5. Розрахунок гідросистеми розкидача

Гідросистема гідророзкидача складається з двох гідроциліндрів, гнучких і металевих маслопроводів. Діаметр циліндрів визначаємо по формулі:

$$D = 100 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot P \cdot \eta}}, \quad (3.25)$$

де P – зусилля, яке розвивається гідроциліндром, Н;

P – робочий тиск гідросистеми, Н/м². $P = 8 \cdot 10^6$ Н/м²

η - ККД гідроциліндра, $\eta = 0,85 \dots 0,9$

Зусилля, яке розвиває гідроциліндр, для переходу розкидаючої системи в транспортне положення визначаємо із виразу $P = 1,5P'$.

Зусилля P' визначаємо з умови рівності моментів:

$$P' = \frac{g \cdot 5 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,3},$$

де g - рівнорозподілена сила від ваги штанги, $g = 184$ Н/м.

$$P' = \frac{184 \cdot 5 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,3} = 3833 \text{ Н.}$$

$$P = 1,5 \cdot 3833 = 5749,5 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5749,5}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 0,85}} = 0,032 \text{ м.}$$

Приймаємо гідроциліндр діаметром 0,036 м ДСШ–14.56.001.

Внутрішній діаметр маслопроводів визначаємо по формулі:

$$d = 2,6 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{Q}{\vartheta}}, \quad (3.26)$$

де Q – продуктивність гідравлічного насоса, л/хв. $Q = 80$ л/хв.

υ - швидкість рідини, м/с. $\upsilon = 5$ м/с.

У відповідності з ГОСТ 8734-75 і розрахунковим діаметром вибираємо сталеві труби з зовнішнім діаметром 0,012м і товщиною стінки 0,001.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці на машинно-тракторному парку

У даний час більшість господарств мають достатню кількість техніки і площі для її розміщення. Машинно-тракторні парки (МТП) мають велику кількість тракторів, автомобілів, сільськогосподарської техніки і іншого обладнання, які розташовані на їх території. Також на території МТП знаходяться ремонтна майстерня, зварювальна дільниця, кузня, криті майданчики, гаражі, складські приміщення, асфальтовані не криті майданчики, естакади і інші споруди і приміщення. Така велика кількість обладнання і споруд вимагає чіткої організації охорони праці. Для цього проводять навчання з охорони праці для керівників підрозділів, інструктажі з техніки безпеки індивідуально для кожного працюючого. Видаються індивідуальні засоби захисту.

Враховуючи, що МТП має багато споруд, то всі вони обладнуються блискавкозахистом, а також укомплектованими пожежними щитами. Також у кожній споруді є укомплектована інженером з охорони праці медична аптечка.

Усі сільськогосподарські машини на МТП застарілі, а тому забруднюють навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) шкідливими викидами, а матеріали, які застосовують при експлуатації і технічному обслуговуванні не завжди безпечні і нешкідливі для людей.

Державним стандартом ГОСТ 12.2.019-86 і санітарними правилами №4282-87 регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки,

сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до статичної стійкості машин, гідро - і пневмопристроїв, робочого місця оператора, органів керування та інших елементів конструкції від яких залежать умови праці і безпека оператора.

Стандартами нормуються зусилля, що прикладаються до органів керування машинами. Наприклад: при дії ногами вони коливаються у діапазоні 60-200Н; при дії руками – 30-200Н.

До роботи допускають лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не працювали, допускають до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх органів.

Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегатують лише з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальністю (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані (за ГОСТ 12.0.004-90) механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом.

На місце роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу.

Основними причинами травматизму на МТП є:

1. Не дотримання вимог техніки безпеки.
2. Перебування на робочому місці у нетверезому стані.
3. Відсутність попереджувачих і забороняючих знаків і табличок.
4. Відсутність нової нормативно-технічної літератури.

На МТП розроблені плани-схеми розміщення автомобілів, тракторів, самохідних сільськогосподарських машин та інших технічних засобів механізації на спеціальних майданчиках, під навісами, у боксах тощо. Розроблений і затверджений план розміщення автомобілів із визначенням черговості й порядку евакуації під час пожежі. Впроваджені чергування

водіїв у нічний час, вихідні й святкові дні, а також порядок зберігання ключів від систем запалювання. Стоянки автомобілів забезпечені буксирними канатами або штангами з розрахунку один пристрій на десять автомобілів.

Забороняється захаращувати приміщення і відкриті майданчики для стоянки автомобілів різними предметами і обладнанням.

Ремонтні майстерні, пункти технічного обслуговування та інші виробничі дільниці, де ремонтують і обслуговують сільськогосподарську техніку, обладнують засобами гасіння пожеж, а також на спеціальних щитах вивішують списки пожежних підрозділів, інструкції з пожежної безпеки.

Для запобігання пожежам і вибухам не допускається виникнення іскор. Підлогу влаштовують неспалиму, а все електричне обладнання у герметичному виконанні.

МТП має у достатній кількості ємностей з піском і пожежний резервуар для гасіння пожеж. Також є укомплектовані пожежні щити.

Не допускається розміщувати поряд із закритими стоянками техніки ковальські, термічні, зварювальні, фарбувальні та деревообробні відділення майстерень і машинних дворів.

Забороняється:

встановлювати на відкритих майданчиках технічні засоби більше встановленої норми, утримувати автомобілі і трактори із не справними паливними системами, відкритими горловинами паливних та гідравлічних систем;

зберігати паливо, за винятком палива, що міститься в баках паливної системи;

залишати автомобіль або тракторний причіп з вантажем;

заправляти поза встановленим місцем паливом трактори, автомобілі та інші технічні засоби;

зберігати порожню тару від палива або інших горючих та легкозаймистих рідин;

застосовувати відкриті джерела вогню для розігрівання двигунів, редукторів та інших систем;

залишати у автомобілях і тракторах промаслені ганчірки;

залишати автомобіль із увімкненим запалюванням.

Трактори, автомобілі та інша техніка мають надходити у майстерню із злитим паливом.

Забороняється застосовувати горючі і легкозаймисті рідини для миття деталей.

4.2 Аналіз умов праці механізаторів при вирощуванні картоплі

До роботи допускаються лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не використовувались, допускаються до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки всіх органів.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою і проінструктовані механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори забезпечуються засобами захисту та спецодягом.

На місце роботи агрегатів не допускаються сторонні особи, які не мають відношення до технологічного процесу.

Механізовані роботи і рух агрегатів відповідають розробкам і затвердженим головним інженером господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

При агрегатуванні різної сільськогосподарської техніки з універсальними тракторами застосовуємо автоматичні зчіпні пристрої. Під час автоматичного щеплення машини на трактор не допускати перебування працюючих у небезпечній зоні.

Під час руху агрегату забороняється виконувати будь-які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи. Розрівнювати мінеральні

добрива у ящиках дозволяться лише спеціальними дерев'яними лопатками.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяти палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводимо спеціальне місце на відстані 200 метрів від поля, обробленого отрутохімікатами. Слідкувати щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюємо працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

Перед початком збиральних робіт проводимо інструктаж з охорони праці, проінформовуємо робітників про існуючі небезпечні фактори і можливі наслідки в разі недотримання відповідних правил безпеки.

Розмічаємо поля на загінки відповідно до операційної карти та складаємо план поля.

Відпочивати на полі дозволяється в спеціально відведеному і відповідно позначеному місці.

Усунення несправностей, заміна ножів, ланцюгів, пасів, операції технічного обслуговування виконувати тільки при зупиненому двигуні. Запускати двигун методом буксирування або скочування з гори забороняється. Видаляти масу при забиванні робочих органів можна лише за допомогою спеціальних пристроїв із дотриманням інших вимог безпеки.

4.3 Техніка безпеки при проведенні ТО чи ремонту

Перевірку технічного стану і технічну наладку машин потрібно проводити на спеціальному регульовальному майданчику. Регульовальний майданчик повинен бути оснащений справним інструментом та пристроями. На майданчику обов'язково повинна бути аптечка.

При перевірці технічного стану машин звертати увагу на наявність і надійність кріплення захисних засобів над карданными, ланцюговими та пасовими передачами. Для відкручування гайок забороняється використовувати несправні, спрацьовані ключі, зубило та молоток.

Піднімати машини потрібно спеціальним піднімачем або домкратом, попередньо перевіривши стійкість їх встановлення, під рами машини підкладати надійні підставки заданої висоти. Робітникам забороняється перебувати в зоні дії підйомних механізмів.

Під час наладки машин звертати увагу на наявність і справність системи сигналізації та освітлення машинно-тракторного агрегату.

Перед запуском двигуна трактора, перевірити, щоб важіль включення коробки передач знаходився у нейтральному положенні. Під'їжджати трактором до машини потрібно на малих обертах колінчастого валу двигуна, рухатись без ривків і не знімати ногу з педалі зчеплення. З'єднувати причіпну машину з трактором лише при включеній передачі трактора і не працюючому двигуні.

Перед початком руху впевнитись, що люди знаходяться на безпечній відстані від агрегату та подати сигнал. Під час руху агрегату забороняється сходити або сідати на трактор чи сільськогосподарську машину.

Технічне обслуговування машинно-тракторних агрегатів проводити тільки після їх зупинки і вимкнення двигуна.

При роботі з акумулятором не допускати короткого замикання клем. В приміщенні, де заряджаються акумулятори, забороняється палити, запалювати сірники, виконувати зварні та інші роботи. Транспортувати акумулятори тільки на візку з гніздами. Переносити акумуляторні батареї на руках без спеціальних захватів забороняється.

Перед демонтажем шин необхідно очистити їх і випустити повітря з камери. Якщо шина пристала до ободу, необхідно застосувати спеціальний знімач.

Заправляти паливо та мастильні матеріали необхідно через спеціальні пристрої (пістолети), в крайньому разі - відром через лійку з сіткою. Відро повинне бути закрите та мати носочок.

Відкривати пробки картера двигуна, коробок передач, задніх або передніх мостів необхідно спеціальним ключем. Забороняється стукати по пробках молотком, щоб не викликати загоряння палива.

Особливої обережності слід дотримуватись при роботі з етиловим бензином та антифризами, оскільки вони отруйні.

4.4 Техніка безпеки при наладці машин для внесення добрив та хімічного захисту рослин

Мінеральні добрива завантажувати в місткості (ящики, бункери) машин тільки при зупиненому агрегаті та вимкненому ВВП трактора. Якщо внесення добрив проводиться у вітряну погоду, то потрібно користуватись вітрозахисним пристроєм для машини. Під час роботи машин з розкидачами відцентрового типу не можна наближатись до них ближче як на 10-15м. На поворотних смугах слід вимкнути ВВП трактора.

При внесенні рідких добрив (аміачна вода, РКД та ін.) постійно стежити за герметичністю резервуарів всмоктувальних та нагнітальних трубопроводів. Із кранів, клапанів, затворів трубопроводів не повинна підтікати рідина. Під час роботи агрегатів систематично перевіряти і очищати сітчасті фільтри, слідкувати, чи не забились підживлювальні трубки, сифони-індикатори та жиклери.

Працівники, що працюють на агрегатах для внесення добрив, повинні мати спецодяг, користуватися захисними окулярами, респіраторами. Крім того, працювати необхідно в головному уборі. Готуючи обприскувачі та протруювачі насіння до роботи звернути увагу на щільність закриття кранів, заливних горловин, щільність і надійність з'єднання трубопроводів тощо.

Особливо уважно перевірити комплектність розпилювачів. Кріплення їх на колекторі повинно бути щільне, рідина не повинна підтікати із з'єднань. Очищати розпилювачі, фільтри та роз'єднувати трубопроводи під тиском забороняється. Тиск рідини в обприскувачах не повинен перевищувати 2,5 МПа.

У процесі обприскування вибирати напрямок руху агрегату так, щоб розпилена рідина не потрапляла на студентів. Кабіна трактора при обприскуванні повинна бути закрита. Після закінчення обприскування вимити водою з милом руки, обличчя. Заборонено вживати їжу під час обприскування та протруєння.

4.5 Безпека при роботі з удосконаленою машиною

Удосконалення агрегату призначене для підвищення рівномірності внесення добрив і покращення родючості ґрунту. При роботі з даним агрегатом дотримуватись наступних правил:

1. заміну чи наладку робочих органів проводити тільки після повної зупинки двигуна та всіх механізмів, із вжиттям всіх заходів безпеки;
2. перед початком роботи чи маневруванням необхідно подати попереджувальний сигнал і впевнитись у повній безпеці даних дій та маневрів;
3. забороняється знаходитись біля агрегату стороннім особам під час його маневрування та перевodu в транспортне і робоче положення;
4. забороняється знаходитись стороннім особам на полі де працюють агрегати;
5. заправку трактора паливом і резервуара добривами слід проводити у спеціальних місцях і при заправці паливом слід вжити всіх необхідних протипожежних заходів, а при заправці резервуара добривами - заходів безпеки;

6. забороняється випускати агрегат на лінію без укомплектованої ме-дицинської аптечки;
7. забороняється працювати на агрегаті механізаторам без відповідних засобів захисту та спецодягу;
8. під час роботи агрегату та знаходження його на полі механізаторам забороняється бути у нетверезому стані;
9. забороняється залишати агрегат на полі під час нічних стоянок, а лише у спеціально відведених місцях;
10. при нічній стоянці обов'язково впевнитись у неможливості самовільного руху агрегату, рекомендується опускати плуг на землю та ставити трактор на стоян очне гальмо;
11. при довготривалих та нетривалих стоянках забороняється залишати агрегат відчиненим.

4.6 Охорона навколишнього середовища

Широке впровадження інтенсивних і індустріальних технологій, використання у великій кількості добрив, гербіцидів веде до порушення історично складених на протязі цілих геологічних епох умов і забруднення навколишнього середовища. Проблема охорони навколишнього середовища прийняла особливе значення і стала міжнародною.

Це необхідно враховувати при виробництві сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією. Велику увагу звертають на економічне використання туків – їх вносять при оранці з основним добривом, а також в формі стартових доз при сівбі і дроблених підживлень під час вегетації, що забезпечує найбільш ефективне засвоєння поживних речовин рослинами, не допускаючи змиву поверхневим стоком і зменшує можливість вимивання їх ґрунтовими водами.

Для зменшення негативного впливу пестицидів на навколишнє

середовище рекомендується застосовувати їх в мінімальних дозах і тільки при достатній технічній підготовці працівників та суворому дотриманні правил техніки безпеки.

При виборі препаратів слід враховувати не тільки їх токсичність і економічні фактори, а також і поведінку в конкретних об'єктах навколишнього середовища, можливість накопичення в живих організмах.

Забороняється обробляти посіви пестицидами з метою профілактики на випадок появи шкідливих організмів. Рекомендується широко застосовувати інтегровану систему захисту рослин проти шкідників, хвороб і бур'янів.

Впровадження інтенсивної технології виробництва сільськогосподарських культур нерозривно зв'язано з охороною ґрунту від водної і вітрової ерозії. Ерозія ґрунту завжди існувала в природі як негативний процес, швидкість якого такого ж порядку як і швидкість процесу ґрунтоутворення. Це природна геологічна ерозія, якій запобігти неможливо, яка особливої шкоди не завдає (вона проходить повільно і майже непомітно).

Поряд з цим геологічним процесом є прискорена або руйнівна ерозія, яка виникає під впливом діяльності людини. При прискореній ерозії втрата компонентів ґрунту не компенсується і ґрунт частково або повністю втрачає родючість.

Основною причиною підсилення процесу вітрової ерозії є руйнування її структури внаслідок втрати значної кількості органічних речовин.

Водна ерозія виникає при великих розмірах полів, використанні чистих парів, використанні потужної сільськогосподарської техніки, яка все більше застосовується фермерами.

У глобальних масштабах основними причинами ерозії стали:

зменшення рослинності;

розорювання землі на великих площах без застосування ґрунтозахисних сівозмін;

надмірне випасання тваринами.

Неправильні методи землеробства приводять до появи і розвитку прискореної ерозії.

Основними засобами попередження вітрової ерозії вважають зменшення ширини полів, залишання післяжнивних рослинних рештків на полі, розміщення смугами сільськогосподарських культур впоперек пануючих вітрів, створення захисних лісових смуг.

Встановлено, що збереження на поверхні ґрунту рослинних залишків при застосуванні ґрунтозахисного обробітку – найбільш простий і доступний метод для попередження як вітрової так і водної ерозії.

Ґрунтозахисний обробіток зводить до мінімуму змиття ґрунту і пошкодження його вітром. До числа доступних протиерозійних заходів відноситься оранка і посів впоперек схилу. Оранка впоперек схилу звужує стікання талих вод в середньому на 8,5 мм.

Різне значення в протиерозійному відношенні має створення штучного мікрорельєфу. На зябові він має низьку ефективність внаслідок погіршення фільтраційної здатності ґрунтів. Зовсім інший результат одержують при формуванні стоку у весняно-літній період при зливах. Водопроникність ґрунтів підвищується в 1,5 – 5 разів.

Із спеціальних технологій вирощування озимих на схилах, отримали поширення ґрунтозахисні технології, які передбачають без відвальне мілке рихлення в сукупності з щілюванням. В лісостеповій зоні України, застосовують рихлення з щілюванням. Це скорочує змиття ґрунту в 3-4 рази і підвищує урожайність в середньому на 4,7 ц/га у порівнянні з відповідною оранкою.

Особливе значення в охороні сільськогосподарських угідь належить захисним лісовим насадженням, утвореним біля доріг на межах полів, на схилах ярів і балок, на еродованих ґрунтах, біля річок і водойм. Лісові насадження зменшують швидкість вітру, затримують сніг на полях, зменшують примерзання ґрунту, захищають посіви від шкідливого впливу

екстремальних погодних умов. З цією метою на схилах, які мають більше 3°, закладаються водорегулюючі і водопоглинаючі лісові масиви, які зменшують поверхневий стік опадів і потім частково переводять їх в ґрунт. На межах полів закладаються різні конструкції лісових смуг, які зменшують силу вітру, затримують сніг на полях, пом'якшують погодні умови.

Усі лісові насадження складають єдину систему захисту території господарства від водної та вітрової ерозії, пом'якшують природнокліматичні умови, особливо в засушливі роки, що проявляється в підвищенні урожайності зернових культур в межах 3-5 ц/га. Особливо важливу роль відіграє конструкція лісових насаджень. Так найбільш продуктивнішими є напівпродувні лісосмуги, які пропускають не більше 25-35% вітрового потоку. Такі полоси в зимовий час не накопичують під кронами багато снігу, він відкладається на полях, а влітку вони сприяють провітрюванню зернових посівів, що значно зменшує розвиток шкідників, особливо в дощову погоду.

Придорожні лісові насадження повинні бути мало продувними і затримувати сніг в зимовий час.

Водорегулюючі і водопоглинаючі насадження ефективніше розміщати широкими смугами з великою кількістю кущів, щоб під ними ґрунт не промерзав і в зимовий час добре пропускав стікаючу з полів воду під час відлиг у зимовий період.

Для запобігання забрудненню повітря не слід допускати спалювання старої соломи, поживних решток, ефективніше застосовувати їх для накопичення органічних речовин в ґрунті.

Впровадження природоохоронних заходів у інтенсивну технологію виробництва сільськогосподарських культур буде сприяти підвищенню родючості ґрунтів, збільшенню врожайності, покращенню якості продукції, охороні навколишнього середовища від руйнування і забруднення.

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

5.1 Вихідні дані до розрахунку

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати його за певними показниками.

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці.

Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи і витрати що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів, відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з витратою праці; витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й витрати паливо-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці наробітку (продуктивності) називають питомими.

Розраховуємо економічну ефективність удосконалення розкидача мінеральних добрив МВУ-5, суть якого зводиться до встановлення на серійний розкидач вентилятора і спеціальних пристроїв внесення мінеральних добрив. Згідно даних це дозволить підвищити врожайність картоплі на 3%.

За базовий агрегат приймаємо агрегат, який включає трактор МТЗ-82 і серійний розкидач МВУ-5. Новий варіант включає трактор МТЗ-82 в агрегаті з удосконаленим розкидачем МВУ-5. Базовий і новий агрегат має однакову продуктивність рівну 6,0 га/год.

Витрати палива у базового і нового варіанту становлять 4,0 кг/га,. Ціна розкидача мінеральних добрив МВУ-5 становить – 275500 грн. Нормативне річне завантаження – 210 год. Відрахування на: реновацію – 20 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12%.

Ціна трактора МТЗ-82 становить – 706200 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на: реновацію – 10%, капітальний ремонт – 5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12,7 %.

Удосконалення розкидача мінеральних добрив МВУ-5 призведе до зростання його вартості. При визначені ціни удосконаленого розкидача мінеральних добрив приймемо до уваги наступне. Запропонований розкидач в конструктивному плані і за складністю виготовлення аналогічно серійному розкидачу маса якого становить 1820 кг. Маса удосконалення (вентилятор, механізм внесення мінеральних добрив) становить 285 кг (див. графічну частину проекту). Тоді, ціна удосконалення буде становити

$$\frac{275500}{1820} 285 = 43140 \text{ грн.}, \text{ а вартість удосконаленого розкидача}$$

$$B_n = 275500 + 43140 = 318640 \text{ грн.}$$

Базовий і новий агрегат обслуговує тракторист. Оплату праці механізатору здійснюють по V розряду тарифної сітки.

Затрати праці на виконання операції визначаються за формулою:

$$Z_n = \frac{m}{W_{г.ек}} \quad (5.1)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при внесенні добрив базовим і новим агрегатом становлять

$$(Z_n)^n = (Z_n)^6 = \frac{1}{1,94} = 0,51 \text{ люд.год/га.}$$

5.2 Визначення прямих експлуатаційних витрат

Питомі, прямі експлуатаційні витрати $C_{\text{пит}}$ грн./га, на виконання механізованих робіт визначається за формулою:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} \quad (5.2)$$

де $C_{\text{оп}}$ – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{ра}}$ – відрахування на реновацію (повне відновлення) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому грн./га;

$C_{\text{кто}}$ – відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно-тракторного агрегату;

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{\kappa(m_{\text{м}}f + m_{\text{д}}f_{\text{д}})}{H} \quad (5.3)$$

де f і $f_{\text{д}}$ – оплата праці механізатора і допоміжного працівника за змінну норму виробітку, грн. ($f = 3000$ грн., $f_{\text{д}} = 1500$);

κ – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату $\kappa_{\text{н}} = 1,375$;

$m_{\text{м}}$ і $m_{\text{д}}$ – кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H – змінна норма виробітку, га.

$$C_{\text{оп}} = \frac{1,375(1 \cdot 3000 + 0)}{30,6} = 135 \text{ грн./га}$$

Вартість витрачених паливо мастильних матеріалів можна визначити за формулою:

$$C_{\text{пмм}} = \Pi_{\kappa} \cdot g_{\text{га}} \quad (5.4)$$

де Π_{κ} – комплексна ціна одного кілограма палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил $\Pi_{\kappa} = 50$ грн./л;

$g_{\text{га}}$ – витрата палива кг/га;

Звідси вартість витрачених ПММ становить:

для базового та нового агрегату:

$$C_{\text{ПММ}}^{\delta} = 4 \cdot 50 = 200 \text{ грн./га};$$

Відрахування на реновацію машини в агрегаті $C_{\text{ра}}$ грн./га визначається так:

$$C_{\text{ра}} = \frac{\alpha_{\text{рт}} \cdot B_m}{100 \cdot W \cdot t_m} + \frac{\alpha_{\text{рм}} \cdot B_M}{100 \cdot W \cdot t_M} \quad (5.5)$$

де $\alpha_{\text{рт}}$ і $\alpha_{\text{рм}}$ – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини %;

B_m і B_M – балансова вартість відповідно трактора і машини, грн.;

W – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

t_m і t_M – нормативне річне завантаження відповідно трактора і розкидача, год.

Тоді, відрахування на реновацію складають для базового і нового агрегату:

$$\begin{aligned} (C_{\text{ра}})^{\delta} &= \frac{10 \cdot 706200}{100 \cdot 6.0 \cdot 1600} + \frac{20.0 \cdot 275500}{100 \cdot 6.0 \cdot 210} = 51,1 \text{ грн./га} \\ (C_{\text{ра}})^H &= \frac{10 \cdot 706200}{100 \cdot 6.0 \cdot 1600} + \frac{20,0 \cdot 318640}{100 \cdot 6.0 \cdot 210} = 57,9 \text{ грн./га} \end{aligned}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонт, а також технічне обслуговування, $C_{\text{КТО}}$ грн./га обчислюється за формулою:

$$C_{\text{КТО}} = \frac{\alpha_{\text{кт}} \cdot B_m}{100 \cdot W \cdot t_m} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_m \cdot B_m}{t_{\text{нт}}} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{t_M} \right) \quad (5.6)$$

де $\alpha_{\text{кт}}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_m і α_M – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

Відрахування на капітальний і поточний ремонти і технічне обслуговування по базовій технології становить:

$$\begin{aligned} (C_{\text{КТО}})^{\delta} &= \frac{5 \cdot 706200}{100 \cdot 6.0 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 6.0} \cdot \left(\frac{12,7 \cdot 706200}{1600} + \frac{12 \cdot 275500}{210} \right) = 39,3 \text{ грн./га} \\ (C_{\text{КТО}})^H &= \frac{5 \cdot 706200}{100 \cdot 6.0 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 6.0} \cdot \left(\frac{12,7 \cdot 706200}{1600} + \frac{12 \cdot 318640}{210} \right) = 43,4 \text{ грн./га} \end{aligned}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базового агрегату становлять:

$$(C_{\text{пнт}})^{\delta} = 135 + 200 + 51,1 + 39,3 = 425,4 \text{ грн./га.}$$

Для нового агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять:

$$(C_{\text{пнт}})^{\eta} = 135 + 200 + 57,9 + 43,4 = 436,3 \text{ грн./га}$$

Як видно з результатів розрахунків модернізація розкидача мінеральних добрив МВУ-5 призводить до зростання питомих експлуатаційних витрат на 1,19 гривень. Однак, встановлення на розкидач запропонованих пристроїв підвищить урожайність картоплі (за рахунок рівномірності внесення добрив) на 1%.

При закупівельній ціні картоплі рівній 20 грн./кг, запровадження модернізованого розкидача за рахунок рівномірності внесення добрив дасть змогу одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті буде мати наступну величину:

$$D_{\text{п}} = \Pi_{\text{н}} \cdot \Pi_{\text{н}},$$

де $\Pi_{\text{н}}$ – підвищення врожайності за рахунок модернізації, ц;

$Y_{\text{р}}$ – урожайність картоплі, кг/га.

$$\Pi_{\text{н}} = Y_{\text{р}} + 1\%,$$

$$\Pi_{\text{н}} = 18000 \cdot 0,01 = 180 \text{ кг/га}$$

$\Pi_{\text{н}}$ – закупівельна ціна картоплі, грн./кг.

$$D_{\text{п}} = 180 \cdot 20 = 3600 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, запровадження модернізованого розкидача дасть змогу одержати економічний ефект від додатково одержаної продукції в сумі 216 грн/га.

5.3 Визначення річного економічного ефекту

Річний економічний ефект від експлуатації модернізованого розкидача визначимо за формулою:

$$E_{p.эф} = [(C_{пит})^{\delta} - (C_{пит})^n + D_n] \cdot F,$$

де, F — площа поля, на якій буде використаний розкидач протягом року, га.

$F = 80$ га, тоді

$$E_{p.эф} = (425,4 - 436,3 + 3600) \cdot 80 = 287128$$

Строк окупності затрат на модернізацію визначимо за формулою:

$$O = \frac{B_m^n - B_m^6}{E_{p.эф}} = \frac{318640 - 275500}{287128} \approx 0,2 \text{ року.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності зведемо в таблицю.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність проекту

Найменування показника	Базова	Нова	Відхилення +, -
Продуктивність, га/год	6,0	6,0	
Затрати праці, люд-год/га	0,51	0,51	
Прямі питомі експлуатаційні витрати, грн./га	425,4	436,3	+ 10,9
в тому числі:			
витрати на ПММ, грн./га	200	200	
відрахування на реновацію грн./га	51,1	57,9	+ 6,8
витрати на ремонт, грн./га	39,3	43,4	+ 4,1
Витрати на модернізацію, грн		43140	
Річний економічний ефект, грн		287128	
Строк окупності витрат, років		0,2	

Переобладнання розкидача мінеральних добрив дозволить отримати річний економічний ефект 287128 грн. Термін окупності витрат на удосконалення розкидача становить 0,2 роки.

ВИСНОВКИ

Переорієнтація економічної політики України на ведення ринкових відносин і розвиток різних форм власності в усіх галузях народного господарства неминуче зумовили зміни в структурі технології виробництва сільськогосподарської продукції, ремонту і обслуговування сільськогосподарської техніки.

Тому для суттєвого підвищення рівня є виконання наступної умови: підвищення культури землеробства, якісного виконання операцій дотримання агро вимог.

В даному дипломному проєкті було розглянуто питання і вирішено задачі:

- обґрунтовано необхідність переобладнання машини МВУ-5
- розглянуто стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив
- розглянуто актуальність проєктуємої машини
- проведено розрахунок на міцність проєктуємих деталей
- дана операційна технологія внесення мінеральних добрив
- розраховано економічну ефективність проєкту
- розглянуто питання з охорони праці та дані рекомендації по поліпшенню умов праці при внесенні мінеральних добрив.

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що обладнання розкидача мінеральних добрив МВУ-5 вентилятором і пристроями для внесення добрив дозволить за рахунок рівномірності внесення мінеральних добрив одержати підвищення врожайності картоплі і отримати річний економічний ефект, який становить 287128 грн. Термін окупності витрат на удосконалення розкидача становить 0,2 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.
2. Біосфера та агротехнології: інженерні рішення: навчальний посібник / [Колектив авторів]; за редакцією В. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого – Дослідницьке, 2015. – 230 с.
3. Броварець О.О. Інформаційні системи і технології: / О.О. Броварець, Д.Г. Войтюк, В.В. Теслюк, О.М. Вечера, О.А. Дьомін. - Ніжин: Видавець «Лисенко», 2014. – 610 с.
4. Бондарчук А. А. Картопля: вирощування, якість, збереження / А. А. Бондарчук, В. А. Колтунов, О. А. Кравченко. – К.: КИТ, 2009. – 232 с.
5. Гамаюнова В. В. Вплив добрив та регуляторів росту на врожайність і якість бульб картоплі літнього садіння на Півдні України / В. В. Гамаюнова, О. Ш. Іскакова // Сільське господарство та лісництво: зб. наук. праць ВНАУ. – № 1. –Вінниця, 2015. – С. 27-34.
6. Гриник І. В., Адамчук В. В., Калетнік Г. М., Булгаков В. М. Стан проектування і виготовлення в Україні сільськогосподарських машин сучасного технічного рівня. Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвідомчий тематичний наук. зб. Глеваха, 2014. Вип. 99. Т. 1. С. 34–39
7. Головчук А. Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / А. Ф. Головчук, В. І. Марченко, В. Ф. Орлов. За ред. А. Ф. Головчука. — К.: Грамота, 2003-2005.
8. Цуркан О. В., Прокопенко Н. А., Полевода Ю. А., Маньківський О. В. Основи теплотехніки і гідравліки. Нав. Посіб. Вінниця : ТОВ «Друк», 2021. 132 с.

9. Цуркан О. В., Полевода Ю. А., Присяжнюк Д. В. Технічна механіка. Частина 1. Розрахунок валів і підшипників кочення. Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 183 с.
10. Войтюк Д.Г. Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. Підручник. Київ: 2-ге вид. «Каравела». 2017. 552 с.
11. Харченко С.О. Експлуатація та сервіс техніки. Трактори. Нав. Посіб. Харків: ТОВ «Планета-Принт», 2020. 140 с.
12. Поліщук І.С. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України / І. С. Поліщук, М.І. Поліщук, В. А. Мазур, О. В. Палагнюк // Сільське господарство та лісівництво. – 2015. – № 2. – С. 18-26.
13. Харченко С.О. Експлуатація та сервіс техніки. Комбайни. Нав. Посіб. Харків: ТОВ «Планета-Принт», 2021. 115 с.
14. Клименко Т. В. Вплив альтернативного удобрення на продуктивність картоплі на ясно-сірому лісовому ґрунті / Т. В. Клименко // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – №2 (50). – Т. 1. – С. 248-255.
15. Ружицький М.А. Експлуатація машин і обладнання. Нав. Посіб. Київ: «Аграрна освіта», 2011. 616 с.
16. Пастухов В.І., Чигрин А.Г., Джолос П.А., Мельник І.І., Ільченко В.Ю., Анікеєв О.І., Циганенко М.О., Пастушенко С.І. Довідник з машиновикористання в землеробстві. Харків: «Веста» 2001, 243 с.
17. Корнієнко С.І., Дубровін В.А., Адамчук В.В., Пащенко В.Ф., Харченко С.О., Мельник В.І., Анікеєв О.І., Огурцов Є.М., та ін. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. Нав. Посіб. Харків: «Щедра садиба плюс», 2015. 273 с.
18. Мельник В. І., Чигрин А. Г., Анікеєв О. І., Чигрина С. А. Збірник методик з використання машин в землеробстві. Навч. Посіб. Харків: «Промпроект», 2020. 257 с.

19. Пришляк В.М., Ковальчук О.В., Яропуд В.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Робочі процеси сільськогосподарських машин» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» денної форми навчання. Вінниця, 2017. 78 с.
20. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Підручник. Вінниця: ФОП «Рогальська І.О.», 2015. 448 с.
21. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.
22. Мазур О.В., Мазур О.В., Лозінський М.В. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця : «ТВОРИ», 2020. 348 с.
23. Танчик С.П., Дмитришак М.Я., Алімов Д.М. та ін. Технології виробництва продукції рослинництва: Підручник. За ред.. С.П.Танчика та М.Я. Дмитришака. Київ: Видавничий дім «Слово», 2009. 1000 с.
24. Пузік Л.М., Пузік В.К., Бондаренко В.А., Сергієнко О.В. Севідов В.П. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Лаб. Прак. Харків: «Друкарня 13», 2020. 112 С.
25. Сукач М.К. Технічний сервіс машин: навч. посібник. - Київ: Видавництво Ліра-К, 2017.- 290 с.
26. Козаченко О.В., Блезнюк В.М., Сорокін С.П. та ін. Технологічні карти діагностування і технічного обслуговування машин. Практичний посібник. Харків: ТОВ «ЕДЕНА», 2010. 240 с.
27. Кобець А.С., Ільченко В.Ю., Козаченко О.В., Деркач О.Д., Кухаренко П.М., Нагієва Н.О., Блезнюк О.В., Макаренко Д.О. Проектування технологічних процесів технічного обслуговування машин. Навч. Посіб. Дніпро: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2011. 176 с.

28. Грушецький С.М., Бендера І.М., Козаченко О.В. та ін. Технічний сервіс в АПК. Навч. Посіб. Кам'янець-Подільський: ФОП «Сисин Я.І.», 2014 –680 с.
29. Козаченко О.В. Практикум з технічної діагностики. Нав. Посіб. Харків: «Факт», 2013. 456 с.
30. Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Сорокін С.П. та ін. Теорія експлуатації машин та проектування технічних систем. Нав. Посіб. Харків: «ПромАрт», 2018. 320 с.

ДОДАТКИ