

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

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ Ю. О. Гуменюк

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему: «Модернізація картоплекопача в технологіях вирощування та збирання картоплі»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Сівак І.М.
(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

кандидат технічних наук, доцент

(підпис)

Сівак І. М.

Виконав

(підпис)

Шморгун Я.А.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

к.т.н., доцент _____ Ю. О. Гуменюк

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Шморгуну Ярославу Андрійовичу

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Тема дипломного проєкту бакалавра: «Модернізація картоплекопача в технологіях вирощування та збирання картоплі».

Затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024 р. № 2098 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: до 25.04.2025 р.

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи Характеристика підприємства, дані по земельній площі, техніці і її використанні, технологічні карти господарства, дані з охорони праці.

Перелік питань, які потрібно розробити _____

Розділ 1. Характеристика підприємства _____

Розділ 2. Конструкторська розробка _____

Розділ 3. Технологічна розробка _____

Розділ 4. Економічна ефективність конструкторської розробки _____

Розділ 5. Безпека життєдіяльності та екологічна оцінка проєкту _____

Перелік графічних документів (за потреби) _____

Лист 1. Картоплекопач (загальний вигляд) _____

Лист 2. Картоплекопач (функціональна схема) _____

Лист 3. Креслення деталей _____

Лист 4. Операційно-технологічна карта _____

Лист 5. Картоплекопач (складальне креслення) _____

Лист 6. Економічна ефективність _____

Дата видачі завдання «01» грудня 2024 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____

(підпис)

Сівак І. М.

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Шморгун Я.А.

РЕФЕРАТ

Тема проекту: «Модернізація картоплекопача в технологіях вирощування та збирання картоплі».

Керівник дипломного проекту бакалавра: доц. Сівак Ігор Миколайович.

Виконавець проекту: Шморгун Ярослав Андрійович.

Проект містить пояснювальну записку на 62 аркушах та графічну частину на 7 форматах А1.

В першому розділі проведено аналіз господарювання в ТОВ «Агро-Рось» та встановлено можливості даного господарства для вирощування картоплі.

В другому розділі наведено технологію вирощування картоплі та розрахунок технологічної карти вирощування даної культури з використанням однорядного картоплекопача.

В третьому розділі проведено розрахунок елементів конструкції модернізованого картоплекопача КТН-1,6.

В четвертому розділі проаналізовано заходи організації охорони праці.

В п'ятому розділі виконано економічний розрахунок використання модернізованого картоплекопача.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, МТА, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ОБРОБІТОК, ГРУНТ, ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛЕКОПАЧ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО СТАНУ ГОСПОДАРСТВА.....	6
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	13
2.1. Досвід вирощування картоплі.....	13
2.2. Порядок та методика розробки технологічної карти вирощування картоплі.....	16
2.3. Аналіз технологій збирання картоплі та конструкцій робочих органів картоплезбиральних знарядь.	23
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА.....	28
3.1. Обґрунтування технологічного процесу викопування картоплі та визначення його основних параметрів.....	28
3.2. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів удосконаленого лемеша.....	28
3.3. Розрахунок основних параметрів ротора картоплекопача.....	31
3.3.1. Визначення довжин прогумовування пальців ротора та властивостей застосованого матеріалу.....	31
3.3.2. Обґрунтування та визначення частоти обертання ротора.....	31
3.3.3. Визначення втрат потужності на роботу ротора картоплекопача.....	34
3.4. Кінематичний розрахунок приводу ротора.....	34
3.4.1. Розрахунок та визначення геометричних параметрів першої ланцюгової передачі.....	34
3.4.2. Розрахунок та визначення геометричних параметрів другої ланцюгової передачі.....	41
3.5. Енергетичний розрахунок копача.....	46
3.6. Технологічні характеристики машинно-тракторного агрегату та його комплектування.....	49
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ.....	52
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	56
5.1. Нормативне забезпечення охорони праці.....	56
5.2. Вимоги до охорони праці в рослинництві.....	58
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	61
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Україна за своїми природно-кліматичними умовами та науково-технічним потенціалом здатна не тільки задовольнити запити свого народу у високоякісних продуктах харчування, а й експортувати їх в інші країни світу. Українські вчені й практики внесли величезний вклад у розвиток технології харчових продуктів, розширення асортименту і поліпшення якості продукції.

На даний час розробляються та впроваджуються технології вирощування сільськогосподарських культур з врахуванням якісного складу засобів виробництва в аграрних підприємствах. Вимоги щодо забезпечення інтенсифікації сільськогосподарського виробництва формулюються виходячи з собівартості продукції, поточного рівня зносу машинно-тракторного парку, існуючих примірних цін на мінеральні та органічні добрива і засоби захисту рослин, що складаються на певний період розвитку галузі сільського господарства.

Отже, метою даного дипломного проекту є підвищення ефективності вирощування картоплі шляхом удосконалення технологічного процесу збирання врожаю в умовах не великих фермерських господарств.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО СТАНУ ГОСПОДАРСТВА

Адміністративно-організаційна структура господарства. ТОВ «Агро-Рось» знаходиться у зоні Полісся, у центральній частині Звенигородського району Черкаської області.

В селі Тарасівка розміщена центральна садиба господарства. Віддаль від села до районного центра становить 12 км, до столиці становить 201 км. Дороги, які сполучають центральну садибу та відділки господарства асфальтовані та насипні.

Підприємство спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних сільськогосподарських культур. ТОВ «Агро-Рось» активно співробітничает господарствами не тільки свого району але й з господарствами Уманського та Черкаського районів. Загальна площа землі закріпленої за господарством у вічне користування приблизно становить 2061га, ріллі 1160га, сіножатей 230га, пасовищ 95га, с.-г. угідь 500га, чагарники 40га, під водою 15га, під шляхами 15га, під вулицями та дорогами бга.

Грунтово-погодні умови господарства. ТОВ «Агро-Рось» розміщена в центральному агрокліматичному районі Черкаської області і відноситься до помірно – холодного ґрунтово – кліматичного поясу.

Клімат тут помірно – континентальний, достатньо вологий, з тривалим прохолодним літом і м'якою короткою зимою. В цілому кліматичні умови господарства дозволяють вирощувати усі сільськогосподарські культури, районовані в даній зоні. По всій території господарства спостерігається перепад рельєфу, на яких сформувалися дерново-підзолисті ґрунти. Головним джерелом водяного живлення ґрунтів на території ТОВ є атмосферні опади і ґрунтові води.

Виходячи з розрахунку балансу гумусу, хімічного складу ґрунту та існуючої структури посівних площ, внесення органічних та мінеральних добрив, щорічно забезпечує відновлення балансу гумусу, а також відповідний хіміко-біологічний склад ґрунту, що у свою чергу сприяє підвищенню родючості ґрунту.

Забезпеченість господарства трудовими, енергетичними ресурсами і виробничими фондами. В ТОВ «Агро-Рось» є головна садиба автотракторна бригада, ферма.

Таблиця 1.1 Забезпеченість господарства трудовими та енергетичними ресурсами

Показники	Роки		
	2022	2023	2024
Трудові ресурси:			
Середньорічна чисельність працівників	180	150	115
Навантаження на 1 середньорічного працівника, га:			
- с.-г. угідь	3,1	3,2	3,6
- ріллі	2,7	3,0	3,1
Відпрацьовано в с.-г., тис. людгод	680	595	573
Енергетичні потужності, всього к.с.			
- на 100 га с.-г. угідь	398	379	351
- на середньорічного працівника	18,1	16,3	15,2

Дані таблиці 1.1 свідчать, що чисельність працівників з кожним наступним роком скорочується. Так в 2024 р. чисельність працівників зменшилася на 65 чоловік, або на 36,2% порівняно з 2022 р., це в свою чергу спричиняє підвищення показників навантаження на 1 середньорічного працівника с.-г. угідь та ріллі в середньому на 16%. Скорочення чисельності працюючих вплинула на кількість відпрацьованих в сільському господарстві людино-годин. В 2020 р. на 107 тис.люд.год або на 15,7% відпрацьовано менше

ніж 2022 р. за відсутністю коштів, вже на протязі більш як 15 років не купувалась нова техніка. У зв'язку з цим, з кожним роком скорочуються енергетичні потужності. У 2024 р. вони зменшилися на 1135к.с., або на 9%, в порівнянні з 2023 р. Відповідно знизився показник енергетичних потужностей, що припадає на 100га с.-г. угідь, на 40к.с., або на 10% та на 1 середньорічного працівника на 2,8 к.с., або 8%. Ці показники свідчать про необхідність поновлення автотракторного парку в даному господарстві.

Таблиця 1.2. Забезпеченість господарства виробничими фондами

Показники	Роки		
	2022	2023	2024
Всього основних фондів тис.грн	9375	8735	8145
в т.ч. вартість основних виробничих фондів с.-г. признач.	9075	8254	8045
- на 100 га с.-г. угідь	685,4	701,7	712,3
- на середньорічного працівника	5,8	44,1	42,6
Середньорічна вартість оборотних засобів, тис.грн.	1411	1358	1117
- на 100 га с.-г. угідь	41,6	36,4	32,0
- на середньорічного працівника	1,02	1,03	1,51
Припадає оборотних засобів в розрахунку на грн. основних виробничих фондів	0,5	0,4	0,39

Таблиця 1.3 дає змогу охарактеризувати забезпеченість господарства виробничими фондами, так в 2024 р. відбулось збільшення вартості основних виробничих фондів. Це пояснюється індексацією вартості основних засобів. Таким чином показники першої групи в 2024 р. в середньому на 3% більші за показники 2023 р. Щодо оборотних засобів, то ми бачимо, що їх наявність з кожним роком зменшується.

Структура посівних площ сільськогосподарських культур в ТОВ «Агро-Рось» наведена в табл.1.3. З даних таблиці 1.3 видно, що загальна посівна

площа в період 2023 та 2024 роках не змінилась, але задіяна площа повністю не була, тобто частина посівних площ не оброблялась.

Таблиця 1.3. Структура посівних площ сільськогосподарських культур

Назви с.-г. культур	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
	Площа (га)	Врожайність (ц/га)	Площа (га)	Врожайність (ц/га)	Площа (га)	Врожайність (ц/га)
Вся посівна площа	1160	-	1160	-	1160	-
В т.ч. зернові і зернобобові, всього	-	-	-	-	-	-
озима пшениця	300	18	400	15	300	12
ярі зернові - разом	-	-	-	-		
- пшениця	-	-	50	14	150	16
- ячмінь	200	11	200	8	150	18
- овес	100	9	90	9	150	12
- зернобобові	50	19	100	20	150	13
Картопля	100	250	100	250	100	150

Площі посіву всіх культур перерозподіляються відповідно до сівозмін. В структурі вирощування, сільськогосподарських культур даного господарства переважають зернові культури та технічна культура – цукровий буряк. Найбільша частка посівів зернових припадає на озиму пшеницю та ячмінь. Слід відзначити, що в структурі посівних площ цукровий буряк займає в середньому 13% відсотків від всієї площі посіву. Врожайність сільськогосподарських культур в розрізі років коливається в незначній мірі в межах 10%.

Машинно-тракторний парк. Характеристика ремонтно-обслуговуючої бази. Тракторна бригада в ТОВ «Агро-Рось» має забезпечувати своєчасне, проведення технологічних операцій з підготовки, посіву, догляду та збирання сільськогосподарських культур у відповідні агротехнічні строки, з дотриманням відповідних агротехнічних вимог роботи, щоб вирощувати високі і сталі врожаї всіх сільськогосподарських культур з мінімальними затратами праці.

Автотракторна бригада відіграє важливу роль у обробітку земель та відгодівлі тварин, оскільки забезпечує функціонування галузі рослинництва та тваринництва господарства в цілому. Кількісний склад автотранспорту, тракторів та сільськогосподарської техніки наведений в таблицях 1.4 – 1.6.

Таблиця.1.4. Автопарк ТОВ «Агро-Рось»

Назва	Марка	Кількість, шт.
Вантажні:	САЗ-3502	3
	FOTON AUMARK BJ 1088	1
	ГАЗ-33086	1
Автоцистерни	АЦТ-3,3	1
	FOTON AUMARK BJ 1108	1
Легкові:	Renault Duster	1

Таблиця.1.5. Тракторний парк ТОВ «Агро-Рось»

Марка трактора	Кількість шт.	Коефіцієнт переводу в еталонні	Кількість еталонних тракторів
1.Заг. призначення	3	-	4,3
ХТЗ-170	2	1,65	3,3
ХТЗ-200	1	1,0	1
2. Універсально-просапні	4	-	8,5
Foton - 824	3	0,7	2,1
Foton - 840	1	0,6	2,4
3. Садово-городні	1	-	0,3
Беларус 422.1	1	0,3	0,3
Всього:	8	-	13,1

Таблиця.1.6. Наявність основних сільськогосподарських машин в ТОВ «Агро-Рось»

Назва	Марка	Кількість, шт.
Зернозбиральні комбайни	CLAAS MEGA - 370	2
Бурякозбиральні комбайни	КС-6	1
Силосозбиральні комбайни	КСК-10А	1
Зернові жатки	ЖВН-6Б	1
Зернові сівалки	ELVORTI ASTRA -3,6	3
Дискові луцильники	ЛДГ-15	1
Дискові борони	БДТ-7	3
Плуги	ПЛН-5-35	2
Просапні культиватори	УСМК 5,4	1
Культиватори	КПС-4	3
Картоплесаджалки	КСМ-6А	1

Аналіз табл. 1.4 - 1.6 вказує на те, що ТОВ «Агро-Рось» на сьогоднішній день погано забезпечене тракторами, комбайнами та сільськогосподарськими машинами. Тракторна бригада забезпечена працівниками повністю, оскільки техніки недостатньо для забезпечення виконання механізованих робіт, а існує пропозиція механізаторів. Крім цього, слід зазначити, що тільки 35% 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.

Нафтогосподарство. Нафтогосподарство ТОВ «Агро-Рось» побудоване за типовим проектом. Вибір відповідного проекту залежав насамперед від розмірів машинно-тракторного парку та умов його використання. Нафтогосподарство складається з: наземних резервуарів для зберігання бензину; наземних резервуарів для зберігання дизельного палива; роздавальних колонок для дизпалива; роздавальна колонка для оливи; роздавальна колонка для бензину; складу мастильних матеріалів; пожежного щита; навісу для зберігання

пустих бочок; пожежного резервуара з водою, місткістю; навісу для зберігання оливи.

Технічне обслуговування машинно-тракторного парку. Технічне обслуговування – це сукупність операцій, які обов’язково треба виконувати в певні строки, щоб своєчасно перевірити технічний стан машин і їх механізмів.

Відповідно до проектованої наявності у господарстві техніки і засобів механізації процесів, в господарстві було побудовано центральну ремонтну майстерню, та пункт технічного обслуговування до складу яких входять такі споруди:

- 1). Майстерня;
- 2). Пост технічного обслуговування;
- 3). Майданчик з твердим покриттям для складання і регулювання сільськогосподарських машин;
- 4). Майданчик з твердим покриттям для зберігання техніки;
- 5). Пост для очисно-мийних робіт;
- 6). Побутовий комплекс.

Аналіз організаційно-економічного стану ТОВ «Агро-Рось» вказує на те, що в даному господарстві є технічна та матеріальна база для вирощування картоплі, але на даний час культура не була закладена в сівозміну та не вирощувалась.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Досвід вирощування картоплі.

Існує немало технологій вирощування картоплі і зокрема які передбачають використання тих чи інших видів сільськогосподарської техніки, добрив, ядохімікатів, мають свій перелік технологічних операцій. Всі технології вирощування картоплі засновані на ефективному використанні високопродуктивних, стійких до негативного впливу навколишнього середовища сортів, розміщенні насаджень по найкращих попередниках, забезпеченні оптимальної реакції ґрунтового середовища, інтегрованому захисту від шкідників, бур'янів і хвороб, а головне – своєчасному і якісному виконанні всіх агротехнічних заходів з використанням найсучаснішої техніки, яка випускається як у нас, так і за кордоном.

Посадка – одна з найважливіших агротехнічних операцій, від якої виконання якої суттєво залежить урожайність культури. В зв'язку з цим до використовуваних в сільському виробництві садильних машин застосовується ряд вимог, що визначають якісні і кількісні параметри посадки таким чином, щоб забезпечити оптимальну схожість картоплі і подальший стабільний розвиток рослин. Основним агрегатом для посадки в нашій країні картоплі є картоплесаджалка СН-4Б, яка агрегується з різними тракторами. Ще один з факторів, що впливає на вирощування є: якість насінневого матеріалу, рівень родючості ґрунту, спосіб посадки, кліматичні умови. Так, встановлено, що стабільність глибини заробки при посадці має важливе значення для розвитку насаджень, нерівномірність глибини загортання бульб в ґрунт суттєво впливає на урожайність, якщо вона більша 20%. Якщо посадка проводиться на велику глибину непродуктивно витрачається значна частина енергетичних ресурсів картоплини, що веде до появи ослаблених сходів, збільшується ризик загнивання кореневої системи.

Сорти картоплі при впровадженні інтенсивної технології вирощування повинні забезпечувати високі і сталі врожаї високоякісних бульб. Вони різняться за скоростиглістю, врожайністю, вмістом і виходом сухих речовин з 1га, смаковими якостями, стійкістю проти хвороб і шкідників [7].

За скоростиглістю сорти поділяють на п'ять груп: ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі, середньопізні та пізньостиглі. До ранніх належать сорти, в яких період вегетації рослин у середньому триває 90 – 100 днів, середньоранніх – 101 – 115, середньостиглих – 116 – 130, середньопізніх – 131 – 140, пізньостиглих – понад 140 днів. Ранньостиглі сорти при застосуванні інтенсивної технології вирощування товарний урожай бульб дають орієнтовно на 55 – 65-й день, середньоранні – на 60 – 70-й, середньостиглі – на 70 – 75-й, середньопізні – на 76 – 80-й і пізньостиглі – на 81 – 85-й день після садіння.

Культиватором КРН-4,2Г, обладнаним лапами-підгортальниками, створюють гребені висотою 17 – 20см. На ньому встановлюють сім лап-підгортальників. Крайні підгортальники, які є маркерами, повинні розпушувати ґрунт на глибину 5 – 6 см. Перший прохід роблять по вішках. Потім тракторист водить трактор по крайній борозні й створює за кожний прохід чотири гребені, а три підгортальники повторно проходять по нарізаних борознах. При цьому стикові міжряддя не утворюються.

Для створення гребенів використовують також культиватор КРН-5,6, на брусі якого встановлюють, починаючи від середини, через 140см п'ять лап-підгортальників. При першому проході трактора борозни нарізується через 140см. При наступному проході слідопоказчиком є крайня борозна, по якій спрямовують праву чи ліву гусеницю трактора. При цьому культиватор формує гребені з відстанню 70см.

При вирощуванні картоплі на насіння з середньою масою насінних бульб 50 – 80г садять 70 – 80тис. бульб на 1 га з міжряддями 70 см і відстанню 15 – 22см. Для продовольчих цілей при масі насінних бульб 30 – 50 і 50 – 80г або різаної масою 40 – 50г картоплю садять площею живлення 70×25см з нормою

60 – 65тис. насінних бульб. Оптимальна густина садіння для ранньостиглих – 60 – 70, середньостиглих та середньопізніх сортів – 55 – 60тис./га бульб.

Під час садіння гребневим способом особливу увагу звертають на забезпечення прямолінійності рядків та встановлення ширини стикових міжрядь.

Перший до сходовий обробіток проводять на сьомий-восьмий день після садіння. До з'явлення сходів плантацію обробляють два-три рази.

Після з'явлення сходів проводять два обробітки. Ефективним у боротьбі з бур'янами є підгортання. За достатньої вологості ґрунту рослини підгортають глибоко, недостатньої – мілко. Глибину підгортання встановлюють таку, щоб під час роботи не утворювалися і не переносилися на гребень брили. Для підгортання застосовують культиватори, обладнанні лапами-підгортальниками або дисковими підгортальниками в агрегаті з ротаційною бороною БРУ-0,7, в якій знімають циліндричну частину. Остаточо підгортають рослини у фазі початку бутонізації (при їх висоті 20 – 25см).

Найбільш трудомісткий процес у картоплярстві – збирання врожаю. Від його якості залежить зберігання бульб взимку та продуктивність насінного матеріалу.

Головне завдання при збиранні – зменшити механічні пошкодження бульб. Спостереження свідчать, що втрати і відходи при зберіганні бульб, зібраних потоковим способом, досягають 20 – 25%. Ще більші втрати продовольчої картоплі, яка декілька разів перевантажується поки дійде до споживача. Подовжити період вегетації за рахунок пізніших строків збирання не можна, оскільки при зниженні температури ґрунту від 13 – 15 до 7 – 8 0С механічні пошкодження збільшуються у 2 – 3 рази.

Для підвищення продуктивності комбайнів і поліпшення якості продукції посадки картоплі в період вегетації підтримують у чистому стані з добре розпушеним ґрунтом, очищають їх від уражених хворобами і вироджених рослин.

Перед збиранням поле старанно готують. На більш щільних, запливаючих і перезволожених площах за 1 – 2 дні до збирання або в той самий день проводять глибоке розпушування міжрядь стрілочастими лапами на глибину – нижче розміщення бульб у кущі. Це поліпшує аерацію ґрунту, прискорює досягання бульб і зменшує опір ґрунту під час комбайнового збирання.

Спочатку збирають ранньостиглі сорти, потім середньоранні, середньо - і пізньостиглі. Перед цим на всіх посадках скошують бадилля й вивозять за межі поля. Для скошування картоплиння використовують машини КИР-1,5Б та КИР-1,5, а для збирання врожаю – комбайни ККУ-2А, Е-665, КСК-4 та інші, а також картоплекопачі УКВ-2 та інших марок.

Масове збирання починають 20 серпня і закінчують до 1 жовтня, тобто при температурі не нижче 7⁰С.

Потоково-перевалочна: картоплекомбайн – автосамоскид – тимчасовий кагатосортувальний пункт – автосамоскид (контейнер) – сховище. Цю схему найбільше застосовують при збиранні й зберіганні насінної картоплі.

2.2. Порядок та методика розробки технологічної карти вирощування картоплі.

Технологічні карти вирощування основних сільськогосподарських культур розробляються з урахуванням досвіду кращих сільськогосподарських підприємств, досягнень науки, сучасного стану техніко-технологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва та прогнозованих позитивних зрушень в найближчій перспективі. Враховуються вимоги ресурсозбереження та мінімального обробітку ґрунту, а також ґрунтозахисних технологій.

Технологічні карти складають безпосередньо для умов конкретного господарства, при цьому розрізняють виконавчі (на поточний рік) і перспективні технологічні карти.

Перед складанням технологічних карт необхідно проаналізувати природні умови господарства: агрокліматичні, ґрунтові з урахуванням

питомого опору, конфігурацію та довжину гонів, рельєф, кут схилу полів. Ці фактори впливають на вибір технології вирощування культури, технологічних операцій, склад машинно-тракторного агрегату, його продуктивність та витрату палива.

При складанні технологічної карти необхідні такі первинні дані [21]: назва культури; попередники; площа посіву на якій планується вирощування даної культури, га; планова врожайність даної культури (основної і побічної продукції, наприклад, зерна і соломи), т/га; норма витрати, кг/га: насіння, розчинів пестицидів; норми внесення добрив (мінеральних і органічних), т/га; відстань перевезення, км: насіння, органічних і мінеральних добрив, розчинів пестицидів, основної і побічної продукції. Крім цього враховують агротехнічні вимоги до виконання кожної операції, норми виробітку на механізованих та кінно-ручних роботах, наявність у господарстві машин, їхня технічна справність, показники використання машин за два-три минулих роки і дані для визначення прямих експлуатаційних витрат (розцінки оплати праці, норми витрати палива, амортизаційні і ремонтні відрахування тощо).

Розробку технологічної карти починають із визначення попередників, уточнення стійкості ґрунту проти вітрової та водної ерозії, ступеня забур'яненості та переважних видів бур'янів.

Відповідно до приведеного аналізу організаційно-економічного стану господарства (розділ 1) розрахунок технологічної карти (додаток А) вирощування картоплі будемо проводити для 100га площі з урахуванням, що попередником виступає люпин.

Агротехнічні строки виконання робіт приймаємо з урахуванням оптимальних строків виконання робіт та досвіду передових господарств [31]. їх визначаємо відповідно до агростроків, наведених у довідкових матеріалах. Також відзначимо, що технологічні операції вирощування сільськогосподарських культур повинні узгоджувати за часом. Так, вносити гній та загортати його у ґрунт треба без розриву за часом (щоб зменшити

втрати поживних речовин) та ін. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові.

Агротехнічний час виконання операцій встановлюють на основі агровимог [7], наприклад, весняне боронування триває 2 дні. Тривалість робочого часу за добу встановлюємо на основі прийнятого у господарстві робочого дня на даний період та з урахуванням операції, що виконується. На добу приймається 1; 1,5; 2 та 3 зміни роботи з розрахунку 7 год за зміну. Допускається дробове число змін (1,1; 1,2; 1,3). На роботах із шкідливими умовами праці (робота з пестицидами та ін.) тривалість зміни має не перевищувати 6 год.

Послідовність операцій єдина для всіх культур (додаток А, графа 1). Перелік операцій (додаток А, графа 2) відповідає технології їх виконання. Для складання технологічної карти користуємось рекомендаціями науково-дослідних інститутів або технологічними картами, що розроблені спеціалістами даного господарства. У переліку робіт враховуємо забезпеченість комплексної механізації з метою зменшення кількості ручних робіт.

Агротехнічні вимоги та показники якості проставляємо у графі 3 додаток А, де зазначаємо глибину обробітку ґрунту чи загортання насіння, норму внесення добрив і висіву насіння, врожайність та інші показники, що визначають якість виконання робіт.

У графі 4 додаток А вказуємо розмірність виконуваної технологічної операції (оранка, сівба, збирання та ін.) — га, т; транспортних робіт — т-км; допоміжних (навантаження та розвантаження) — т. Погодинні механізовані роботи наводяться в годинах, землерийні роботи — у м³.

Фізичний обсяг робіт (додаток А, графа 5) має відповідати плановому та кратності його виконання (боронування в два сліди, якщо операція виконується без розриву за часом та в межах агротехнічного строку).

Найбільш відповідальним етапом складання технологічної карти є розрахунок та обґрунтування складу агрегату (додаток А, графа 6, 7, 8), а також підбір чисельності працівників – механізаторів і обслуговуючого персоналу

(додаток А, графа 9, 10) [21]. Так, чисельність трактористів-машиністів та допоміжних працівників приймаємо відповідно до обраних сільськогосподарських машин і прийнятої схеми обслуговування агрегату.

Склад машинно-тракторного агрегату для виконання кожної сільськогосподарської операції обираємо так, щоб забезпечити задану якість, максимальну продуктивність, повне використання, потужності та мінімальні витрати коштів на одиницю роботи. Перевагу в процесі комплектації будемо надавати комбінованим агрегатам, як спеціальним, так і тим, що складені в господарстві. На операціях з підвищеною енергомісткістю та великих масивах вигідніше використовувати енергонасичені (швидкісні) трактори, а на операціях з малою енергомісткістю та полях невеликих розмірів — трактори звичайної енерго-місткості.

Сільськогосподарські машини підбираємо так, щоб вони були взаємопов'язані у виробничому циклі за рядністю та продуктивністю. Наприклад, необхідно узгоджувати врожайність, ширину захвату жаток та пропускну здатність молотарки комбайнів; рядність сівалок, просапних культиваторів та комбайнів для збирання кожної культури. Підбір агрегатів повинен забезпечувати ґрунтозахисну систему землеробства, зниження витрат палива, кращі умови праці механізатора та обслуговуючого персоналу.

Норму виробітку (додаток А, графа 11) за зміну встановлюємо за типовими нормами виробітку на сільськогосподарські механізовані та транспортні роботи [15]. Для навантажувачів і транспортних засобів, які обслуговують основні виробничі агрегати, норми виробітку встановлюємо за продуктивністю основного агрегату. Діючі норми виробітку на механізовані роботи розраховані на тривалість зміни 7 год, а на роботах із шкідливими умовами праці (обпилювання, обприскування культур пестицидами та ін.) — 6 год. Норму виробітку агрегату за зміну розрахуємо за формулою:

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_{зм}; \quad (2.1)$$

де: $W_{год}$ — виробіток агрегату за годину змінного часу, га/год, т/год, м³/год;
 $T_{зм}$ — тривалість зміни, год (6год, 7год або 14 год (залежить від виду операції)).

Час зміни можна визначається як:

$$T_{зм} = T_{П} + T_{Р} + T_{Х} + T_{ТО} + T_{ТД} + T_{Н} + T_{ОРГ} + T_{М}; \quad (2.2)$$

де: $T_{П}$ — підготовчо-заключний час, год; $T_{Р}$ — час роботи агрегату в загінці з включеним робочим органом, год; $T_{Х}$ — час холостого руху агрегату під час розвертання та переїздів, год; $T_{ТО}$ — час технологічного обслуговування агрегату (заправка сівалок посівним матеріалом та інш.), год; $T_{ТД}$ — час планового технічного догляду агрегату, год; $T_{Н}$ — час простоїв агрегату через несправність машин; $T_{ОРГ}$ — час на вирішення організаційних недоліків, год; $T_{М}$ — час на метеорологічні умови, год.

Якщо норма виробітку не встановлена (особливо для нових агрегатів), то її будемо визначати за технічною характеристикою машини та коефіцієнтом використання часу зміни:

$$W_{год} = 0,1 \cdot B_{Р} \cdot V_{Р} \cdot \tau; \quad (2.3)$$

де: $V_{Р}$ — робоча швидкість агрегату, км/год (обирається згідно технічної характеристики сільськогосподарської машини [21]); $B_{Р}$ — робоча ширина захвату агрегату, м; τ — коефіцієнт використання часу зміни.

Робоча ширина захвату агрегату визначається як:

$$B_{Р} = B_{м} \cdot \beta; \quad (2.4)$$

де: $B_{м}$ — конструктивна ширина захвату агрегату, м; (обирається згідно технічної характеристики сільськогосподарської машини [8]); β — коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату агрегату (додаток Б).

Коефіцієнт використання часу зміни (додаток Б), залежить від виду умов та організації роботи, його значення розраховуються за формулою:

$$\tau = \frac{T_{Р}}{T_{зм}}. \quad (2.5)$$

Щоб збільшити коефіцієнт використання часу зміни необхідно виключити час, що витрачається на ліквідацію несправностей агрегату, вирішення організаційних питань, якомога зменшити залежність роботи агрегату від метеорологічних умов, а також довести до норми час на підготовку роботи агрегату, холості переїзди, технологічне обслуговування., технічний догляд, чистий робочий час.

При необхідності, можна розрахувати виробіток агрегату за добу (даний параметр, при необхідності, можна відобразити в технологічній карті окремою графою) який визначається як:

$$W_{доб} = W_{год} \cdot T_{доб} \quad (2.6)$$

де: $W_{доб}$ — виробіток агрегату за добу, га/доб, т/доб, м³/доб; $T_{доб}$ — тривалість робочого дня на добу, год.

Кількість необхідних нормозмін для одного агрегату (додаток А, графа 12) з метою виконання технологічної операції в повному обсязі визначається як:

$$N_{зм} = \frac{Q}{W_{зм}}; \quad (2.7)$$

де: Q – обсяг робіт, в фізичних одиницях, га, т, км .

При необхідності, враховуючи агротехнічні строки тривалості виконання операції, окремим пунктом технологічної карти можна розрахувати кількість агрегатів, необхідних для виконання обсягу робіт, певної технологічної операції:

$$n = \frac{Q}{W_{доб} \cdot D_p}; \quad (2.8)$$

де: n — кількість агрегатів; D_p — агротехнічна тривалість виконання операції, діб.

Витрати праці на виконання технологічної операції (додаток А, графа 13) розраховуємо за формулою, (люд-год):

$$З_{П} = \frac{m_{мех} + m_{доп}}{W_{год}}, \quad (2.9)$$

де: Z_{Π} — затрати праці, люд.-год/га, люд.-год/т, люд.-год/м³; m_{mex} — чисельність трактористів-машиністів, які обслуговують агрегат при роботі в одну зміну, чол; $m_{доп}$ — чисельність допоміжних працівників, які обслуговують агрегат при роботі в одну зміну, чол.

Тарифні ставки (додаток А, графа 14, 15) механізаторам і працівникам на ручних роботах у рослинництві приймаються такими, щоб при виконанні робіт з найнижчою кваліфікацією (перший тарифний розряд) забезпечити мінімальну заробітну плату. При мінімальній заробітній платі 262 грн тарифні ставки наведені у додатку Б.

Оплата праці за тарифом (додаток А, графа 16, 17, 18) розраховуємо окремо для механізаторів та допоміжних працівників за формулами:

$$Z_{mex} = N_{зм} \cdot m_{mex} \cdot T_{mex}; \quad Z_{доп} = N_{зм} \cdot m_{доп} \cdot T_{доп}; \quad (2.10)$$

де: Z_{mex} і $Z_{доп}$ - оплата праці відповідно механізаторів та допоміжних робітників, грн; T_{mex} і $T_{доп}$ - тарифні ставки за зміну механізаторам та іншим робітникам, грн./зміну (додатку Б).

Витрату палива (додаток А, графа 19) на одиницю роботи обираємо за довідковою літературою або нормами витрати палива, які діють у господарстві. Якщо норма витрати палива не встановлена, особливо для тракторів нових марок, то витрату палива на одиницю виконаної роботи визначаємо за формулою:

$$g_{га} = \frac{G_{\Pi\Pi} \cdot K_T}{W_{год}}; \quad (2.11)$$

де: $g_{га}$ — норма витрати палива, кг/га, кг/т, кг/м³; $G_{\Pi\Pi}$ — витрата палива при номінальній потужності двигуна, кг/год (за технічною характеристикою двигуна); K_T — коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при робочому ході, холостих поворотах, переїздах та на зупинках трактора з працюючим двигуном (додатку Б).

Витрату палива трактором при номінальній потужності двигуна $G_{\Pi\Pi}$ (потужність двигуна на певній передачі) можна визначити також за відповідною формулою знаючи питомі витрати пального:

$$G_{ПН} = 0,001 \cdot N_{КР} \cdot G; \quad (2.12)$$

де: $N_{КР}$ – тягова потужність двигуна на певній передачі, кВт; G – питома витрата пального двигуном, г/кВтгод [15] (обирається з довідника або технічних даних $G=251$ г/кВтгод).

Витрату палива на весь обсяг робіт (додаток А, графа 20) визначаємо за формулою:

$$G_{заг} = g_{за} \cdot Q. \quad (2.13)$$

Крім цього, загальні витрати палива та затрати праці, прямі витрати ділимо на площу та врожайність культури та отримуємо показники, що відносяться до одиниці продукції. Порівняння показників, що відносяться до одного еталонного гектара та одиниці продукції з даними діючої технології допоможе оцінити ефективність запропонованої технології вирощування сільськогосподарської культури.

Слід наголосити на тому, що якість виконання конкретної технологічної операції в значній мірі буде впливати на собівартість отриманої продукції та її якість в цілому. Так, необхідно звернути увагу на такий етап вирощування картоплі як збирання врожаю.

Склад машинно-тракторного агрегату для виконання технологічної операції збирання врожаю обираємо так, щоб забезпечити задану якість роботи, максимальну продуктивність, повне використання, потужності та мінімальні витрати коштів на одиницю роботи [15].

2.3. Аналіз технологій збирання картоплі та конструкцій робочих органів картоплезбиральних знарядь

Аналізуючи конструкції робочих органів картоплекопачів почнемо з найпростішого копача підкопуючим робочим органом якого є двох пальцевий корпус (типу корпусу окучника). При роботі корпус проходить посередині рядка, розриваючи його на дві сторони. Копачі цього типу агрегуються з садово-городними тракторами та мотоблоками. Картоплекопачі роторного

типу (рис.2.2) складаються з лемеша коритоподібної форми, який підкопує рядок картоплі, ротора призначеного для розкидання підкопаної маси праворуч машини. Ротор складається з барабана, до якого прикріплено вісім кидальних гребінок.

Кожна гребінка складається з чотирьох сталевих пальців. Ротор приводиться в обертальний рух від вала відбору потужностей трактора через редуктор.

Копіювальне колесо, встановлено на копач призначене для копіювання поверхні поля та регулювання глибини підкопування. Прикладом таких машин є картоплекопачі КТН-1А, КТН-1,6.

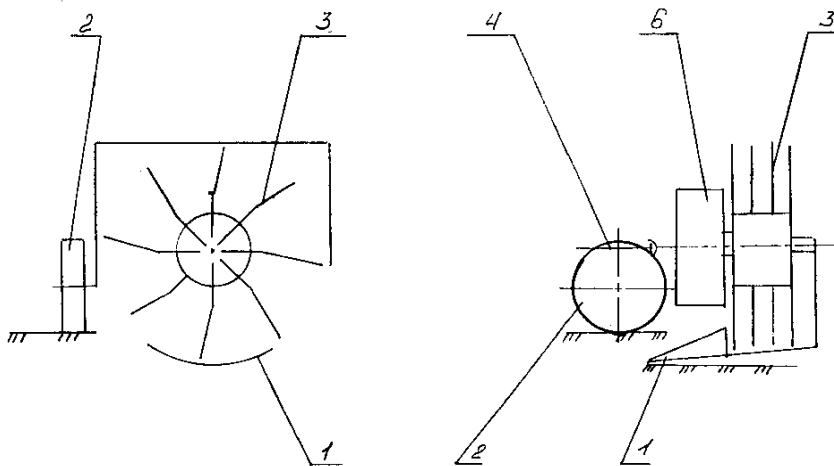


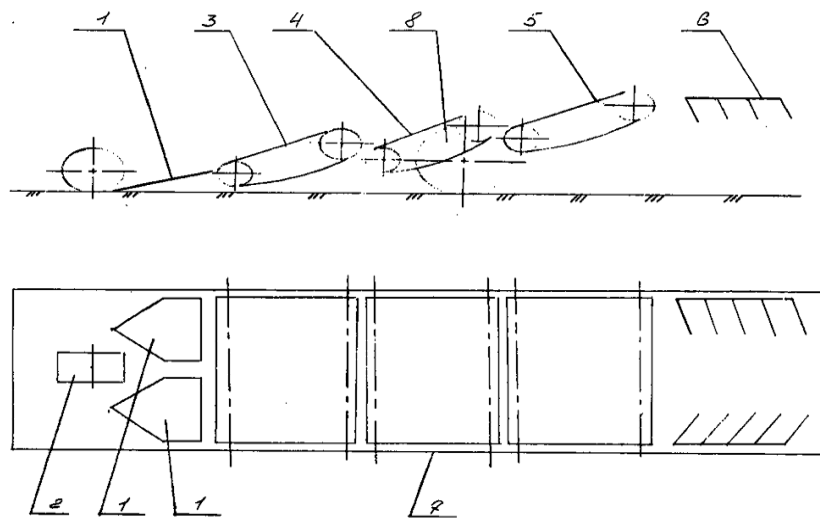
Рис.2.1. Конструктивна схема копача роторного типу:

1 - леміш; 2 - пристрій для регулювання глибини підкопування (опорне колесо); 3 - ротор пальчастий; 4 - механізм приводу копача; 6 - редуктор (є рамою).

Картоплекопачі просівного типу обладнані транспортером-сепаратором. Типовий представник копачів цього типу – картоплекопач однорядний Л-651 (рис. 2.1). Картоплекопач однорядний Л- 651 складається з лемеша, що підкопує рядок картоплі, вертикальних дисків для обрізання бадилля по краях рядка та усунення розвалу підкопаного лемешем рядка по сторонам, першого і другого сепаруючих елеваторів, де ґрунт відсівається

від бульб, звужувальних решіток, що спрямовують бульби до центру, ложе утворювача, який вирівнює та ущільнює ґрунт під валок, щоб покращити умови роботи людей, які збирають бульби вручну.

Картоплекопач КСТ-1,4А (елеваторного типу) має в наявності два підкопувальні лемеші (трапецевидної форми) у передній частині загострені, а в задній до них шарнірно приєднанні клапани у вигляді пластин для запобігання заклинювання каміння між лемешами і швидкісним елеватором. Лемеші під час роботи коливаються (рис.2.3).



Швидкісний елеватор (пруткового типу) призначений для руйнування і сепарації підрізаного шару ґрунту та подачі вороха на основний елеватор для часткового видалення землі та переміщення вороха на каскадний елеватор. Основний елеватор має зірочки еліптичної форми, які приводять в рух верхню вітку елеватора і сприяють кращому просіванню ґрунту крізь прутки елеватора. Каскадний елеватор закінчує в основному сепарацію ґрунту і скидає ворох картоплі на поверхню поля. Кожен другий пруток елеватора прогумований, що зменшує пошкодження картоплі.

Рис. 2.2. Конструктивна схема копача просіваючого типу Л-651:

1 - механізм привода копача; 2 - сепаратор; 3 - щитки для утворення валка; 4 - леміш; 5 - рама; 6 - обрізувальні диски; 7 - коток копій; 8 - пристрій для вирівнювання ущільнювальної дії на поверхню поля.

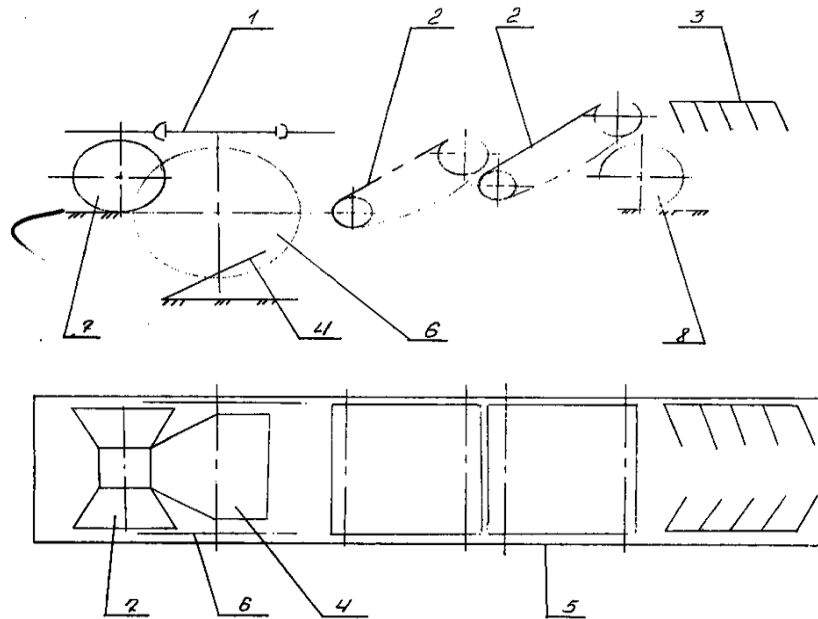


Рис. 2.3. Конструктивна схема копача КСТ-1,4:

1 - активні лемеші; 2 - копіювальне колесо; 3 - швидкісний елеватор;
 4 - основний елеватор; 5 - каскадний елеватор; 6 - щитки для утворення валка;
 7 - рама; 8 - ходове колесо

Звужувальні щитки зміщують масу в центральну частину і формують валок. Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовим механізмом копіювального колеса, частоту коливання лемешів та швидкість руху елеваторів- змінними зірочками механізму привода.

Картоплекопач начіпний двохрядний КТН-2В (рис. 2.4) складається з рами, замка автосцепу, два основних і середні пасивні лемеші, основний і каскадний елеватори, для просівання ґрунту, ґрунти, що спрямовують бульби до центра рядка. Опорні колеса та механізм регулювання глибини ходу лемешів.

Машина забезпечує відділення бульб від ґрунту, бадилля і вкладання на землю для ручного підбору. Виробник „Лідсельмаш” Білорусія.

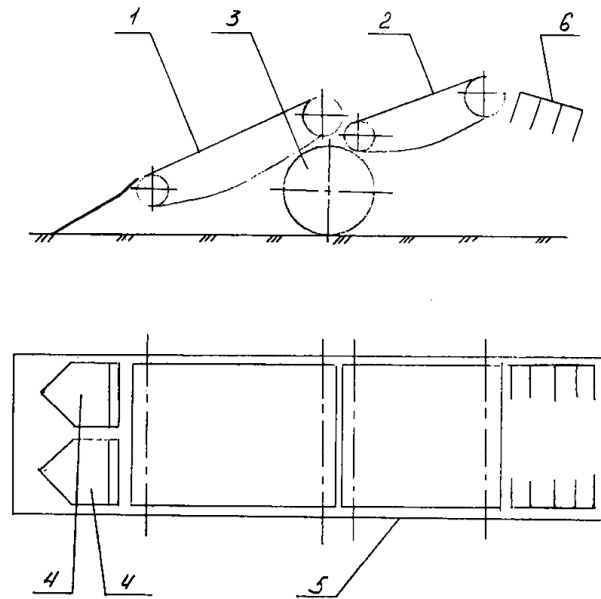


Рис. 2.4. Конструктивна схема копача КТН-2В:

1 - основний елеватор; 2 - каскадний елеватор; 3 - ходове колесо;
4 - пасивні лемеші; 5 - рама; 6 - щитки для формування валка

Аналогічна машина картоплекопач двохрядний начіпний КТН-2Б складається з рами, автозчіпки, двох лемешів для підрізання шару ґрунту, основного і каскадного елеваторів для просівання ґрунту, щитки, що спрямовують бульби до центру валка. Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс. Машина забезпечує підкопування картоплі на гребневих і гладких посадках, відділення бульб від ґрунту і вкладання їх з бадиллям в валок на поле для ручного збирання [12]. Виробником являється „Укрсільгоспроект” Україна.

Розглянувши конструкції вибраних машин бачимо, що найбільш оптимальною машиною для наших умов є картоплекопач роторного типу.

Порівнюючи картоплекопач з копачами просіваючого типу маємо недолік, пов'язаний з вищими затратами праці близько на 20...25%. Але переважає те, що машина начіпна, має меншу масу, менші габаритні розміри, що дуже важливо при збиранні картоплі на ділянках неправильної форми. Звертаємо увагу також на коритоподібну форму лемеша.

Отже остаточно приймемо до удосконалення машину роторного типу КТН-1,6.

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА

3.1. Обґрунтування технологічного процесу викопування картоплі та визначення його основних параметрів

Технологічний процес проходить таким чином: коритоподібний леміш підрізає шар ґрунту, який проходить по всій його довжині і потрапляє під дію пальців ротора. Пальці ротора рухаючись перпендикулярно руху шару ґрунту, розбивають його і виносять з нього бульби картоплі, розкидаючи по поверхні поля на 1,5 – 3,5 м.

Технологічний процес залежить від наступних параметрів:

- робочої швидкості машини, що визначається виходячи з агротехнічних вимог і становить 6,5 км/год,
- розмірів і форми лемеша (довжини – L , ширини – B , кута загострення γ , кута підрізання – α),
- частоти обертання і потужності ротора, що визначається, виходячи з робочої швидкості та типу ґрунту.

3.2. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів удосконаленого лемеша

Призначення лемеша картоплезбиральної машини – підкопати шар ґрунту де містяться бульби, частково чи повністю зруйнувати його і передати на робочі органи. Конструкція лемеша повинна забезпечити мінімальний захват ґрунту при відсутності не підкопаних чи пошкоджених бульб.

Пошук раціональної форми лемеша необхідно вести на основі комплексного аналізу вимог, що до нього висуваються, та умов його роботи. Для досягнення цих цілей запропонований робочий орган, що здійснює підріз шару ґрунту, з пасивним впливом лемеша на шар. Основою підкопуючого органа є двохгранний клин, що створює лобове підрізання.

Форма леза підкопуючого органу повинна відповідати формі перерізу куща бульб [6].

Як відомо, характер деформацій ґрунту під дією клина залежить від величини кута α (рис. 3.1), що називається кутом різання. Щоб отримати мінімальну силу, що витрачається на підрізання шару, кут α повинен бути мінімальним. Підняти шар на потрібну висоту H маючи мінімальну початкову величину α і оптимальну довжину лемеша L , можна в результаті застосування клинів, що мають різне значення кута α по довжині (рис.3.2).

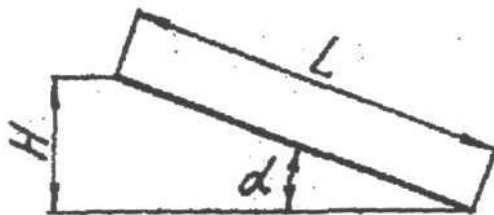


Рис. 3.1. Схема для визначення оптимальної форми лемеша

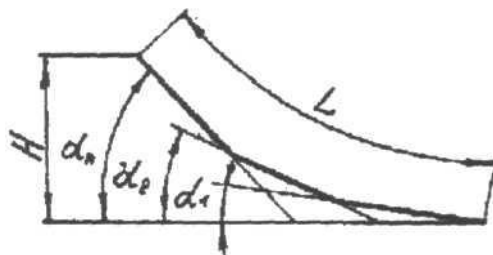


Рис. 3.2. Схема для визначення оптимальної форми лемеша

Кут α також є і кутом кришення. При проходженні підкопаної маси вздовж звичайного (з постійним кутом) вона не може отримати будь-яких додаткових взаємодій. Очевидно, щоб знову подіяти на піднятий шар потрібно примістити новий клин із більшим кутом кришення.

Для безперервного розвитку кришучого фактору та виключення злипання клина ґрунтом, необхідно використати плавну криволінійну поверхню в вигляді відповідної ділянки параболи (рис. 3.3).

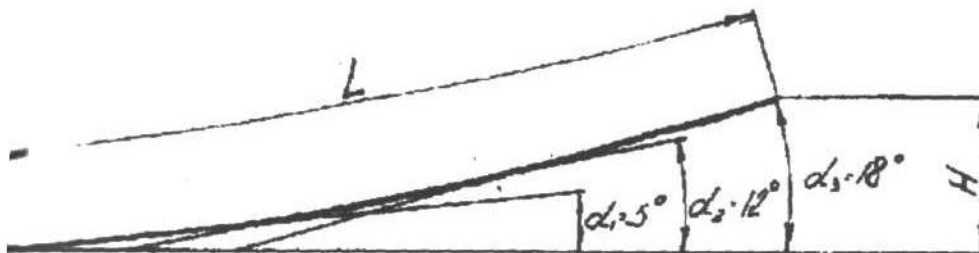


Рис. 3.3. Пропонована форма повздовжнього перерізу

Довжину лемеша L та висоту розташування заднього обріза лемеша H , орієнтуючись на попередню конструкцію та з конструктивних міркувань, прийmemo $L=280\text{мм}$, $H=55\text{мм}$.

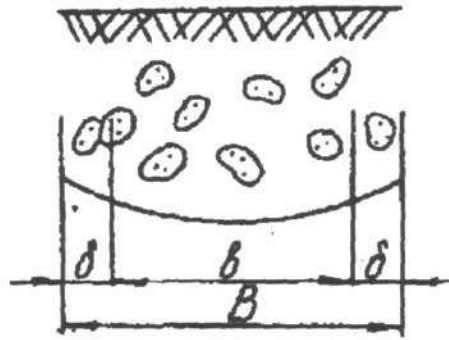


Рис. 3.4. Схема для розрахунку ширини лемеша

Ширина коритоподібного лемеша (рис. 3.4) визначається за формулою 3.1.

$$B = b + 2\delta \quad (3.1)$$

де b - ширина залягання бульб в куці. За даними Е.А. Глухих [4] максимальна ширина куці коливається від 23 до 32 см.

δ - зміщення вісі рядка відносно вісі лемеша, яке може виникати через непрямолінійність рядка та неточності руху машини. Приймемо це значення рівним 11 см.

Отже,

$$B = 320 + 2 \cdot 110 = 540 \text{ мм.}$$

Переміщенню шару ґрунту по лемешу дуже заважає рослинність коріння. Для попередження цього кут сходу γ (рис. 3.5) повинен бути:

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (3.2)$$

де φ - кут тертя рослинних стеблин чи кореневищ по лезу. На основі дослідних даних кут тертя коріння по лезу $\varphi=45^\circ$ [1].

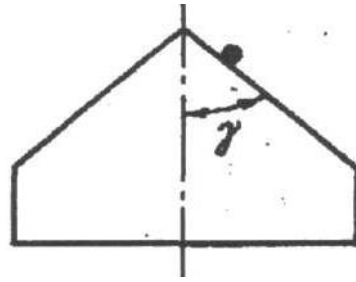


Рис. 3.5. Схема для розрахунку кута сходу лемеша

Отже,

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - 45 = 45$$

Для пасивних лемешів сучасних картоплезбиральних машин $\gamma = 40 - 50^\circ$.

3.3. Розрахунок основних параметрів ротора картоплекопача

3.3.1. Визначення довжин прогумовування пальців ротора та властивостей застосованого матеріалу

Призначення пальців ротора – розбивати шар ґрунту, де містяться бульби, виносити їх і розкидати по поверхні поля. При контакті пальців з поверхнею бульб відбувається пошкодження останніх, оскільки пальці виготовлені із сталі.

Для усунення недоліків потрібно застосовувати, при їх виготовленні, матеріали які не будуть спричиняти пошкодження бульб, або будуть значно менше. Таким матеріалом може бути резина-тканина ГОСТ 7338-77. Матеріал являє собою резину з прошарком тканини, для підвищення міцності.

Звичайно прогумовувати палець, по всій його довжині не потрібно, а тільки ту його частину, яка контактує з бульбами (яка рухається в шарі ґрунту). Тобто довжина прогумовування повинна бути близько 25 см.

3.3.2. Обґрунтування та визначення частоти обертання ротора

Частота обертання ротора впливає на якість прочісування шару ґрунту де містяться бульби та на ступінь пошкодження самих бульб. Вона повинна забезпечувати повне видалення їх з шару ґрунту, не допускати їх втрат через невисоку частоту обертання. Можливість пошкоджень та надмірного

розкидання бульб. Виходячи з вищенаведеного частота повинна бути оптимальною і задовольняти обидві умови.

З агротехнічних вимог нам відомо, що робоча швидкість машини, а значить і швидкість руху шару ґрунту який поступає до пальців ротора, повинна бути 6 -6,5 км/год. Для розрахунку приймемо більшу швидкість тобто 6,5 км/год (18м/с). При такій швидкості переміщення, шар ґрунту пройде ділянку А (рис.3.6), що рівна 186 мм близько 0,10 секунди.

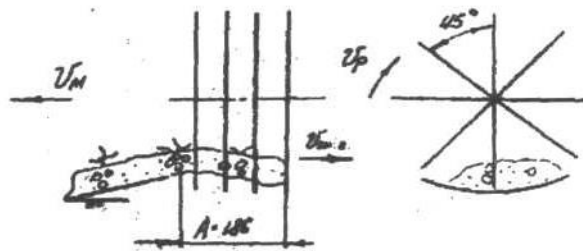


Рис. 3.6. Схема для розрахунку частоти обертання ротора

Щоб винести бульби з шару ґрунту і не допускати втрат, гребінки повинні входити в нього, що найменше кожного 0,10 сек.

Оскільки конструкція ротора містить вісім гребінок, що розташовані одна від одної через кожні 45° , то необхідна колова швидкість ротора буде рівна:

$$\omega = \frac{45^\circ}{0,10} = 7,853 \text{ рад/сек.}$$

Щоб визначити частоту обертання ротора використовуємо формулу:

$$n_n = \frac{\omega_n \cdot 30}{\pi} = \frac{7,853 \cdot 30}{\pi} = 75,0 \quad (3.3)$$

Для забезпечення бездоганності протікання процесу збільшимо частоту обертання ротора в 1,2 рази.

Тобто

$$n = n_n \cdot 1,2 = 75 \cdot 1,2 = 90 \text{ об/хв.}$$

Отже, частота обертання ротора повинна бути 90 об/хв.

3.3.3. Визначення втрат потужності на роботу ротора картоплекопача

Потужність ротора впливає на деформацію ґрунту пальцем та відкидання ними бульб і ґрунту, що потрапляє:

$$N = N_{\delta} + N_{\epsilon} \quad (3.4)$$

де N_{δ} і N_{ϵ} - відповідно втрати потужності на деформацію і відкидання.

Потужність на деформацію визначається [8]

$$N_{\delta} = 10^{-4} \cdot k \cdot c \cdot h \cdot z \cdot n \cdot \alpha / 6 \text{ кВт} \quad (3.5)$$

де k - питомий опір деформації ґрунту, (прийємо максимальне значення для важких ґрунтів $k = 7,84 \cdot 10^{-2}$ МПа); c - площа перерізу ґрунту, що розбивається одним пальцем $c = 55 \text{ см}^2$; h - висота шару ґрунту, що розбивається пальцем, прийємо рівною максимальній глибині підкопування, $h = 25 \text{ см}$; z - загальна кількість пальців, $z = 32$; n - частота обертання пальців ротора; α - коефіцієнт, що враховує стан ґрунту, що піддається дії пальців. Оскільки ґрунт підрізаний і частково покритий на леміші, $\alpha = 0,7$.

Отже маємо для важких ґрунтів:

$$N_{\delta} = 10^{-4} \cdot 7,84 \cdot 10^{-2} \cdot 55 \cdot 32 \cdot 90 \cdot 0,7 / 6 = 3,62 \text{ кВт.}$$

Потужність на відкидання бульб та ґрунту [8].

$$N_{\epsilon} = 5 \cdot 10^{-4} \cdot \delta \cdot Q_n \cdot V_p^2, \text{ кВт} \quad (3.6)$$

де δ - коефіцієнт відкидання, що залежить від форми робочого органу, $\delta = 0,5$; Q_n - маса бульб та ґрунту, що відкидається за одну секунду, $Q_n = 61,82$ – важкі ґрунти; V_p - колова швидкість ротора, $V_p = 4,23 \text{ м/с}$.

Отже маємо для важких ґрунтів:

$$N_{\epsilon} = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 61,82 \cdot 4,23^2 = 0,274 \text{ кВт.}$$

Отже повна потужність, що затрачається ротором для важких ґрунтів:

$$N = 3,62 + 0,274 = 3,896 \text{ кВт}$$

Потужність ВВП визначимо за формулою:

$$N_{\text{ввп}} = \frac{N}{\eta_l^2 \cdot \eta_m}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

де η_l - коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі, $\eta_l = 0,96$;

η_m - коефіцієнт корисної дії запобіжної муфти, $\eta_m = 0,98$.

$$N_{\text{ввп}} = \frac{3,89}{0,96^2 \cdot 0,98} = 4,30 \text{ кВт.}$$

Максимально необхідна потужність на ВВП трактора – 4,30 кВт.

3.4. Кінематичний розрахунок приводу ротора

3.4.1. Розрахунок та визначення геометричних параметрів першої ланцюгової передачі

Вихідні дані: колова швидкість вала ведучої зірочки $\omega_1 = 56,52$ рад/с.

Потужність на валу ведучої зірочки буде рівна потужності на ВВП трактора з урахуванням затрату запобіжній муфті, $N_1 = 4,22$ кВт;

Передаточне число передачі приймаємо $U = 3$.

Розрахунок проводимо згідно методичних вказівок [9].

Визначаємо основний параметр ланцюга – крок:

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 \cdot K_3}{Z_1 \cdot \omega_1 \cdot [p] \cdot m_p}}, \text{ мм} \quad (3.8)$$

де K_3 - коефіцієнт експлуатації,

$$K_3 = K_\delta \cdot K_{\text{рег}} \cdot K_n \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{реж}} \cdot K_a, \quad (3.9)$$

де K_δ - коефіцієнт характеру навантаження, $K_\delta = 1,25$; $K_{\text{рег}}$ - коефіцієнт, що залежить від способу регулювання провисання ланцюга, $K_{\text{рег}} = 1,0$; K_n - коефіцієнт, що враховує характер мащення ланцюга, $K_n = 1,0$; $K_{\text{реж}}$ - коефіцієнт, що враховує протяжність роботи, $K_{\text{реж}} = 1,0$; K_a - коефіцієнт довжини ланцюга (при $a_1 = 19,16$), $K_a = 1,0$

Отже
$$K_3 = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25$$

Z_1 - кількість зубів ведучої зірочки, приймаємо $Z_1 = 15$;

Визначаємо число зубів веденої зірочки:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U < Z_{2\max}, \quad (3.10)$$

де $Z_{2\max}$ - максимальне число зубів веденої зірочки, $Z_{2\max} = 120$.

Отже:

$$Z_2 = 15 \cdot 3 = 45 < 120$$

Приймаємо $Z_2 = 45$.

$[p]$ - допустимий питомий тиск в шарнірах, при $\omega = 56.52$ м/с, $[p] = 24$ мПа;

m_p - коефіцієнт рядності.

Маємо:

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{4,22 \cdot 1,25}{15 \cdot 56 \cdot 24 \cdot 1,0}} = 17,85, \text{ мм.}$$

Приймаємо ланцюг ПР-19,05-3180 ГОСТ 13568-75.

Параметри ланцюга: $t = 19.05$ мм; $b_1 = 12.7$ мм; $d_1 = 11.91$ мм; $P_1 = 22.78$ мм; $b_4 = 26.9$, погонна маса $q = 1.9$ кг/м, руйнівна сила $Q = 31.8$ кН. Визначаємо міжосьову відстань:

$$a = a_1 \cdot t \quad (3.11)$$

де a_1 - міжосьова відстань в кроках, $a_1 = 21,35$; t - крок ланцюга, $t = 19,05$

$$a = 21,35 \cdot 19,05 = 406,71$$

Необхідна довжина ланцюга в кроках:

$$L_1 = 2a_1 + a_1 + \frac{b}{a_1}, \quad (3.12)$$

де :

$$a_1 = \frac{Z_1 + Z_2}{2} = \frac{15 + 45}{2} = 30 \quad (3.13)$$

$$b = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{2\pi} \right)^2 = \left(\frac{45 - 15}{2\pi} \right)^2 = 22.82 \quad (3.14)$$

Отже:

$$L_1 = 221,35 + 21,35 + \frac{22,82}{21,35} = 73,77$$

Приймаємо $L_1 = 74$ кроку.

Уточнюємо величину міжосьової відстані:

$$a = \frac{t}{4} \left(L_1 - a_1 + \sqrt{(L_1 a_1)^2 - 8b} \right) \quad (3.15)$$

$$a = \frac{19.05}{4} \left(74.0 - 30 + \sqrt{(74.0 - 30)^2 - 8 \cdot 22.82} \right) = 408.97 \text{ мм.}$$

Для забезпечення провисання ланцюга міжосьову відстань зменшено на величину (0,002...0,004), а отже:

$$\Delta = 0,003 \cdot 408,97 = 1,22 \text{ мм.}$$

Маємо:

$$a = 408.97 - 1.22 = 407.75 \text{ мм.}$$

Визначимо число ударів ланки об зуб зірочки за секунду:

$$v = \frac{2 \cdot Z_1 \cdot \omega_1}{\pi \cdot L_1} < [v], \quad (3.16)$$

де $[v]$ - допустимі значення, $[v]=35$,

$$v = \frac{2 \cdot 15 \cdot 56.52}{\pi \cdot 74} = 7.29 < 35$$

Визначаємо сили, що діють в вітках ланцюга і діють на вали.

Колова сила:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N_1}{V}, \text{ Н} \quad (3.17)$$

де V - швидкість переміщення ланцюга,

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot \omega_1}{2000 \cdot \pi} = \frac{15 \cdot 19.05 \cdot 56.52}{2000 \cdot \pi} = 2.57 \text{ м/с} \quad (3.18)$$

Отже:

$$F_t = \frac{1000 \cdot 4.22}{2.57} = 1642.02, \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від провисання:

$$F_q = K_f \cdot q \cdot a \cdot g, \text{ Н} \quad (3.19)$$

де q - погонна маса, $q=1,9$ кг/м; K_f - коефіцієнт провисання, $K_f=6,0$

$$F_q = 6.0 \cdot 1.9 \cdot 0.407 \cdot 9.8 = 45.47, \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від відцентрових сил:

$$F_u = q \cdot V^2 = 1.9 \cdot 2.57^2 = 12.54, \text{ Н} \quad (3.20)$$

Загальне зусилля в ведучій вітці:

$$F_{заг1} = F_t \cdot K_d + F_q + F_u = 1642.02 \cdot 1.25 + 45.47 + 12.54 = 2110.53 \text{ Н.} \quad (3.21)$$

Загальне зусилля в веденій вітці:

$$F_{заг2} = F_q + F_u = 45.47 + 12.54 = 58,01, \text{ Н} \quad (3.22)$$

Зусилля, що діє на вали ведучої та веденої зірочки:

$$F_e = F_t \cdot K_d + 2F_q = 1642.02 \cdot 1.125 + 2 \cdot 45.47 = 2143.46, \text{ Н} \quad (3.23)$$

Перевіримо на питомий тиск в шарнірах:

$$p = \frac{F_t \cdot K_s}{S \cdot m_p \cdot 10^2} < [p], \quad (3.24)$$

де S - проекція опорної поверхні шарніра, $S=1,05$ см²; $[p]$ - допустиме зусилля питомого тиску, $[p]=24$ МПа.

Отже:

$$p = \frac{1642.02 \cdot 1.25}{1.05 \cdot 1.0 \cdot 10^2} = 19.54 < 24 \text{ МПа}$$

Запас міцності вибраного ланцюга:

$$n = \frac{Q}{F_{заг}} > [n], \quad (3.25)$$

де Q - руйнівне навантаження ланцюга, $Q=31800$ Н; $[n]$ - допустимий запас міцності, $[n]=9,3$.

Отже

$$n = \frac{31800}{2110,53} = 15,06 > 9,3.$$

Ланцюг вибрано вірно.

Визначаємо основні геометричні та конструктивні розміри зірочок.

Діаметр ділительних окружностей:

$$d_0 = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z}}, \text{ мм} \quad (3.26)$$

Ведуча зірочка:

$$d_0 = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{15}} = 91,62, \text{ мм.}$$

Ведена зірочка:

$$d_0 = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{45}} = 273,09, \text{ мм.}$$

Діаметр зовнішніх окружностей:

$$d_{a\min} = d + 0.5 \cdot d_1, \text{ мм;} \quad (3.27)$$

$$d_{a\max} = d + 1.25 \cdot t - d_1, \text{ мм.} \quad (3.28)$$

Ведуча зірочка:

$$d_{a\min} = 91.62 + 0.5 \cdot 11.91 = 97.50, \text{ мм;}$$

$$d_{a\max} = 91,62 + 1.25 \cdot 19,05 - 11,91 = 103,52, \text{ мм.}$$

Ведена зірочка:

$$d_{a\min} = 273,09 + 0.5 \cdot 11.91 = 279,04, \text{ мм;}$$

$$d_{a\max} = 273,09 + 1.25 \cdot 19,05 - 11,91 = 296,90, \text{ мм.}$$

Радіус впадин:

$$r_{i\min} = 0.505 \cdot d_1, \text{ мм;} \quad (3.29)$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot d_1 + 0.069 \sqrt{d_1}, \text{ мм.} \quad (3.30)$$

Ведуча зірочка:

$$r_{i\min} = 0.505 \cdot 11.91 = 6.01, \text{ мм;}$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot 11,91 + 0.069 \sqrt{11,91} = 6,17, \text{ мм.}$$

Ведена зірочка:

$$r_{i\min} = 0.505 \cdot 11.91 = 6.01, \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot 11.91 + 0.069\sqrt{11.91} = 6.17, \text{ мм}.$$

Діаметр окружності впадин:

$$d_f = d - 2 \cdot r_i, \text{ мм}. \quad (3.31)$$

Ведуча зірочка:

$$d_{f\min} = 91.62 - 2 \cdot 6.01 = 79.6, \text{ мм};$$

$$d_{f\max} = 91.62 - 2 \cdot 6.17 = 79.26, \text{ мм}.$$

Ведена зірочка:

$$d_{f\min} = 273.09 - 2 \cdot 6.01 = 261.07, \text{ мм};$$

$$d_{f\max} = 273.09 - 2 \cdot 6.17 = 260.75, \text{ мм}.$$

Радіус спряжень

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot d_1 \cdot (Z + 2), \text{ мм}; \quad (3.32)$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot d_1 \cdot (Z^2 + 180), \text{ мм}. \quad (3.33)$$

Ведуча зірочка:

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot 11.91 \cdot (15 + 2) = 24.29, \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot 11.91 \cdot (15^2 + 180) = 38.58, \text{ мм}.$$

Ведена зірочка:

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot 11.91 \cdot (45 + 2) = 67.17, \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot 11.91 \cdot (45^2 + 180) = 210.99, \text{ мм}.$$

Кут спряження:

$$d_{\min} = 120^\circ - \frac{90}{Z}; \quad (3.34)$$

$$d_{\max} = 140^\circ - \frac{90}{Z}. \quad (3.35)$$

Ведуча зірочка:

$$d_{\min} = 120^\circ - \frac{90}{15} = 114^\circ;$$

$$d_{\max} = 140^\circ - \frac{90}{15} = 134^\circ.$$

Ведена зірочка:

$$d_{\min} = 120^{\circ} - \frac{90}{45} = 118^{\circ};$$

$$d_{\max} = 140^{\circ} - \frac{90}{45} = 138^{\circ}.$$

Радіус заокруглення, як ведучої так і веденої зірочки:

$$Z_x = 1.5 \cdot d_1 = 1.5 \cdot 11.91 = 17.86, \text{ мм.} \quad (3.36)$$

Величина заокруглення зуба:

$$b_a = 1.5 \cdot d_1 = 1.5 \cdot 11.91 = 1.54, \text{ мм.} \quad (3.37)$$

Ширина зуба:

$$b_{r1} = 0.93 \cdot b_1 = 0.93 \cdot 12.7 = 11.81, \text{ мм.} \quad (3.38)$$

Визначимо орієнтовно діаметри отворів під вали:

$$d_g = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{T}{0.2 \cdot \tau_{кр}}} \quad (3.39)$$

де T - крутний момент на валу зірочок; $T = 76,66$ Нм – ведуча зірочка; $T = 241,96$ Нм – ведена зірочка; $\tau_{кр}$ - допустиме напруження при крученні.

Отже, ведуча зірочка:

$$d_g = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{76,66}{0.2 \cdot 20}} = 26,52, \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_g = 25$ мм.

Ведена зірочка:

$$d_g = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{214,96}{0.2 \cdot 20}} = 37,73, \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_g = 40$ мм.

Діаметр ступиці:

$$d_{c2} = (1,8 \dots 2,0) \cdot d_g. \quad (3.40)$$

Ведуча зірочка:

$$d_{c2} = 1,8 \cdot 25 = 45, \text{ мм.}$$

Ведена зірочка:

$$d_{c2} = 1,8 \cdot 40 = 72,0, \text{ мм.}$$

Довжину ступиці ведучої зірочок приймаємо: $L_{ce} = 50$, мм.

Діаметр технологічних отворів в диску веденої зірочки:

$$d_0 = 0.25 \cdot (d_{об} - d_{ce}), \quad (3.41)$$

$$d_0 = 0.25 \cdot (185.4 - 72) = 28.41, \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_0 = 30$ мм.

Діаметр розміщення технологічних отворів в диску:

$$D_0 = 0.25 \cdot (d_{об} + d_{ce}), \quad (3.42)$$

$$D_0 = 0.25 \cdot (185.84 + 72) = 128.92, \text{ мм.}$$

3.4.2. Розрахунок та визначення геометричних параметрів другої ланцюгової передачі

Вихідні дані: частота обертання вала ведучої зірочки об/хв, що відповідає колій швидкості $\omega = 18.84$ рад/с.

Потужність на валу ведучої зірочки буде рівна потужності на попередньому валу з урахуванням витрат в ланцюговій передачі.

$$N = 4.05 \text{ кВт.}$$

Передаточне число передачі - $U = 2$.

Визначаємо крок ланцюга:

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 \cdot K_3}{Z_1 \cdot \omega_1 \cdot [p] \cdot m_p}}, \text{ мм,}$$

Коефіцієнт експлуатації,

$$K_3 = K_\delta \cdot K_{рег} \cdot K_n \cdot K_{см} \cdot K_{реж} \cdot K_a,$$

де $K_\delta = 1,25$; $K_{рег} = 1,0$; $K_n = 1,0$; $K_{реж} = 1,0$; $K_a = 1,25$.

Отже $K_3 = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,56$

$[p] = 30$ МПа, при $\omega = 56.52$ м/с.

Z_1 Приймаємо рівною 15.

Визначимо:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U < Z_{2\max}$$

$$Z_2 = 15 \cdot 2 = 30 < 120$$

Отже маємо:

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{4,05 \cdot 1,56}{15 \cdot 18,84 \cdot 30 \cdot 1,0}} = 25,36, \text{ мм.}$$

Приймаємо ланцюг ПР-25,4-5670 ГОСТ 13568-75 з кроком $t = 25,4$.

Параметри ланцюга: $b_1 = 15,88$ мм; $d_1 = 15,88$ мм; $P_1 = 29,29$ мм; $b_4 = 33,5$.

Погонна маса $q = 2,6$ кг/м. Руйнівна сила $Q = 600$ кН.

Міжосьова відстань:

$$a = a_t \cdot t$$

$a_t = 8,85$ – приймаємо з конструктивних міркувань.

$$a = 8,85 \cdot 25,4 = 224,79$$

Необхідна довжина ланцюга в кроках:

$$L_1 = 2a_1 + a_1 + \frac{b}{a_1},$$

де

$$a_1 = \frac{Z_1 + Z_2}{2} = \frac{15 + 30}{2} = 22,5$$

$$b = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{2\pi} \right)^2 = \left(\frac{30 - 15}{2\pi} \right)^2 = 5,7$$

Отже:

$$L_1 = 2 \cdot 8,85 + 22,5 + \frac{5,7}{8,85} = 40,8$$

Приймаємо $L_1 = 42$ кроку.

Уточнюємо величину міжосьової відстані:

$$a = \frac{t}{4} \left(L_1 - a_1 + \sqrt{(L_1 a_1)^2 - 8b} \right)$$

$$a = \frac{25,4}{4} \left(42 - 22,5 + \sqrt{(42 - 25)^2 - 8 \cdot 5,7} \right) = 239,98 \text{ мм.}$$

Для забезпечення:

$$a = 239,98 - 0,003 \cdot 239,98 = 239,26 \text{ мм.}$$

Визначимо число ударів ланки об зуб зірочки за секунду:

$$v = \frac{2 \cdot Z_1 \cdot \omega_1}{\pi \cdot L_1} < [v],$$

де $[v]$ - допустимі значення, $[v]=30$,

$$v = \frac{2 \cdot 15 \cdot 18,84}{\pi \cdot 42} = 4,29 < 30$$

Визначаємо сили, що діють в вітках ланцюга і діють на вали.

Колова сила:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N_1}{V},$$

де V - швидкість переміщення ланцюга,

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot \omega_1}{2000 \cdot \pi} = \frac{15 \cdot 25,4 \cdot 18,84}{2000 \cdot \pi} = 1,14$$

Отже:

$$F_t = \frac{1000 \cdot 4,05}{1,14} = 3543,85, \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від провисання:

$$F_q = K_f \cdot q \cdot a \cdot g, \text{ Н}$$

$$K_f = 6,0$$

$$F_q = 6,0 \cdot 2,6 \cdot 0,239 \cdot 9,8 = 36,53, \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від відцентрових сил:

$$F_u = q \cdot V^2 = 2,6 \cdot 1,14^2 = 3,37 \text{ Н}$$

Загальне зусилля в ведучій вітці:

$$F_{заг1} = F_t \cdot K_o + F_q + F_u = 3543,85 \cdot 1,25 + 36,53 + 3,37 = 4468,65 \text{ Н.}$$

Загальне зусилля в веденій вітці ланцюга:

$$F_{заг2} = F_q + F_u = 36,53 + 3,37 = 39,9 \text{ Н}$$

Зусилля, що діє на вали ведучої та веденої зірочки:

$$F_g = F_t \cdot K_d + 2F_q = 3543,85 \cdot 1.125 + 2 \cdot 36,35 = 5658,87 \text{ Н}$$

Перевіримо на питомий тиск в шарнірах:

$$p = \frac{F_t \cdot K_3}{S \cdot m_p \cdot 10^2} < [p],$$

де S - проекція опорної поверхні шарніра, $S = 1,795 \text{ см}^2$;

$[p]$ - допустиме зусилля питомого тиску, $[p] = 30,4 \text{ МПа}$.

Отже:

$$p = \frac{3543,85 \cdot 1.25}{1.79 \cdot 1.0 \cdot 10^2} = 24,7 < 30,4$$

Запас міцності вибраного ланцюга:

$$n = \frac{Q}{F_{заг}} > [n],$$

де Q - руйнівне навантаження ланцюга, $Q = 60000 \text{ Н}$; $[n]$ - допустимий запас міцності, $[n] = 8,2$.

Отже

$$n = \frac{60000}{4468,65} = 13,42 > 8,2.$$

Ланцюг вибрано вірно.

Визначаємо основні геометричні та конструктивні розміри зірочок.

Згідно формул визначимо.

Діаметр ділительних окружностей:

Ведуча зірочка:

$$d_0 = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{15}} = 122,16, \text{ мм.}$$

Ведена зірочка:

$$d_0 = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{30}} = 242,99, \text{ мм.}$$

Діаметр зовнішніх окружностей:

Ведуча зірочка:

$$d_{a\min} = 122,16 + 0.5 \cdot 15,88 = 130,10, \text{ мм};$$

$$d_{a\max} = 122,16 + 1.25 \cdot 25,4 - 15,88 = 138,03, \text{ мм}.$$

Ведена зірочка:

$$d_{a\min} = 242,99 + 0.5 \cdot 15,88 = 250,93, \text{ мм};$$

$$d_{a\max} = 242,99 + 1.25 \cdot 25,4 - 15,88 = 258,86, \text{ мм}.$$

Радіус впадин:

Ведуча і ведена зірочки будуть мати однакові радіуси впадин.

$$r_{i\min} = 0.505 \cdot 15,88 = 8,01, \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.505 \cdot 15,88 + 0.069 \sqrt{15,88} = 8,19, \text{ мм}.$$

Діаметр окружності впадин:

Ведуча зірочка:

$$d_{f\min} = 122,16 - 2 \cdot 8,01 = 106,14, \text{ мм};$$

$$d_{f\max} = 122,16 - 2 \cdot 8,19 = 105,78, \text{ мм}.$$

Ведена зірочка:

$$d_{f\min} = 242,99 - 2 \cdot 8,01 = 226,97, \text{ мм};$$

$$d_{f\max} = 242,99 - 2 \cdot 8,19 = 226,61, \text{ мм}.$$

Радіус спряжень:

Ведуча зірочка:

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot 15,88 \cdot (15 + 2) = 32,39, \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.008 \cdot 15,88 \cdot (15^2 + 180) = 51,45, \text{ мм}.$$

Ведена зірочка:

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot 15,88 \cdot (30 + 2) = 60,97, \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.008 \cdot 15,88 \cdot (30^2 + 180) = 137,20, \text{ мм}.$$

Кут спряження:

Ведуча зірочка:

$$d_{\min} = 120^{\circ} - \frac{90}{15} = 114^{\circ};$$

$$d_{\max} = 140^{\circ} - \frac{90}{15} = 134^{\circ}.$$

Ведена зірочка:

$$d_{\min} = 120^{\circ} - \frac{90}{30} = 117^{\circ};$$

$$d_{\max} = 140^{\circ} - \frac{90}{30} = 137^{\circ}.$$

Радіус заокруглення, як ведучої так і веденої зірочки:

$$Z_x = 1.5 \cdot d_1 = 1.5 \cdot 15,88 = 23,82, \text{ мм.}$$

Величина заокруглення зуба:

$$b_a = 0,13 \cdot d_1 = 0,13 \cdot 15,88 = 2,06, \text{ мм.}$$

Ширина зуба:

$$b_{r1} = 0,93 \cdot b_1 = 0,93 \cdot 15,88 = 14,76, \text{ мм.}$$

Діаметр отвору під вал ведучої зірочки, з конструктивних міркувань приймаємо: $d_G = 35 \text{ мм.}$

Діаметр ступиці ведучої зірочки:

$$d_{cm} = 1,8 \cdot 35 = 63 \text{ мм.}$$

Довжину ступиці ведучої зірочки приймаємо:

$$l_{cm} = 50 \text{ мм.}$$

Ескізи ланцюга та зірочок приведено в додатках.

3.5. Енергетичний розрахунок копача

При розробці схеми і проектуванні картоплезбиральної машини необхідно знати і враховувати енергетичні затрати окремих робочих органів і машини в цілому.

Розрахунок проведемо як для нової конструкції так і для попередньої, щоб потім порівняти їх.

Потужність, що затрачається картоплезбиральною машиною необхідна для перекочування N_n , подолання опору ґрунту на підрізання лемешем N_p і приведення в рух робочого органа (ротора), що виконує технологічний процес, $N_{вом}$ [13].

$$N = N_n + N_p + N_{вом} \quad (3.43)$$

де перший і другий компоненти являють потужність на гаку і визначається за формулою:

$$N_{гак} = \frac{(P_n + P_p)}{750} \cdot V_M \quad \text{к.с. (3.44)}$$

де P_n - зусилля на перекочування машини

P_p - зусилля на підрізання шару і подачу його до ротора.

Третій компонент являє собою потужність, що необхідна для роботи ротора, від ВВП трактора.

Зусилля на перекочування машини може бути розраховано за формулою:

$$P_n = f \cdot G, \text{ Н} \quad (3.45)$$

де f - коефіцієнт перекочування, $f = 0,15 \dots 0,20$

G - вага машини, Н.

Удосконалена конструкція $P_n = 0,20 \cdot 1700 = 340, \text{ Н}$

Стара конструкція $P_n = 0,20 \cdot 1950 = 390, \text{ Н}$

В картоплекопачі, як відомо, підкопуючий робочий орган використовується пасивний. При використанні пасивних елементів, зусилля на підрізання і подачу шару ґрунту до наступних робочих органів, може бути визначена за формулою:

$$N_p = k \cdot S + mg \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) + (\rho S + mb) V_M^2, \text{ Н} \quad (3.46)$$

де k - питомий опір ґрунту, приймаємо в розрахунках для дерновопідзолистих середніх ґрунтів $(3,920 \div 4,90) \cdot 10^4 \text{ Па}$

S - площа перерізу підкопуючого шару

$$S = a \cdot b \quad (3.47)$$

де a - глибина підкопування; b - ширина шару, що захвачується лемешем;

m - маса ґрунту і картоплі, що знаходиться на лемеші

$$m = (\rho_p + m_B) L_L \quad (3.48)$$

m_B - масова характеристика валка

L_L - розрахункова довжина лемеша, м.

ρ - густина ґрунту кг/м^3 , в залежності від вологості і типу ґрунту:

$$\rho = 1200 \div 1700 \text{ кг/м}^3$$

V_M - теоретична швидкість машини, $V_M = 1,7 \text{ м/с}$

α - кут тертя ґрунту по сталі, $\alpha = 26^\circ 30'$

Розрахунок зусилля на лемеша при роботі удосконаленого та серійного копача зведемо в табл. 3.1, а застарілого копача в табл. 3.2. Потужність, що потрібна для приведення ротора і яка повинна бути на ВВП трактора, приймемо

однаковою, як для удосконаленої машини, так і для старої, оскільки конструкція робочих органів роторів відрізняється не суттєво.

Величину потужностей візьмемо з попередніх розрахунків П.3.3.3

Отже, необхідна потужність на гаку трактора при агрегуванні удосконаленої машини:

$$N_{\text{гак}} = \frac{(340 + 7953,93)}{750} \cdot 1,7 = 18,79 \text{ (к.с.)}$$

При агрегуванні серійної машини:

$$N_{\text{гак}} = \frac{(340 + 8880,90)}{750} \cdot 1,7 = 20,91 \text{ (к.с.)}$$

Таблиця 3.1. Результати розрахунку зусилля на леміш при роботі копачів

Копач	К Па	ρ кг/м ²	S м ²	m_B кг/м	$L_{\text{л}}$ м	m кг	α град	Φ град	V_M м/с	P_p Н
модернізований	4,9 $\cdot 10^4$	1500	0,135	92,5	0,28	82,6	5	26°30'	1,7	7953,93
серійний	4,9 $\cdot 10^4$	1500	0,147	92,5	0,28	87,64	16	26°30'	1,7	8880,9

Потужність, що необхідна для роботи окремих органів і машини в цілому зведемо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Потужність, що використовується окремими робочими органами машини до і після удосконалення

Витрати потужності	Потужність к.с./кВт	
	Серійна конструкція	Удосконалена конструкція
На перекочування	<u>0,88</u>	<u>0,77</u>
	0,66	0,56
На підрізання	<u>20,13</u>	<u>18,02</u>
	14,80	13,25
На гаку	<u>20,91</u>	<u>18,79</u>
	15,37	13,81
На розбивання шару	<u>3,07</u>	<u>3,07</u>
	2,26	2,26
На відкидання бульб	<u>0,32</u>	<u>0,32</u>
	0,24	0,24

На ВВП	$\frac{3,75}{2,76}$	$\frac{3,75}{2,76}$
Загальна потужність	$\frac{24,65}{18,13}$	$\frac{22,53}{16,57}$

З розрахунків бачимо, що на дерново-підзолистих ґрунтах, машина може агрегатуватись з трактором Foton 824.

Порівнюючи витрати потужності старої машини та удосконаленої, бачимо, що нова конструкція є оптимальнішою, оскільки витрати потужності в порівнянні з попередньою машиною на менші 10%, а це підтверджує доцільність удосконалення.

3.6. Технологічні характеристики машинно-тракторного агрегату та його комплектування.

Сільськогосподарські машино-тракторні агрегати призначені для високоякісного виконання технологічних операцій відповідно до агротехнічних вимог певного виду робіт. Дотримання цих умов визначається технологічними можливостями і характеристиками машино-тракторного агрегату. До таких технологічних параметрів належать: ширина захвату та швидкість руху агрегату, норма і доза внесення добрив і препаратів, норма висіву насіння сільськогосподарських культур, витрата і подача, пропускна здатність робочих органів машин, об'єми технологічних місткостей, запас ходу агрегатів, глибина обробітку ґрунту та висота зрізу рослин тощо.

Оскільки, ми використовуємо для збирання картоплі машинно-тракторний агрегат, в складі трактора Foton 824 та картоплекопач КТН-1,6, то технологічними параметрами даного МТА які відповідають даній операції будуть ширина захвату, швидкість руху агрегату та коефіцієнт використання тягового зусилля трактора.

Ширина захвату це ширина смуги, яка обробляється за один робочий прохід МТА по полю. Розрізняють теоретичну, або розрахункову (конструктивну), ширину захвату B_T і робочу B_P . Робоча ширина захвату не завжди дорівнює конструктивній. Так для картоплекопача його ширина захвату буде дорівнювати технологічній ширині рядка і становить $B_P = 0,7\text{м}$.

Робоча швидкість руху відрізняється від теоретичної через буксування ходових частин тракторів. Залежно від умов руху і марки трактора буксування змінюється у певних межах і характеризується коефіцієнтом буксування δ .

У багатьох випадках буксування дорівнює 4 — 8% для гусеничних і 12 — 20% — для колісних тракторів. В експлуатаційних розрахунках з використанням коефіцієнта буксування δ за теоретичною швидкістю трактора визначаємо робочу :

$$V_P = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) = 1.7 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 1.49 (\text{м/с}) \quad (3.49)$$

Отже, відповідно до проведеного аналізу для технологічної операції викопування картоплі встановлено:

- теоретична (конструктивна) та робоча, ширина захвату відповідно становлять $B_T = B_P = 0,7 \text{ м}$.

- робоча швидкість МТА розраховується з врахуванням коефіцієнту буксування і знаходиться в межах $V_P = 5,38 \text{ км/год}$.

МТА може виконувати роботу лише у випадку, якщо тягове зусилля трактора P_T перевищує опір сільськогосподарського машинного агрегату R_A :

$$P_T > R_A. \quad (3.50)$$

Величина тягових опорів залежить насамперед від технологічного процесу, виконуваного машиною-знаряддям. Робочий тяговий опір машин-знарядь, що спираються на балони, зменшується на 20 — 40% порівняно з опором машин, обладнаних колесами з металевими ободами.

Отже, тяговий опір машинно-тракторного агрегату визначаємо як [15]:

$$R_A = R_M + R_{ПП} + R_{nid} = 8,12 + 2,17 + 0,017 = 10,3 (\text{кН}) \quad (3.51)$$

де: R_M — тяговий опір с/г машини, кН; $R_{ПП}$ — приведений опір від ВВП трактора, кН; R_{nid} — додатковий опір при наявності підйому місцевості, кН.

Тяговий опір с/г модернізованої машини визначаємо як:

$$R_M = \frac{N_{гак}}{V_T} = \frac{13,81}{1,7} = 8,12 (\text{кН}) \quad (3.52)$$

де: K_M — питомий опір с/г машини, кН/м.

$$R_{ПП} = \frac{3,6 \cdot N_{ПП}}{V_P \cdot \eta_{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot 2,76}{5,38 \cdot 0,85} = 2,17 (\text{кН}) \quad (3.53)$$

де: $N_{ПП}$ — Потужність що витрачається через ВВП трактора, кВт; $N_{ПП} = 2,76 \text{ кВт}$;

V_P — розрахункова робоча швидкість, $V_P = 5,38 \text{ км/год}$; $\eta_{ВВП}$ — к.к.д. передачі ВВП, $\eta_{ВВП} = 0,85$.

Додатковий опір що враховує наявності підйому місцевості визначаємо за формулою:

$$R_{nid} = Q_M \cdot i = 1,7 \cdot 0,01 = 0,017(\text{кН}). \quad (3.54)$$

де: Q_M – маса с/г машини, кН; i – кут підйому місцевості, %.

В межах допустимої технологічної швидкості $V_{доп}$ обираємо робочі передачі трактора і відповідно тягове зусилля $P_{кр}$ на цих передачах (із тягових показників трактора для відповідного агрофону) [15]. Тягове зусилля трактора $P_{кр}$ – зусилля, яке витрачається на подолання опору агрегату (для переміщення робочої машини).

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора $\eta_{ТР}$, він є показником раціонального складу МТА:

$$\eta_{ТР} = \frac{R_A}{P_{кр} - P_\alpha} = \frac{10,3}{11,0 - 0,23} = 0,95 \quad (3.55)$$

де: P_α – зусилля трактора на подолання підйому місцевості, кН, визначається :

$$P_\alpha = Q_{ТР} \cdot i = 23 \cdot 0,01 = 0,23(\text{кН}) \quad (3.56)$$

де: $Q_{ТР}$ – маса трактора, кН (обирається із тягових показників трактора);

При правильному комплектуванні МТА, оптимальні значення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора повинні становити $\eta_{ТР} = 0,85 \dots 0,95$. Разом з цим необхідно зважити на те що, робоча швидкість V_R не повинна перевищувати допустиму технологічну $V_{доп}$ більше ніж на 40%.

Таблиця 3.3.

Параметри комплектування машино-тракторного агрегату

Foton 824, (шт)	1
Картоплекопач КТН-1,6 (шт)	1
Маса трактора, $Q_{ТР}$ (кН)	23
Конструктивна (робоча) ширина захвату, B_T (м)	0,7 (0,7)
Маса с/г машини, Q_M (кН)	1,7
Кут підйому місцевості, i (%)	0,01
Тяговий опір машинно-тракторного агрегату R_A (кН)	10,3
Допустима швидкість, $V_{доп}$ (км/год)	6,9
Передача	I
Робоча швидкість, V_R (км/год)	5,38
Тягове зусилля трактора на кріюку, $P_{кр}$ (кН)	11,0
Тягова потужність трактора, $N_{кр}$ (кВт)	16,43
Годинна продуктивність агрегату, $W_{год}$ (га/год)	0,32
Норма витрати палива, g (кг/га)	12,87
Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $\eta_{ТР}$	0,95

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

Оцінку економічного ефекту від використання модернізованого картоплекопача проведемо в порівнянні приведених затрат серійної та модернізованої конструкції машин з урахуванням комплексу техніко-експлуатаційних та економічних показників, таких як: продуктивність агрегату, чисельність обслуговуючого персоналу, витрати пального, балансова вартість трактора та сільськогосподарських машин в агрегаті, експлуатаційні витрати з розрахунку на одиницю роботи, питомі капіталовкладення, а також приведені витрати.

Так, експлуатаційні витрати по машинно-тракторному агрегату при виконанні технологічної операції з розрахунку на одиницю роботи будемо визначати за формулою

$$S = Z + G + T_P + A, \quad (4.1)$$

де: Z - оплата праці (основна і додаткова) з нарахуваннями, грн; G - вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; T_P - витрати на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування, грн; A - амортизаційні відрахування, грн.

Підставимо значення у формулу (4.1) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

для серійної машини: $S_c = 113,95 + 1047 + 18,0 + 18,0 = 1197$ (грн/га);

для модернізованої: $S_m = 85,46 + 395,5 + 18,75 + 18,75 = 518,46$ (грн/га).

Показники, які входять до складу формули (4.1), будемо визначати в наступному порядку.

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно-тракторний агрегат:

$$Z = \frac{Z_M \cdot N \cdot K_m + Z_P \cdot N_P \cdot K_P}{W_Z}, \quad (4.2)$$

де: Z_M та Z_P - тарифна ставка за зміну, відповідно, механізаторам та іншим робітникам, грн; (додаток Б-В); N та N_P – відповідно, кількість механізаторів та інших робітників, чол. (додаток А); K_m та K_P – коефіцієнт додаткової оплати

праці, відповідно, механізаторам та іншим робітникам (за даними господарства); W_3 - змінна норма виробітку, га (додаток А).

Підставимо значення у формулу (4.2) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $Z_c = \frac{22,79 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,24} = 113,95(\text{гр/га});$
- для модернізованої машини: $Z_m = \frac{22,79 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,32} = 85,46(\text{грн/га}).$

Вартість паливно-мастильних матеріалів, витрачених на одиницю роботи машинно-тракторного агрегату визначаємо як:

$$G = q \cdot Ц; \quad (4.3)$$

де: q - витрати пального на одиницю роботи на даній операції, кг/га; (відповідно до даних технологічної карти).

$Ц$ - комплексна ціна пального, яка включає вартість необхідної кількості мастильних матеріалів, грн/кг (відповідно до ринкових умов). Підставимо значення у формулу (4.3) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $G_c = 20,94 \cdot 50 = 1047(\text{гр/га});$
- для модернізованої машини: $G_m = 7,91 \cdot 50 = 395,5(\text{грн/га}).$

Витрати на капітальний, поточний ремонт і технічне обслуговування (грн/га) по машинно-тракторному агрегату в розрахунку на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$T_P = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_m \cdot Ч_m}{T_m} + \frac{B_{зч} \cdot Ч_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M \cdot N_M \cdot Ч_M}{T_M} \right), \quad (4.4)$$

де: B_m , $B_{зч}$, B_M - балансова вартість відповідно трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, грн. Визначається множенням балансової ціни трактора, зчіпки, машини на коефіцієнт 1,1 (приймаємо по даним господарства); $Ч_m$, $Ч_{зч}$, $Ч_M$ - норма відрахувань на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування відповідно для трактора – (6,0%-14,5%), зчіпки – 14,0%, с.-г. машини – (10,0%-14,0%); N_M - кількість сільськогосподарських машин в агрегаті; W - продуктивність агрегату за 1

годину змінного часу, га/год; T_m , $T_{зч}$, T_M - річна зайнятість відповідно трактора, зчіпки, с.-г. машини, год.

Підставимо значення у формулу (5.4) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $T_{Pc} = \frac{1}{100 \cdot 0,24} \cdot \left(\frac{12500 \cdot 15}{416,66} \right) = 18,00(\text{грн/га});$
- для модернізованої машини: $T_{Pm} = \frac{1}{100 \cdot 0,32} \cdot \left(\frac{12500 \cdot 15}{312,48} \right) = 18,75(\text{грн/га}).$

Амортизаційні відрахування (грн/га) по машинно-тракторному агрегату:

$$A = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_m \cdot a_m}{T_m} + \frac{B_{зч} \cdot a_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M \cdot N_M \cdot a_M}{T_M} \right), \quad (4.5)$$

де: a_m , $a_{зч}$ і a_M - норма амортизаційних відрахувань по трактору - (17,5%-19,5%), зчіпці - 14,2%; с.-г. машині - (12,5%-14,2%).

Амортизаційні відрахування визначаються на початок звітної періоду у таких розмірах: для першої групи - 5%, для другої групи -25% та для третьої групи - 15%.

Підставимо значення у формулу (4.5) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $A_c = \frac{1}{100 \cdot 0,24} \cdot \left(\frac{12500 \cdot 15}{416,66} \right) = 18,00(\text{грн/га});$
- для модернізованої машини: $A_m = \frac{1}{100 \cdot 0,32} \cdot \left(\frac{12500 \cdot 15}{312,48} \right) = 18,75(\text{грн/га}).$

Після виконання розрахунків за формулами 4.2 – 4.5 за допомогою формули 4.1 визначаємо експлуатаційні витрати по машинно-тракторному агрегату.

Питомі капіталовкладення (грн/га) відносно машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$K_n = \frac{1}{W} \cdot \left(\frac{B_m}{T_m} + \frac{B_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M \cdot N_M}{T_M} \right). \quad (4.6)$$

Підставимо значення у формулу (4.6) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $K_{Pc} = \frac{1}{0,24} \cdot \left(\frac{12500}{416,66} \right) = 125,00(\text{грн/га});$
-

- для модернізованої машини: $K_{\text{ПМ}} = \frac{1}{0,32} \cdot \left(\frac{12500}{312,48}\right) = 125,00(\text{грн/га})$.

Приведені витрати (грн/га) щодо машинно-тракторного агрегату розраховуємо за формулою:

$$P = S + E_H K_n, \quad (4.7)$$

де: E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_H = 0,15$.

Підставимо значення у формулу (4.7) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $P_c = 1197 + 0,15 \cdot 125 = 1215,75(\text{грн/га})$;
- для модернізованої машини: $P_m = 518,46 + 0,15 \cdot 125 = 537,21(\text{грн/га})$.

Покращення економічної ефективності картоплекопача відбувається за рахунок підвищення його продуктивності та зниження енергозатрат. Так витрати потужності удосконаленої машини в порівнянні з серійною машиною менші на 10%. Економічний ефект від впровадження модернізованого картоплекопача в порівнянні з серійною конструкцією визначимо за формулою:

$$E = (P_c - P_m) \cdot Q = (1215,75 - 537,21) \cdot 100 = 67854(\text{грн/рік}). \quad (4.8)$$

де: Q – об'єм виробництва на рік, га/рік.

За результатами розрахунків встановлено, що економічний ефект становить 678,54 грн/га, або 67854 грн на сто гектар оброблюваної площі. Термін окупності модернізованого картоплекопача становить 0,5 року.

Таблиця 4.1.

Техніко-економічні показники порівнюваних картоплекопачів

Техніко-економічні показники МТА	Значення показників	
	Картоплекопач КТН-1,6 модернізована конструкція	Картоплекопач КТН-1,6 серійна конструкція
Годинна продуктивність агрегату, га/год	0,32	0,24
Норма виробітку за зміну, га	2,24	1,68
Норма витрати палива, кг/год	4,12	5,02
Витрати пального, кг/га (вартість пального, грн/га)	12,87 (395,5)	20,94 (1047)
Оплата праці, грн/га	85,06	113,95
Експлуатаційні витрати, грн./га	213,05	296
Питомі капіталовкладення, грн./га	125,00	125,00
Приведені витрати, грн./га	537,21	1215,75

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Нормативне забезпечення охорони праці.

Служба охорони праці (СОП) в залежності від чисельності працюючих і ступеня складності та небезпечності виробництва може бути самостійним підрозділом або у вигляді групи чи одного спеціаліста. На підприємствах невикробничої сфери і виробничої сфери з числом працюючих менше 50 чоловік функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які пройшли перевірку знань з охорони праці. На підприємствах при чисельності працюючих від 51 до 500 чоловік включно (невикробнича сфера - від 101 до 500) таку службу повинен представляти один спеціаліст з охорони праці з інженерно-технічною освітою. Розрахунок чисельності СОП на підприємстві з числом працюючих більше 500 чоловік здійснюється за формулою:

$$M_1 = 2 + P_{CP} \frac{K_B}{\Phi} = 2 + 150 \cdot \frac{1,06}{1820} = 2,087(\text{чол}); \quad (5.1)$$

де: M_1 - чисельний склад СОП на підприємстві; P_{CP} - середньосписочна чисельність працюючих на підприємстві; Φ - ефективний річний фонд робочого часу спеціаліста з охорони праці, що дорівнює 1820 годин; K_B - коефіцієнт, що враховує шкідливість та небезпечність виробництва;

$$K_B = 1 + \frac{P_B + P_A}{P_{CP}} = 1 + (4 + 5)/150 = 1,06 \quad (5.2)$$

де: P_B - чисельність працюючих зі шкідливими речовинами незалежно від рівня їх концентрації; P_A - чисельність працюючих на роботах підвищеної небезпеки.

Стан охорони праці та ефективність роботи служби охорони праці на сільськогосподарському підприємстві ТОВ «Агро-Рось» характеризується за допомогою таких коефіцієнтів:

1. Коефіцієнт частоти травматизму $K_{\text{ч}}$ - визначає число нещасних випадків, що припадають на 100 працюючих за певний період:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{\Pi} \cdot 100, \quad (5.3)$$

де: n - кількість нещасних випадків за звітний період; Π - середньоблікова кількість працюючих.

2. Коефіцієнт важкості травматизму K_B - характеризує середню тривалість непрацездатності, яка припадає на один нещасний випадок:

$$K_B = \frac{D}{n}, \quad (5.4)$$

де: D - загальна кількість днів непрацездатності за всіма нещасними випадками за звітний період.

3. Коефіцієнт загального травматизму $K_{\text{ЗАГ}}$ - характеризується кількістю днів непрацездатності за звітний період, що припадає на 100 працюючих:

$$K_{\text{ЗАГ}} = K_{\text{ч}} \cdot K_B = \frac{D}{\Pi} \cdot 100, \quad (5.5)$$

4. Коефіцієнт частоти випадків захворювань K_3 - в розрахунку на 100 працюючих:

$$K = \frac{3 \cdot 100}{\Pi}, \quad (5.6)$$

де: 3 - кількість випадків захворювань; Π - середньооблікова численість працюючих.

5. Коефіцієнт важкості захворювань K_{B3} :

$$K_{B3} = \frac{D_3}{3}, \quad (5.7)$$

де: D_3 - сумарна кількість днів непрацездатності за звітний період.

6. Коефіцієнт небезпеки робочих місць K_{PM} :

$$K_{PM} = \frac{P_H}{P_3} = 5/115 = 0,043 \quad (5.8)$$

де: P_3 - кількість робочих місць, що не відповідають вимогам санітарних норм; P_H - загальна кількість робочих місць.

7. Коефіцієнт умов праці K_{Π} :

$$K_{\Pi} = \frac{\Pi_H}{\Pi} = 15/115 = 0,13 \quad (5.9)$$

де: P_H – чисельність працівників, що працюють в умовах, що не відповідають вимогам санітарних норм.

8. Коефіцієнт небезпечності машин K_M :

$$K_M = \frac{M_H}{M_3} = 9/35 = 0,257 \quad (5.10)$$

де: M_H – кількість машин і механізмів, що не відповідають нормативним вимогам, шт.; M_3 – загальна кількість машин і механізмів, шт.

9. Коефіцієнт небезпечності будівель та виробничих приміщень:

$$K_B = \frac{B_H}{B_3} = 7/21 = 0,33 \quad (5.11)$$

де: B_H – кількість будівель та виробничих приміщень, які не відповідають нормативним вимогам, шт.; B_3 - загальна кількість виробничих приміщень, шт.

Дані для розрахунків беруться з журналу реєстрації нещасних випадків (виробничих травм, гострих отруєнь і захворювань). Результати розрахунків даних показників записуються в спеціальних документах.

Відсутність нещасних випадків та професійних захворювань за весь період існування підприємства, свідчить про те що на підприємстві існують безпечні умови праці, тому коефіцієнти частоти травматизму ($K_{\text{Ч}}$), важкості травматизму (K_B) та загального травматизму ($K_{\text{ЗАГ}}$) дорівнюють нулю.

5.2. Вимоги до охорони праці в рослинництві.

Загальні вимоги до охорони праці в рослинництві.

1. Ця частина Правил установлює вимоги безпеки до організації й виконання технологічних процесів по вирощуванню, збиранню і первинній обробці сільськогосподарських культур.

2. Під час виробництва на працівників діють небезпечні й шкідливі виробничі фактори, властиві усім видам виробництва, зокрема і процесам виробництва продукції рослинництва.

3. Агрегування машин і устаткування з тракторами, самохідними шасі, а також переведення їх у транспортне положення необхідно проводити відповідно до вимог, передбачених експлуатаційною документацією.

4. Роботу агрегату, який обслуговують кілька працівників, необхідно починати тільки за встановленим сигналом, переконавшись у тому, що всі працівники його зрозуміли.

5. Розвороти машин потрібно проводити лише при виглиблених із ґрунту робочих органах. При цьому швидкість повинна бути не більше 4км/год.

6. Переїзд сільськогосподарської техніки слід проводити відповідно до маршрутів, затверджених власником.

Вимоги до технологічних процесів в рослинництві.

1. Технологічні процеси вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва повинні відповідати типовим технологіям, затвердженим власником.

2. При розробці нових технологій вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва безпека працівників повинна забезпечуватися вимогами правил, а також через:

— усунення прямого контакту працівників із протруєним насінням під час завантаження у транспортні засоби, доставки на поле, завантаження сівалок і саджалок;

— забезпечення трактористу-машиністу з кабіни оглядовості робочих органів начіпних сільськогосподарських машин;

— застосування сільськогосподарських машин з автоматичним приєднанням до енергетичних засобів;

— передбачення візуальної та звукової сигналізацій, які б забезпечували узгоджені та безпечні дії спільно працюючих агрегатів та машин;

— погодженість роботи агрегатів, яка унеможливило б виникнення небезпек.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз організаційно-економічного стану господарства ТОВ «Агро-Рось» вказує на те, що в даному господарстві є технічна та матеріальна база для вирощування картоплі.

2. Розробка технологічної карти вирощування та збирання картоплі проведена шляхом підбору оптимального складу сільськогосподарських машин так, щоб вони були взаємопов'язані у виробничому циклі за рядністю та продуктивністю.

3. Правильність комплектування машино-тракторного агрегату для викопування картоплі у складі трактора Foton 824 та модернізованого картоплекопача КТН-1,6 оцінено за коефіцієнтом використання тягового зусилля трактора, який становить для даного агрегату 0,95.

4. З метою підвищення продуктивності та зниження енергозатрат на процес викопування картоплі запропоновано пасивний робочий орган у формі лемеша, що здійснює підрізання шару ґрунту, при цьому основою підкопуючого органа є двохгранний клин, що створює лобове підрізання шару ґрунту.

5. З метою організації виконання заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці, в СФГ «Наталія» має бути організована служба охорони праці яку очолює один фахівець з охорони праці.

6. Економічний ефект від впровадження модернізованого картоплекопача КТН-1,6 в порівнянні з серійною конструкцією становить 678,54 грн/га, або 67854 грн на сто гектарів оброблюваної площі. Підвищення економічної ефективності модернізованого картоплекопача відбувається за рахунок підвищення його продуктивності на 33% в порівнянні з серійним аналогом та зниження витрати потужності на 10%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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. - 495 с
2. «Сільськогосподарська техніка». Каталог т.1, т.2. М. 2019. - 368 с.
3. Д. Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилук, Сільськогосподарські машини: Підручник Т. – К.: Каравелла, 2018 – 552 с.
4. Л.М. Єрмакова Кормовиробництво *Підручник Т. – К.: Каравелла, 2008 – 396 с.*
5. Рудь Ю.С. «Основи конструювання машин». К. Р. .: ПП Чернявський. 2015. - 492 с.
6. Павлице В. Т., Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. – 560 с.
7. Боженко В.О., Сільськогосподарські машини та їх використання: Навчальний посібник /– К.: Аграрна освіта, 2009. –420 с.
8. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку. Навч. посібник / Д. Г. Войтюк та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. – Суми: Університетська книга, 2008. – 543 с.
9. Демчак І.М., Полешук А.О., Кисляченко М.Ф., Кононенко В.В. Нормативи повної енергомісткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур. - Київ:НДІ" Укragenoproductivnist, 2011. - 160с
10. Голінько В.І., Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
11. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Ю. Скобло, В. Цапко, Д. Мазоренко, Л. Тіщенко,; Ред. В.Г. Цапко. -4-те вид., перероб. і доп.. -К.: Знання, 2006. -397 с

- 12.ВойтюкД.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини. –К.: Каравела, 2008. – 552с.
- 13.Екологія. Б.В. Борисюк, В.П. Феценко та ін. – Житомир: ДАУ, 2003, - 174с.
- 14.Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. – К.: Форт. -2001. 384с.
- 15.Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 2001.- 375с.
- 16.Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур. О.Ф.Смаглій, та інші., Житомир.: «Державний агроекологічний університет», 2007.- 544с.