

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

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

_____ **Юрій ГУМЕНЮК**

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему: «Механізація вирощування картоплі з удосконаленням
картоплекопача»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Вячеслав БРАТІШКО
(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

кандидат технічних наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Ігор СІВАК
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Ілля КОВАЛЬ

**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 _____ **Юрій ГУМЕНЮК**

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Ковалю Іллі Васильовичу

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Тема дипломного проєкту бакалавра: «Механізація вирощування картоплі з удосконаленням картоплекопача».

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

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру: до 25.04.2026 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 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра _____

(підпис)

Ігор СІВАК

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Ілля КОВАЛЬ

РЕФЕРАТ

Тема проєкту: «Механізація вирощування картоплі з удосконаленням картоплекопача».

Проєкт складається пояснювальну записку на 62 аркушах формату А4 та графічну частину на 7 аркушах формату А1.

В першому розділі проаналізовано діяльність господарства ТОВ «Кишенці» та визначено здатність господарства вирощувати картоплю.

В другому розділі висвітлено технологію вирощування картоплі та формування технологічної карти вирощування картоплі з використанням однорядного картоплевикопуючого пристрою.

Третій розділ містить розрахунки елементів конструкції удосконаленого картоплекопача КТН-1,6.

В четвертому розділі проведено аналіз заходів організації охорони праці.

П'ятий розділ містить економічний розрахунок від застосування запропонованої конструкції картоплекопача.

Ключові слова:, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, КАРТОПЛЯ, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ОБРОБІТОК, ҐРУНТ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, КАРТОПЛЕКОПАЧ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ 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
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	60

ВСТУП

Науково-технологічний потенціал України, у синергії з наявними природно-кліматичними умовами, здатний забезпечувати людство високоякісними продуктами харчування та ефективно провадити міжнародну торгівлю продукцією аграрного виробництва з іншими країнами світу. Напрацювання українських вчених і аграріїв постійно розвиваються, навіть під час війни, постійно вдосконалюються технології продукції харчування та розширюється асортимент і поліпшується якість продукції рослинництва.

В умовах важких часів продовжують розроблятися та впроваджуватися новітні технологічні підходи, до вирощування аграрних культур, з орієнтацією на якісний склад засобів виробництва в аграрних компаніях. Забезпечення інтенсивного рівня аграрного виробництва, у великій мірі залежить від таких чинників, як собівартість продукції, поточний рівень оновлення машинно-тракторного парку, діючі ринкові ціни на мінеральні і органічні добрива та засоби захисту рослин. Крім того, велике значення має модернізація машин, з метою підвищення їх виробничих показників.

Мета представленого дипломного проекту – підвищення рівня ефективності вирощування культури картоплі за рахунок удосконалення технологічної операції збирання урожаю.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ГОСПОДАРСТВА

Підприємство ТОВ «Кищенці» територіально знаходиться у зоні Полісся, у центральному секторі Уманського району Черкаської області.

Центральний офіс господарства розташований на території села Кищенці. Відстань від населеного пункту Кищенці, до районного центру становить 23 км, а до столиці, по магістралі Е 95 - 211 км. Дорожні покриття, побудовані, для сполучення центрального офісу та ділянками господарства насипні в асфальтовані.

Спеціалізація підприємства спрямована на вирощування зернових та технічних аграрних культур. ТОВ «Кищенці» проводить активну лінію співробітництва з господарствами ТОВ «Продсільпром» та ТОВ «Гранекс-Черкаси», а також з господарствами Звенигородського та Білоцерківського районів. Загальний показник фонду землі наявної в користуванні господарства становить близько 2062 га, з них, орних земель 1161 га, сіножатей 232 га, площі пасовищ 100 га, аграрних угідь 500 га, чагарників 40 га, під водним дзеркалом 5га, під шляхопроводами 16 га, вулиць та доріг 7 га.

Підприємство ТОВ «Кищенці» розміщене у центральній агрокліматичній зоні Черкаської області, яка характеризується помірно – холодним ґрунтово - кліматичним поясом.

Клімат цієї території помірно - континентальний, з достатньою вологістю, середньотеплим літом і недовгою зимою. Загалом, характер кліматичних умов господарства, дає можливість вирощувати будь які аграрні культури, які районовані для цієї зони. Для всієї території господарства наявним є змінний рельєф, на перепадах структур якого сформовані дернові підзолисті ґрунти. Забезпечення аграрних площ господарства вологою відбувається через атмосферні опади та басейни ґрунтових вод.

Рівень гумусного балансу, хімічних властивостей ґрунтового середовища та наявної структуризації посівних масивів, застосування органічних та мінеральних добрив, кожного року сприяє відновленню рівня гумусного

балансу та сприйнятному хімічно-біологічному складу ґрунту, що впливає на підвищення родючості ґрунту.

Укомплектованість господарства енергетичними і виробничими фондами, вказано в таблиці 1.1. Підприємство ТОВ «Кишенці» має в користуванні: головну садибу, автотракторну бригаду і ферму.

Таблиця 1.1 Укомплектованість господарства енергетичними та трудовими ресурсами.

Показники	Роки		
	2023	2024	2025
Трудові ресурси:			
Середньорічна чисельність працівників	170	140	118
Навантаження на 1 середньорічного працівника, га:			
- аграрних угідь	3,1	3,2	3,6
- ріллі	2,7	3,0	3,1
Напрацьовання, тис. люд-год	680	595	573
Енергетичні потужності, всього к.с.			
- на 100 га аграрних угідь	398	379	351
- на працівника	18,1	16,3	15,2

Інформація, яка висвітлена в таблиці 1.1, демонструє негативний факт зниження чисельності працівників, відповідно до років. Проведений аналіз показує, що, у 2025 р. кількість робітників зменшилася на 66 осіб, тобто на 36,2% у порівнянні з 2023 р.. Зменшення кількості працівників, приводить до зростання показників робочого навантаження на 1 статистичного робітника, який працює на аграрних угіддях та ріллі, за середнім значенням на 16%. Скорочення кількості робітників впливає на кількісні показники напрацьованих на підприємстві людино-годин. У 2023 р. на 107000 люд.год або на 15,7% напрацьовано менше ніж 2025 р., за браком коштів, на протяжності часу майже 9 років не проводились закупівлі нової техніки. Як наслідок старіння

тракторного і машинного дворів, кожного року втрачаються енергетичні потужності господарства. У 2025 р. їх показник знизився на 1142 к.с., або на 9%, порівняно з 2024 р. Відповідно, до втрат енергетичних потужностей, понизився показник енергетичних страт, віднесений до 100 га аграрних угідь, на 45 к.с., або на 10% та на одного статистичного робітника 2,5 к.с., або 8%. Наведені дані вказують на необхідність оновлення автотракторних одиниць на підприємстві.

Таблиця 1.2. Виробничі фонди господарства

Показник	Рік		
	2023	2024	2025
Загальний обсяг основних фондів тис. грн	9376	8736	8146
в т.ч. вартість основних виробничих фондів аграрного призначення	9076	8255	8046
- на 100 га аграрних угідь	686,4	702,7	713,3
- на середньостатистичного працівника	6,8	45,1	43,6
Середня вартість оборотних засобів, тис. грн.	1412	1359	1118
- на 100 га аграрних угідь	42,6	37,4	33,0
- на середньостатистичного працівника	1,01	1,02	1,52
Відношення оборотних засобів до основних виробничих фондів, грн	0,6	0,5	0,4

Встановити характеристику забезпеченості підприємства виробничими фондами, можна на основі даних таблиці 1.3. Отже, у 2025 р. піднялися ринкові ціни і відбулись підвищення вартості основних виробничих фондів. Також, зріст вартості, пояснює індексація вартості основних засобів. Відповідно до вказаних змін, значення показників першої групи у 2025 р. у середньому на 3% вищі за показники 2024 р. Наявність оборотних засобів, на жаль, кожного року зменшується.

Структурність виробничих площ аграрних культур у ТОВ «Кищенці» представлена в таблиці 1.3. З аналізу таблиці 1.3 випливає, що загальний

показник посівної площі у період 2024 і 2025 років не змінився, але вся наявна аграрна площа не була задіяною у вирощуванні культур.

Таблиця 1.3. Структурність виробничих площ аграрних культур

Назви вирощуваних культур	2023 рік		2024 рік		2025 рік	
	Площа (га)	Урожайність (ц/га)	Площа (га)	Урожайність (ц/га)	Площа (га)	Урожайність (ц/га)
Загальна 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 висіву всіх культур розподілені і зафіксовані, у відповідності із сівоzmінами. Перелік вирощування, аграрних культур господарства представлений зерновими культурами та технічними культурами, зокрема, цукровим буряком. Найбільші площі посівів зернових культур виділені під озиму пшеницю і ячмінь. Взагалі, у переліку посівних угідь, під вирощування цукрового буряка виділено у середньому 13 % від наявної площі посівів. Показники врожайності аграрних культур на протязі останніх років мають незначні відхилення, в межах 10%.

Тракторна дільниця у ТОВ «Кишенці» організована з метою забезпечення своєчасного виконання технологічних операцій, спрямованих на підготовку, посів, догляд і збирання аграрних культур, у відповідності до агротехнічних строків та узгодженості з відповідними агротехнічними вимогами роботи, для

отримання високих і сталих урожаїв всіх задіяних культур з мінімальними показниками затрат праці.

Функціональність тракторної ділянки впливає на обробіток територій задіяних в аграрному виробництві та вирощування тварин, оскільки забезпечує життєздатність виробництва рослинництва і тваринництва підприємства загалом. Чисельність автотранспорту, тракторів та аграрної техніки приведена у таблицях 1.4 – 1.6.

Таблиця.1.4. Автомобільний парк ТОВ «Киценці»

Назва	Марка	Кількість, шт.
Вантажні:	IVECO T-WAY AD380	3
	FOTON AUMARK BJ 1088	1
	Foton MKD 16	1
Автоцистерни	IVECO ML150E24WS	1
	FOTON AUMARK BJ 1108	1
Легкові:	Renault Duster	2

Таблиця.1.5. Тракторний парк ТОВ «Киценці»

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
Deutz-Fahr Agrofarm 410	1	0,3	0,3
Всього:	8	-	13,1

Аналіз таблиць 1.4 - 1.6 висвітлює недостатню забезпеченість господарства енергетичними засобами, комбайнами та аграрними машинами. Тракторна дільниця укомплектована робітниками повністю, але для ефективної роботи, технічних засобів не вистачає.

Таблиця.1.6. Наявність основних аграрних машин у ТОВ «Кишенці»

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

Варто зазначити, що 25% техніки за фактом, на працює. Такі обставини пов'язані із змінами цінової політики сучасного ринку і у господарстві не достатньо економічних ресурсів, на закупівлю запасних деталей, якісних паливно-мастильних матеріалів, що сприяло б якісному функціоналу агрегатів, деталей і вузлів.

Нафтове господарство ТОВ «Кишенці» скомпоноване за типовими проектами. Вплив на вибір коректного проекту чинять ряд показників, таких як розміри машино-тракторного парку і умови його використання. Нафтове господарство має у наявності наземні резервуари, для бензину; наземні резервуари, для дизельного пального; дизельні роздавальні колонки; роздавальні колонки для оливи; бензинові роздавальні колонки; складські приміщення паливно-мастильних матеріалів; пожежні щити; ангар для

зберігання пустих емкостей; пожежний резервуар з водою, та ангар для зберігання мастила і оливи.

Технічне обслуговування машино-тракторних апаратів, має в регламенті сукупність операцій, які своєчасно потрібно проводити у певні терміни, щоб підтримувати працездатний стан машин і механізмів.

У відповідності із асортиментом наявної на підприємстві техніки і засобів механізації, в умовах господарства функціонує центральна ремонтна майстерня і дільниця технічного обслуговування машин і агрегатів, які мають наступні побудови:

- 1). приміщення майстерні;
- 2). приміщення дільниці технічного обслуговування;
- 3) майданчик з твердим покриттям для налаштування, комплектування і регулювання аграрних машин;
- 4). Ангар з твердим покриттям підлоги, для робочої техніки;
- 5). Дільниця очисно-мийних робіт;

Виконаний аналіз діяльності ТОВ «Кищенці» демонструє достатні показники технічної та матеріальної баз, для забезпечення вирощування культури картоплі, хоча, наразі, культура не відмічена у сівозміні і до цього часу, не вирощувалась.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Основні аспекти технологічного процесу вирощування картоплі.

На сьогоднішній день, існує багато технологій вирощування культури картоплі, які передбачають застосування великої номенклатури аграрної техніки, різновидів добрив, отрутохімікатів і технологічних підходів. Основні технологічні підходи до вирощування картоплі базуються на виваженому застосуванні високоякісних, стійких до хвороб і впливу навколишнього середовища культурних сортів, розташування висадки після найкращих попередників, підтримання оптимальних реактивних показників ґрунтового простору, диференційованому захисті від шкідників, своєчасній і якісній реалізації агротехнічних прийомів із застосуванням сучасної техніки, яка виробляється на провідних підприємствах України і світу.

Найважливішою агротехнічною операцією у технології вирощування картоплі – є її висаджування. Урожайність культури суттєво залежить, від якісного виконання цієї операції. Тому до садильних машин, які використовуються в аграрному виробництві висувається ряд вимог, що аргументують рівень якісних і кількісних параметрів висаджування, з метою забезпечення оптимальних показників схожості картоплі і подальшу стабільну вегетацію рослин. Номенклатура агрегатів для висаджування картоплі на полях нашої країни налічує картоплесаджалки СН-4Б, Miedema Structural 4000, Loiselet G32-11, які агрегатуються з тракторами різних класів тяги. Суттєвими факторами впливу на вирощування картоплі, являються якість садильного матеріалу, показники родючих властивостей ґрунту, способи висаджування, наявні кліматичні умови. Технологічно досліджено вплив стабільності глибини закладання картоплі під час висаджування, на розвиток культури. Недотримання рівномірної глибини заробки бульб картоплі, у ґрунт – знижує рівень урожайності до 20%. Зокрема, у випадку, висаджування картоплі, на більшу за допустиму глибину, відбувається витрата значної частини

енергетичного потенціалу картоплини, що приводить до ослаблення її проростання, підвищення ризиків гниття кореневої системи.

Сорти картоплі, які використовуються у інтенсивних технологіях вирощування культури, повинні мати потенціал до високих і сталих урожаїв високоякісної продукції. Різні сорти мають індивідуальні показники швидкостиглості, урожайності, вмісту сухої речовини на 1га, смакових якостей, стійкості проти захворювань та шкідників.

З точки зору швидкостиглості сорти картоплі діляться на п'ять групових показників: ранньостиглість, середньоранньостиглість, середньостиглість, середньопізнюстиглість та пізнюстиглі. До групи ранніх сортів відносяться ті сорти, які мають вегетаційний період рослин 90 – 100 днів, середньоранні – 101 – 115 днів, середньостиглі – 116 – 130 днів, середньопізні – 131 – 140 днів, пізнюстиглі – більше 140 днів. Також суттєво, що ранні сорти при використанні інтенсивних технологій виробництва, дають урожай бульб приблизно на 55 – 65 день, середньоранні – на 60 – 70 день, середньостиглі – на 70 – 75 день, середньопізні – на 76 – 80 день і пізнюстиглі – на 81 – 85 день після закінчення операції висаджування.

Під час реалізації технології вирощування картоплі, за допомогою культиватора КРН-4,2Г, конструкція якого має лапи-підгортачі, створюються гребені на висоту 17 – 20 см. КРН-4,2Г за конструктивною будовою має сім лап-підгортачів. Підгортачі, які розміщені по краях машини, слугують у якості маркерів і розпушують ґрунт на глибину до 5 – 6 см. Для прямолінійності руху агрегату, його перший прохід виконують за допомогою вішок. Потім оператор спрямовує енергетичний засіб за крайньою борозною і реалізує після кожного проходу чотири гребені, а встановлені три лапи-підгортачі повторно переміщуються у середовищі вже нарізаних борозден. За таких підходів, відсутні стикові міжряддя.

Для нарізання гребенів, також застосовується культиватор КРН-5,6, на рамі якого розміщені п'ять лап-підгортачів, з інтервалом 140см. При першому переміщенні енергетичного засобу, борозни формуються з міжряддям 140см.

Для наступних переміщень, слідовказом являється крайня борозна, вздовж якої спрямовують правий чи лівий борт трактора. В результаті роботи, культиватор утворює гребені на відстані 70 см.

Якщо картопля вирощується, на насіння із середнім показником маси насінневих бульб 50 - 80 г – висаджують 70 - 80 тисяч бульб на 1 гектар із встановленими міжряддями 70 см. При вирощуванні картоплі на продовольче спрямування, з масою насінневих бульб 30 —50 г і 50 – 80 г або різаних бульб масою 40 – 50 г – картоплю висаджують з формуванням площі живлення 70×25 см та норми висаджування 60 - 65тисяч насінневих бульб. Показник оптимальної густоти посадки, для ранньостиглих сортів – 60 - 70 тисяч бульб на гектар, середньостиглих і середньопізніх сортів – 55 - 60тисяч бульб на гектар.

За використання гребеневого способу висаджування картоплі, особлива увага звертається на прямолінійність рядків та визначення відстані стикових міжрядь.

Після висаджування картоплі, на сьомий-восьмий день, виконують перший досходовий обробіток ґрунту. Після того як сходи картоплі з'явилися виконують два обробітки. Для боротьби з бур'янами дієвим являється підгортання картоплі. При достатньому рівні вологи ґрунтового середовища, рослини картоплі підгортають глибоко, якщо вологи недостатньо – мілкіше. Рівень глибини підгортання обирають таким, який унеможливило утворення і винесення на гребені брил землі, під час виконання технологічної операції. Для реалізації операції підгортання ґрунту, використовують культиватори, зі встановленими лапами-підгортачами чи підгортачами дискової конструкції в агрегативанні із ротаційною бороною БРУ-0,7, у якій демонтується циліндрична частина. Остаточне підгортання рослин виконують, на початку фази утворення бутонів (висота 20 - 25 см).

Найтрудомісткіший процес у технологіях вирощування картоплі – збирання урожаю. Від якісного виконання цієї операції залежить збереженість бульб картоплі у зимовий період та потенціал насінневого матеріалу.

При виконанні операції збирання картоплі, необхідно контролювати мінімальні механічні пошкодження картоплин. Дослідження засвідчують, що за зберігання картоплин, які зібрані поточковим способом, мають місце відходи на рівні 20 – 25%. Надмірна кількість перевантажень зібраної картоплі, приводить до ще більших втрат.

Варто ще зауважити, що пролонговувати вегетаційний період за рахунок зміщення терміну збирання картоплі, не має доцільності, оскільки при пониженні температурного режиму ґрунту від 13 - 15⁰С до 7 - 8⁰С, кількість механічних пошкоджень бульб збільшується, у 2 - 3 рази.

З метою підвищення продуктивності збиральних машин і поліпшення показників якості продукції картоплярства, площу поля, на протязі періоду вегетації картоплі утримують у чистому стані із достатньо розрихленим ґрунтом, оберігають рослину від ураження хворобами і бур'янами.

Перед виконанням операції збирання, необхідно старанно підготувати поле. Коли в технології задіяні щільні, запливаючі і перезволожені площі, за один або два дні до початку збирання урожаю, або у день збирання, виконують операцію глибокого розпушування міжрядь. Для цього використовують стрілчасті лапи, які опускають на глибину нижчу рівня розташування бульб у кущі. Такий підхід поліпшує показники аерації ґрунту, спонукає прискоренню дозрівання картоплин і зниженню опору ґрунту за умов комбайнового збирання.

В першу чергу виконують збирання ранньостиглих сортів, далі середньоранніх, середньо- і пізньостиглих. Перед початком операції збирання, на всій площі поля проводять скошування бадилля і прибирання його із площі поля. Щоб провести скошування бадилля картоплі застосовують машини КИР-1,5 Б і КИР-1,5, а для виконання операції збирання урожаю – комбайни КСК-4, ККУ-2А, Е-665, а також картоплекопачі типу УКВ-2 різних виробників.

Сезон збирання розпочинається близько 20 серпня і закінчується близько 1 жовтня, за температурного режиму не нижче 7⁰С.

2.2. Розробка технологічної карти вирощування картоплі.

Технологічні карти виробництва продукції основних аграрних культур складаються на основі досвіду сучасних аграрних підприємств, досягнень науково-технічного прогресу, наявного стану забезпечення аграрного виробництва та перспективних рішеннях і підходах, із врахуванням вимог ресурсозберігаючих технологій, мінімальних показників обробітку ґрунту та ґрунтозахисних технологій.

Технологічна карта розробляється за умовами конкретних господарств, з диференціацією на виконавчі (поточний рік) і перспективні варіанти технологічних карт.

На початку формування технологічної карти, проводиться аналіз природних умов підприємства: агрокліматичних, ґрунтових із зазначенням показника питомого опору, конфігурації і довжини гонів, рельєфу місцевості, кутів схилів площ полів. Вказані фактори чинять вплив, на технологічні показники процесу вирощування культури, показники технологічних операцій, комплектації машино-тракторних агрегатів, показники їх продуктивності і витрат пального.

Базовою інформацією для складання технологічних карт, слугують дані про назву культури; попередників культури; розміри площі висадження вказаної культури, га; показники планової урожайності культури (основної і другорядної продукції), т/га; норму витрат, кг/га: насіннєвих матеріалів, робочої рідини пестицидів; добрив (мінеральні, органічні), т/га; відстань транспортних перевезень, км: насіннєвих матеріалів, технологічних матеріалів добрив, пестицидів, основної і додаткової продукції. При цьому дотримуються агротехнічних вимог до реалізації кожної технологічної операції, зазначеної норми виробітку на механізованих та ручних процесах, номенклатуру машин господарства, технічну готовність машин, експлуатаційні показники машиновикористання за минулі роки та дані статистичних матеріалів, для встановлення рівня прямих виробничих затрат (оплата праці, норма витрати пального тощо).

Побудова технологічної карти розпочинається із встановлення культур-попередників, уточнення здатності ґрунту чинити опір вітровій та водній ерозіям, рівня забур'яненості поля та основних типів бур'янів.

Згідно із виконаним, у першому розділі проекту, аналізом організаційного, експлуатаційного та економічного показників господарства, розрахунок показників технологічної карти вирощування культури картоплі виконаємо для площі 100 га після культури-попередника люпину.

Терміни проведення операцій приймаємо з урахуванням агротехнічних оптимальних термінів реалізації робіт та досвіду перспективних підприємств. Терміни встановлюються у відповідності з агростроками висвітленими у довідках. Також потрібно дотримуватися узгодження за часом технологічних операцій вирощування аграрних культур.

Показники часу проведення операцій встановлюються, у відповідності з діючими агровимогами, наприклад, операція весняного закриття вологи триває 3 дні. Протяжність робочого часу доби визначається у відповідності до встановленого, на підприємстві робочого дня, із врахуванням специфіки операції, що реалізується. Кількість змін на добу приймається з розрахунку 1; 1,5; 2 та 3, при 7 годинному робочому часі за зміну.

Варто зазначити, що послідовність виконання операцій носить єдиний характер для усіх культур (стовпчик 1). Наявний операційний перелік (стовпчик 2) узгоджений з технологіями виконання операцій. Розрахунок технологічної карти виконуємо згідно рекомендацій дослідних інститутів і наукових установ або попередніми технологічними картами, що розроблені раніше спеціалістами підприємства. У графі переліку робіт вказуємо забезпечення комплексною механізацією з метою зниження рівня ручних робіт.

Опис агротехнічних вимог та показників якості заносимо до стовпчика 3, де вказується глибина обробки ґрунту, загортання насіннєвих матеріалів, норма внесення добрив і посіву насіннєвих матеріалів, показники урожайності та інші значення показників, що впливають на якість проведення робіт.

У стовпчику 4 висвітлюються розмірності виконуваних технологічних операцій – га, т; транспортно-перевалочних робіт – т-км; додаткових робіт – т. Показники погодинних механізованих робіт вказуються у годинах, показники землерийних робіт – у м³.

Фізичні обсяги робіт (стовпчик 5) повинні відповідати плановим та кратності їх реалізації (посадка картоплі за два проходи у випадку виконання операції без часових розривів та за термінами агротехнічних строків).

Основним кроком формування технологічної карти є розрахунок та підбір комплекту агрегату (стовпчики 6, 7, 8), а також вибір кількості працівників – операторів і обслуговуючих робітників (стовпчики 9,10). Кількість операторів-трактористів та допоміжного персоналу обираємо у відповідності з наявним складом аграрних машин і встановленої технології обслуговування агрегату.

Склад технологічного агрегату для реалізації кожної аграрної операції визначаємо з метою забезпечення заданої якості, максимальних показників продуктивності, повного використання потужності та мінімальних затрат коштів на одиницю проведеної роботи. У процесі визначення складу агрегату, пріоритет надаємо комбінованим конструкціям агрегатів, як промислового виробництва, так і місцевого, на базі господарства. Для виконання операцій з підвищеним рівнем енергомісткості та при великих об'ємах роботи, вигідно користуватися енергонасиченими тракторами, а для виконання операцій з низьким показником енергомісткості та на площах малих розмірів - універсальні трактори.

Підбір аграрних машин, проводимо за умов їх взаємопов'язаності, у межах виробничого циклу, за критеріями продуктивності. Наприклад, потрібно узгоджувати урожайність картоплі та пропускну здатність картоплезбирального комбайна; показники рядності посівних машин, культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту і збиральних машин для кожної культури. Підібрані агрегати повинні відповідати ґрунтозахисним системам землеробства, мати низький рівень витрат пального, відповідати ергономічним підходам до праці операторів та обслуговуючих працівників.

Показник змінної норми виробітку (стовпчик 11) визначається на основі типових нормам виробітку на механізованих і транспортних аграрних роботах. Навантажувачі та транспортні засоби, які виконують операції обслуговування основних виробничих агрегатів – налаштовані на показники норм виробітку за приведеною продуктивністю основного агрегату. Встановлені показники норм виробітку на механізованих роботах, розраховані під протяжність зміни 7 год, а на роботах з наявністю шкідливих виробничих факторів – 6 год.

Змінна норма виробітку агрегата визначається за формулою:

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

де: $W_{год}$ - змінний виробіток агрегату за годину часу, га/год, т/год, м³/год;
 $T_{зм}$ – протяжність зміни, год.

Час зміни:

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

де: $T_{П}$ – показник підготовче-заключного часу, год; $T_{Р}$ – показник часу роботи агрегату у загінці із активним робочим органом, год; $T_{Х}$ – показник часу холостого переміщення агрегату, при виконанні маневрів розвертання та переїзду, год; $T_{ТО}$ – показник часу на технологічне обслуговування агрегату, год; $T_{ТД}$ – показник часу на плановий технічний огляд агрегату, год; $T_{Н}$ – показник часу непрацездатності агрегату через поломку машини; $T_{ОРГ}$ – показник часу на організацію усунення недоліків, год; $T_{М}$ – показник часу на вплив метеорологічних умов, год.

Якщо показник норми виробітку не призначений, особливо для нової техніки, то він визначається відповідно до технічної характеристики машини та коефіцієнта використання змінного часу:

$$W_{год} = 0,1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot \tau; \quad (2.3)$$

де: V_P – швидкість агрегату робоча, км/год (технічна характеристика аграрної машини); B_P – значення робочої ширини захвату агрегата, м; τ – значення коефіцієнта використання змінного часу.

Робоча ширина захвату агрегата:

$$B_P = B_m \cdot \beta; \quad (2.4)$$

де: B_m – розмір конструктивної ширини захвату агрегату, м; (технічна характеристика аграрної машини); β – значення коефіцієнта використання конструктивної ширини захвату агрегату.

Значення коефіцієнта використання часу зміни, перебуває у залежності від типу роботи, наявних умов та організації роботи:

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

Для збільшення значення коефіцієнта використання змінного часу, потрібно вилучити час, затрачений на усунення поломок агрегату, на організаційні питання, за можливістю, понизити рівень залежності робочого процесу агрегату від метеорологічних умов, а також встановити відповідність норм часу налаштування агрегату на роботу, на виконання холостих переїздів, на виконання технологічного обслуговування, на проведення технічного огляду, на основний робочий час.

За необхідності, можна встановити добовий виробіток агрегату:

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

де: $W_{доб}$ - добовий виробіток агрегату, га/доб, т/доб, м³/доб; $T_{доб}$ – час тривалості робочого дня за добу, год.

Чисельність потрібних норм за зміну на один агрегат (стовпчик 12):

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

де: Q – значення обсягу робіт, у фізичних одиницях, га, т, км.

За необхідністю, враховуючи агротехнічні періоду реалізації операції, додатковим рядком технологічної карти розраховуємо чисельність агрегатів, потрібних для виконання всіх робіт, технологічної операції:

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

де: n - чисельність агрегатів; D_p – показник агротехнічної тривалості виконання операції, діб.

Затрати праці для реалізації технологічної операції (стовпчик 13) розраховуються за формулою, люд-год:

$$Z_{\Pi} = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}}, \quad (2.9)$$

де: Z_{Π} - затрати праці в операції, люд.-год/га, люд.-год/т, люд.-год/м³; $m_{\text{мех}}$ - кількість операторів, для обслуговування агрегату, при умові роботи в одну зміну, чол; $m_{\text{доп}}$ – кількість допоміжного персоналу, для обслуговування агрегату, при умові виконання роботи в одну зміну, чол.

Розміри тарифних ставок (стовпчики 14, 15), для механізаторів і працівників задіяних на ручних роботах, у галузі рослинництва вибираються таким чином, щоб показник виконаної роботи працівником, з найнижчим рівнем кваліфікації (перший розряд) забезпечував мінімальний показник заробітної плати.

Оплата праці згідно тарифу (стовпчики 16, 17, 18) розраховуються окремо для операторів та допоміжного персоналу:

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

де: $Z_{\text{мех}}$ і $Z_{\text{доп}}$ – рівень оплати праці, відповідно операторів та допоміжного персоналу, грн; $T_{\text{мех}}$ і $T_{\text{доп}}$ – показники тарифних ставок за зміну роботи операторів та інших робітників, грн./зміну.

Витрати пального (стовпчик 19) на одиницю виконаної роботи приймаємо спираючись на дані довідкових джерел або нормами витрат пального, які задіяні у господарстві. Якщо норми витрат пального не визначені, для техніки нових моделей, то витрата пального на одиницю реалізованої роботи:

$$g_{\text{за}} = \frac{G_{\text{пн}} \cdot K_T}{W_{\text{год}}}; \quad (2.11)$$

де: $g_{\text{за}}$ - норма витрат пального, кг/га, кг/т, кг/м³; $G_{\text{пн}}$ - витрати пального за номінальної потужності двигуна, кг/год (технічна характеристикою ДВЗ); K_T –

значення коефіцієнта неповного завантаження двигуна при виконанні робочого ходу, при холостих маневрах, переміщеннях та при зупинці енергетичного засобу з робочим двигуном.

Витрати пального енергетичного засобу за номінальною потужністю двигуна $G_{ПН}$ (на певній передачі) можна визначити:

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

де: $N_{КР}$ – значення тягової потужності двигуна на ввімкнутій передачі, кВт; G – питомі витрати пального, г/кВтгод [15] (довідника чи технічні дані $G=260$ г/кВтгод).

Загальні витрати пального на весь реалізований обсяг робіт (стовпчик 20):

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

Варто зазначити, що загальний показник витрат пального та показник затрат праці і показник прямих витрат відносимо до площі та урожайності культури, тоді, в результаті, визначаємо показники, що стосуються одиниці виробленої продукції. Важливе значення має порівняльна характеристика показників, що стосуються одного еталонного гектара площі та одиниці виробленої продукції із статистичними даними застосованої технології з точки зору визначення ефективності впровадженої технології вирощування аграрної культури.

Якісні показники виконання будь якої технологічної операції, суттєво будуть чинити вплив на рівень собівартості виробленої продукції. Необхідно приділити суттєву увагу найбільш енергомісткому етапу картоплярства - збиранню урожаю картоплі.

Машино-тракторний агрегат для реалізації технологічної операції збирання урожаю комплектуємо там чином, щоб витримати задану якість роботи, досягти максимальної продуктивності, повного використання потужності енергетичного засобу та мінімальних витрат ресурсів на одиницю виконаної роботи.

2.3. Аналіз конструкцій робочих органів картоплезбиральних знарядь в технологіях збирання картоплі

Аналіз будови робочих органів машин для збирання картоплі розпочинаємо з конструкції найпростішого картоплекопача, робочим органом якого являється двохпальцевий корпус. При виконанні робочого процесу, корпус рухається у середині рядка і розгортає його по обидві сторони. Такий тип картоплекопачів входять до агрегату з універсальними тракторами та засобами малої механізації. Картоплекопачі з роторними органами (рис.2.2) складаються з лемеша лоткоподібної форми, який виконує підкопування рядка картоплі та ротора, який відкидає підкопану масу на праву сторону машини. За будовою, ротор являє собою барабан, з розміщеними на ньому восьми відкидальних гребінок.

До конструкції гребінки входять чотири сталі пальці. Привод ротора здійснюється, від вала відбору потужності енергетичного засобу, через редуктор.

Для копіювання рельєфу поверхні поля, на картоплекопачі встановлене копіювальне колесо, також за допомогою колеса можна регулювати глибину підкопування картоплі. З конструкцією такого робочого органу існують копачі КТН-1,6 і КТН-1А.

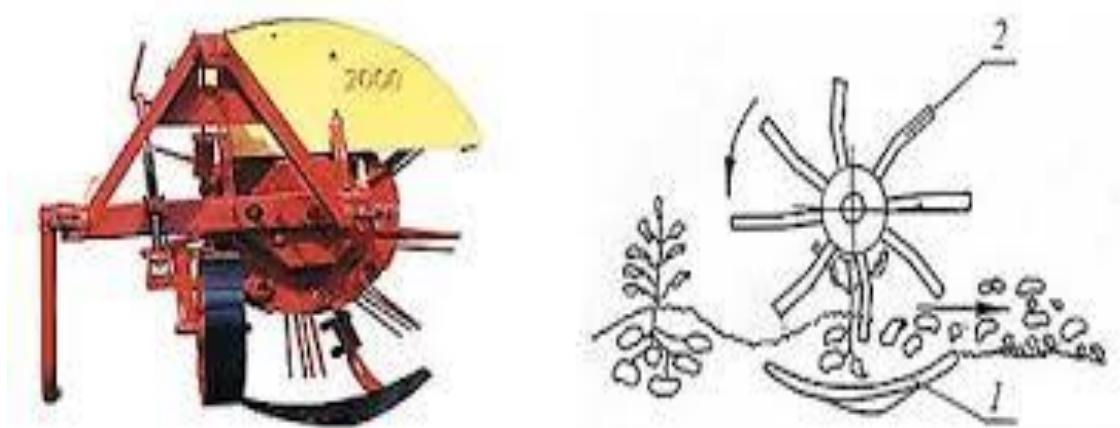


Рис.2.1. Схема копача роторного типу:

1 - леміш; 2 - ротор пальчастий.

Машини для викопування картоплі просіювального типу, такі як картоплекопач однорядний Л-651, мають в конструкції транспортер-сепаратор

(рис. 2.1). Будова картоплекопача Л- 651 налічує леміш, для підкопування рядка картоплі, вертикальні диски для обрізування бадилля на периферії рядка та стабілізації від розпадання підкопаного лемешем рядка на сторони, також в конструкції є два сепараторних елеватори, де відокремлюється ґрунт від картоплі, звужувальні решітки, для спрямування руху бульб до центру, розрівнювача, для вирівнювання та ущільнення ґрунту, щоб поліпшити умови збирання картоплі вручну.

Конструкція картоплекопача КСТ-1,4А (елеваторний тип) складається з двох підкопувальних лемешів трапецеїдальної форми, які загострені спереду, а у задній частині, вони шарнірно з'єднанні з клапанами пластинчастого типу, для запобігання можливого блокування камінням простору між лемешами і швидкісним елеватором. Під час робочого процесу, лемеші виконують коливальний рух (рис.2.3). Прутковий тип швидкісного елеватора ефективно руйнує і сепарує підрізаний шар ґрунту і подає викопану масу, до основного елеватора для часткового відділення ґрунту і вороху від картоплі, з переміщенням маси до каскадного елеватора.

Верхня вітка основного елеватора приводиться в рух від зірочок еліптичної форми і сприяє динамічному просіванню землі через прутки. Сепарація закінчується на каскадному елеваторі, який видаляє окремо ворох і картоплю на поверхню поля. Варто вказати, що кожен другий пруток елеватора покритий гумою, для зниження кількості пошкодженої картоплі.

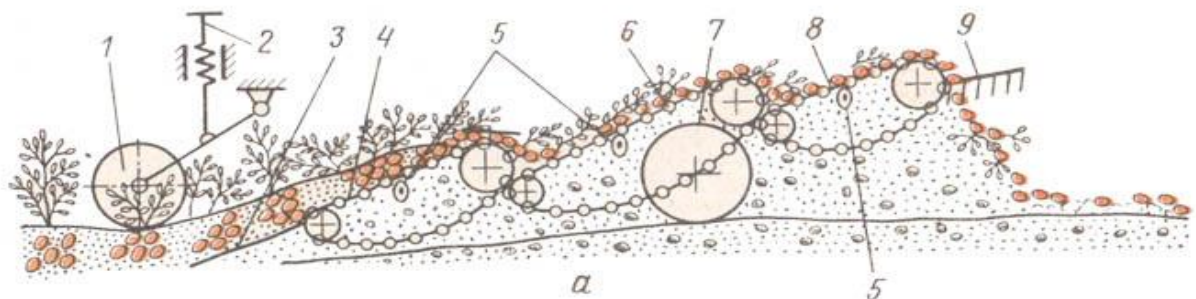


Рис. 2.2. Конструктивна схема копача Л-651:

1 - коток копир; 2 - пристрій для вирівнювання ущільнювальної дії на поверхню поля; 3 - леміш; 4 - рама; 5 - сепаратор; 9 - щитки для утворення валка;

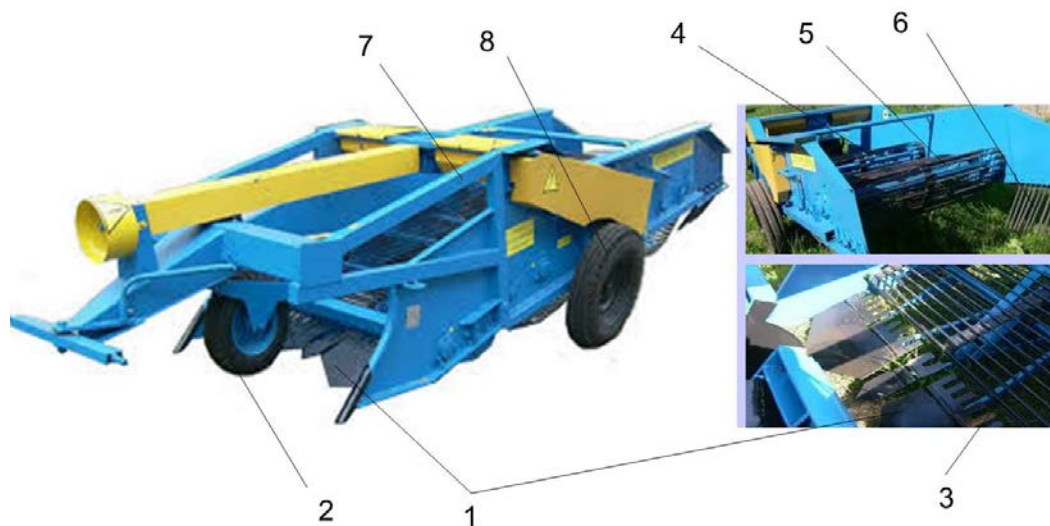


Рис. 2.3. Будова копача КСТ-1,4:

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

Функція звужувальних щитків полягає у зміщенні маси до осі переміщення машини і формування валка. Глибина занурення лемешів регулюється за допомогою гвинтового механізму копіювального колеса, частота коливання лемешів та швидкість переміщення елеваторів регулюють зміною передаточного числа на зірочках ланцюгової передачі приводного механізму.

За будовою начіпний двохрядний картоплекопач КТН-2В (рис. 2.4) має раму, автозчіпний пристрій, два активні і середній пасивний лемеші, система сепарації складається з основного і каскадного елеваторів, для просівання залишків ґрунту, опорних коліс та механізму регулювання глибини занурення лемешів.

Подібний двохрядний начіпний картоплекопач КТН-2Б (рис. 2.5) за будовою має раму, автозчіпний пристрій, два лемеші для підрізання ґрунтового пласта, основний і каскадний елеватори для сепарації ґрунту та спрямовувальні щитки, для утворення валка. Глибина занурення лемешів регулюється гвинтом опорних коліс. Машина викопує картоплю на гребеневій і гладкій місцевості, відділяє бульби від ґрунту і вкладає їх з бадиллям у валок на поверхні поля для зручності збирання

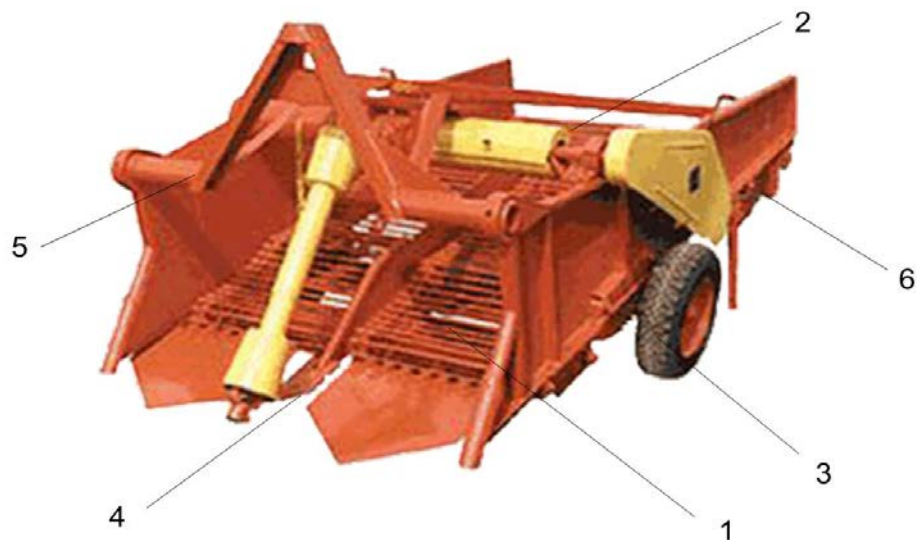


Рис. 2.4. Конструктивна схема копача КТН-2В:

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



Рис. 2.5. Робочий процес копача КТН-2Б:.

На основі проаналізованих конструкцій картоплекопачів, встановлено, що оптимальним варіантом машини для наявних у господарстві умов є конструкція картоплекопача роторного типу.

У порівняльній оцінці з копачами просіюючих типів спостерігається незначний недолік, який полягає у вищому рівні затрат праці у межах на 20...25%. Але позитивом являється начіпний варіант машини начіпна, що призводить до меншої маси, менших габаритних розмірів, що суттєво підвищує якість збирання картоплі на ділянках довільної форми. Отже, обираємо для модернізації картоплекопач роторного типу КТН-1,6.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА

3.1. Обґрунтування технологічного процесу викопування картоплі

Технологічний процес роботи картоплекопача заключається у підрізанні пласта ґрунту лоткоподібним лемешем, переміщенні підрізаного ґрунту по всьому тілу лемеша до пальців ротора. Пальці ротора виконують рух у напрямку перпендикулярному до переміщення зрізаного пласта ґрунту, подрібнюють його і відділяють з нього бульби картоплі, розтрушуючи їх по поверхні поля шириною 1,5 - 3,5 м.

На технологічний процес впливають наступні параметри:

- Значення робочої швидкості машини, яке встановлюється згідно до агротехнічних показників і становить 6,5 км/год,
- Конструктивні розміри і форма лемешів (довжина – L , ширина – B , кут загострення γ , кут підрізання – α),
- частота обертального руху і потужність ротора - встановлюється, відповідно до значень з робочої швидкості та виду ґрунту.

3.2. Розрахунок та обґрунтування конструктивних параметрів модернізованого лемеша

Леміш картоплекопача призначений для підкопування шару ґрунту де розміщується картопля, з частковим або повним його подрібненням та передачею до робочих органів. Конструктивно леміш повинен спонукати мінімальному захвату землі з відсутністю невикопаних або травмованих картоплин.

Параметри раціональної форми лемеша встановлюються у відповідності з комплексним аналізом необхідних вимог та умов його функціоналу. Щоб забезпечити виконання вказаної мети, пропонується робочий орган, який підрізає пласт ґрунту, з дією пасивного впливу лемеша на пласт. Основним

елементом підкопуючого робочого органу являється двохгранний клин, який працює у фронтальному напрямі і забезпечує лобове підрізання пласта.

Конфігурація леза підкопуючого органу має бути виконаною у відповідності до форми поперечного перерізу корча бульб.

Рівень деформації ґрунту від дії клина корелює із значенням кута α (рис. 3.1), який носить назву кута різання. Для формування мінімальних зусиль, затрачених на підрізання пласта, кут α повинен мати мінімальне значення. При використанні клина, з різним значенням кута α за довжиною (рис.3.2) можна виконати підйом пласта на необхідну висоту H при мінімальному початковому значенні α і оптимальній довжині лемеша L .

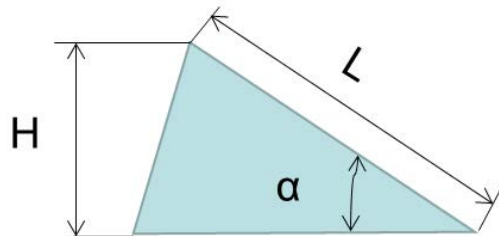


Рис. 3.1. Схема визначення оптимальної форми лемеша

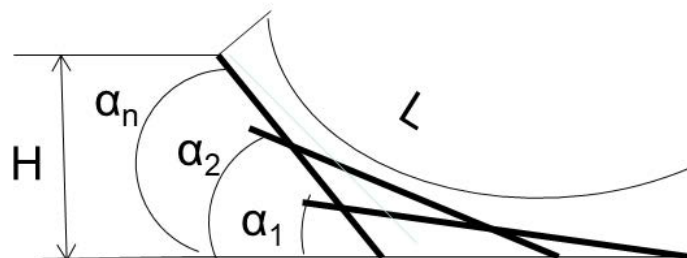


Рис. 3.2. Схема встановлення оптимальної форми лемеша

В свою чергу, кут α також являється і кутом кришення. При постійному куті, проходження підкопаного масиву по лемешу, він ізольований від впливу будь-якої додаткової взаємодії. Тому, щоб виконати дію на підкопаний пласт потрібно застосувати інший клин із більшим значенням кута кришення.

Для ефективного руйнування ґрунту та унеможливлення злипання клина, потрібно застосувати плавну криволінійну поверхню у вигляді частини параболи (рис. 3.3).

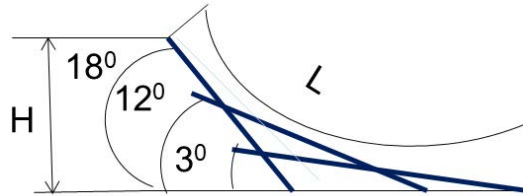


Рис. 3.3. Повздовжній переріз запропонованої форми

З огляду на будову попередньої конструкції та з конструктивних міркувань, довжина лемеша L та висота розміщення заднього обрізу лемеша H , приймаються із значеннями $L=280\text{мм}$ і $H=55\text{мм}$ відповідно.

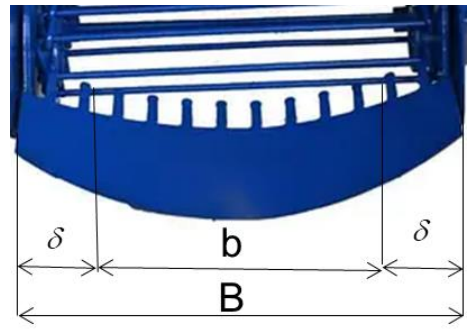


Рис. 3.4. Схема розрахунку ширини лемеша

Значення ширина лоткоподібного лемеша (рис. 3.4):

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

де b - ширина перебування бульб у корчі. Згідно з аналітичними даними максимальний показник ширини корча знаходиться в діапазоні від 23 до 32 см.

δ - зміщення осі рядка відносно осі лемеша, яке виникає за непрямолінійності рядка та хаотичного переміщення машини. Приймаємо значення δ рівним 11 см.

Отже,

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

Вільному переміщенню пласта ґрунту по тілу лемеша перешкоджає коріння рослини.

Для мінімізації такого впливу, кут сходу γ (рис. 3.5) має бути:

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

де φ - кут тертя рослинних решток і коренів по тілу леза. Згідно з аналітичними даними, кут тертя коріння по тілу леза $\varphi=45^\circ$.

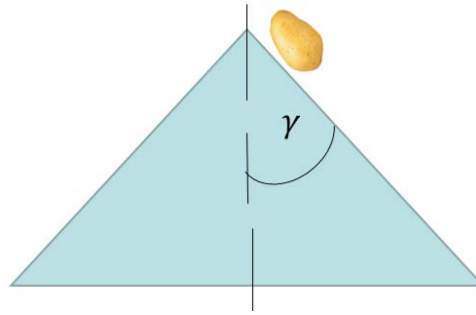


Рис. 3.5. Схема розрахунку кута сходу лемеша

У результаті,

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

Для конструкцій пасивних лемешів сучасних картоплекопачів $\gamma = 40 - 50^\circ$.

3.3. Розрахунок основних параметрів ротора картоплекопача

3.3.1. Встановлення довжини прогумовування пальців ротора

Пальці ротора призначені, для розтрішування пласта ґрунту, із вмістом картоплин, винесення бульби із ґрунтового середовища та розкидання її по поверхні поля. Через контакт пальців ротора з тілом бульб інколи відбувається їх травмування, тому що матеріал пальців – сталь.

Для нівелювання шкодочинної дії пальців, необхідно їх виготовляти з матеріалу який не буде призводити до травмування бульб, або значно скоротить кількість пошкоджених картоплин. У якості такого матеріалу можна використовувати гумо-тканину ДСТУ 7338-77. Матеріал складається з тканини бельтінгу, яка вулканізована гумою, для забезпечення міцності.

Прогумовувати пальці, по всій їх довжині не має необхідності, прогумовувати потрібно лише ту їх частину, яка має контакт з бульбами картоплі. Отже, геометрична довжина прогумовування пальців повинна становити біля 25 см.

3.3.2. Обґрунтування та визначення частоти обертання ротора

Значення частоти обертання ротора має вплив на показники якості просівання пласта ґрунту з вмістом бульб та на кількість пошкоджених бульб.

Натомість, значення частоти обертання повинне спонукати повному видаленню картоплин із пласта ґрунту і виключати втрати бульб, через низькі значення частоти обертання. За високих показників частоти обертання підвищується імовірність травмування та надмірного розсипання бульб. З огляду на описані вимоги, частота обертання ротора повинна бути в оптимальних межах і забезпечувати виконання обох вимог.

Згідно з регламентом агротехніки, робоча швидкість переміщення машини і відповідно швидкість переміщення пласта ґрунту який надходить до пальців ротора, повинна відповідати 6 -6,5 км/год. Для проведення розрахунків, приймаємо вищу межу швидкості – 6,5 км/год. За умов такого показника швидкості пласт ґрунту переміститься на 186 мм за час 0,10 секунди.

Для винесення картоплин із пласту ґрунту без втрат, гребінки повинні входити в ґрунтовий простір, кожні 0,10 сек.

Отже, конструктивна будова ротора має в наявності вісім гребінок, які розміщені через 45° одна від одної, тому необхідне значення колової швидкості ротора буде рівне:

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

Для визначення частоти обертання ротора скористаємося формулою:

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

Для забезпечення ефективної реалізації процесу підвищимо рівень частоти обертання ротора у 1,2 рази.

Отже,

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

На основі проведеного розрахунку встановлено, що частота обертання ротора повинна мати значення 90 об/хв.

3.3.3. Визначення втрат потужності на роботу ротора картоплекопача

Деформація ґрунту залежить від потужності ротора, яка діє на пальці та винесення ними бульб і землі:

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

де N_{∂} і N_{ϵ} - відповідно втрати потужності на процес деформації і винесення.

Потужність, яка затрачується на деформацію:

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

де k - коефіцієнт питомого опору деформації ґрунту, (приймаємо максимальний показник, для важких ґрунтів $k = 7,84 \cdot 10^{-2}$ МПа); c - показник площі поперечного перерізу пласта ґрунту, який подрібнюється одним пальцем $c = 55 \text{ см}^2$; h - показник висоти пласта ґрунту, який подрібнюється пальцем, приймаємо рівним максимальному значенню глибини підкопування, $h = 25 \text{ см}$; z - загальне число пальців, $z = 32$; n - показник частоти обертання пальців ротора; α - коефіцієнт стану ґрунту, який перебуває під дією пальців. Оскільки земля підрізана і частково розпушена на леміші, $\alpha = 0,7$.

Для важких ґрунтів:

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

Потужність затрачена на винесення бульб та ґрунту:

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

де δ - коефіцієнт винесення, відповідно до форми робочого органу, $\delta = 0,5$; Q_n - маса винесених картоплин і ґрунту, які відкидаються за 1 секунду, $Q_n = 61,82$ – для важких ґрунтів; V_p - показник колової швидкості ротора, $V_p = 4,23 \text{ м/с}$.

Для важких ґрунтів:

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

Загальна потужність, затрачена ротором на важких ґрунтах:

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

Потужність вала відбору потужності енергетичного засобу:

$$N_{\text{ввл}} = \frac{N}{\eta_{\text{л}}^2 \cdot \eta_{\text{м}}}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

де η_l - ККД ланцюгової передачі, $\eta_l = 0,96$;

η_m - ККД запобіжної муфти, $\eta_m = 0,98$.

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

Значення максимально необхідної потужності на ВВП енергетичного засобу – 4,30 кВт.

3.4. Кінематичний розрахунок приводу ротора

3.4.1. Розрахунок та визначення геометричних параметрів першої ланцюгової передачі

Дані, для розрахунку:

Значення колової швидкості на валу ведучої зірочки $\omega_1 = 56,52$ рад/с.

Показник потужності на валу ведучої зірочки, рівний потужності на ВВП енергетичного засобу із врахуванням втрат запобіжної муфти, $N_1 = 4,22$ кВт;

Приймаємо значення передаточного числа передачі $U = 3$.

Розрахунок виконуємо у відповідності, з існуючими методиками.

Встановлюємо значення основного параметра ланцюгової передачі – кроку:

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

де K_3 - значення коефіцієнта експлуатації,

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

де K_o - коефіцієнт, що характеризує навантаження, $K_o = 1,25$; $K_{\text{рег}}$ - коефіцієнт, що вказує на спосіб регулювання розміру провисання ланцюга, $K_{\text{рег}} = 1,0$; K_n - характеристичний коефіцієнт навантаження ланцюгової передачі, $K_n = 1,0$; $K_{\text{реж}}$ - коефіцієнт протяжності роботи, $K_{\text{реж}} = 1,0$; K_a - коефіцієнт геометричної довжини ланцюга (при $a_1 = 19,16$), $K_a = 1,0$

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

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

Визначаємо кількість зубів веденої зірочки:

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

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

Тоді:

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

Приймаємо $Z_2 = 45$.

$[p]$ - значення допустимого питомого тиску у шарнірах, при $\omega = 56.52$ м/с,
 $[p] = 24$ МПа;

m_p - значення коефіцієнта рядності.

Отримуємо:

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

Обираємо ланцюг ПР-19,05-3180 ДСТУ 13568-75.

Корисні параметри ланцюга: $t = 19.05$ мм; $d_1 = 11.91$ мм; $b_1 = 12.7$ мм;
 $b_4 = 26.9$ мм; $P_1 = 22.78$ мм, значення погонної маси $q = 1.9$ кг/м, сила руйнування
 $Q = 31.8$ кН.

Міжосьова відстань ланцюгової передачі:

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

де a_1 - значення міжосьової відстані у кроках, $a_1 = 21,35$; t - значення кроку ланцюга, $t = 19,05$

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

Встановлюємо необхідну довжину ланцюга у кроках:

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

де :

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

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

Маємо:

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

Приймаємо необхідну довжину ланцюга $L_1 = 74$ кроків.

Уточнюємо значення міжосьової відстані:

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

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

Для можливості провисання ланцюга зменшено показник міжосьової відстані на 0,002...0,004, отже:

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

Тоді:

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

Встановимо кількість ударів ланки ланцюга об зуб зірочки за 1 секунду:

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

де $[v]$ - межа допустимих значень, $[v]=35$,

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

Встановлюємо значення сил, які діють у вітках ланцюга і впливають на вали.

Значення колової сили:

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

де V - швидкість руху ланцюга,

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

Тоді:

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

Значення сили натягу ланцюга від надмірного провисання:

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

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

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

Встановлюємо силу натягу ланцюга від дії відцентрових сил:

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

Значення загального зусилля у ведучій вітці:

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

Значення загального зусилля у веденій вітці:

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

Значення зусиль, які діють на вали ведучої та веденої зірочок:

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

Виконаємо перевірку питомого тиску у шарнірах:

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

де S - значення проекції опорної поверхні шарніра, $S=1,05 \text{ см}^2$; $[p]$ - допустимі зусилля питомого тиску, $[p]=24 \text{ МПа}$.

Отримуємо:

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

Запас міцності прийнятого ланцюга:

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

де Q - навантаження руйнування ланцюга, $Q=31800\text{Н}$; $[n]$ - допустимі межі запасу міцності, $[n]=9,3$.

Тоді:

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

Отже, вибраний ланцюг відповідає силовій характеристиці передачі.

Встановлюємо значення геометричних та конструктивних розмірів зірочок.

Діаметр ділільних кіл:

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

Для ведучої зірочки:

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

Для веденої зірочки:

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

Діаметр зовнішніх кіл:

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

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

Для ведучої зірочки:

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

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

Для веденої зірочки:

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

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

Радіус западин зубів:

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

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

Для ведучої зірочки:

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

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

Для веденої зірочки:

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

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

Діаметр кіл западин зубів:

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

Для ведучої зірочки:

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

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

Для веденої зірочки:

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

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

Радіус кіл контакту

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

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

Для ведучої зірочки:

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

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

Для веденої зірочки:

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

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

Кут контакту:

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

$$d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{Z}. \quad (3.35)$$

Для ведучої зірочки:

$$d_{\min} = 120^0 - \frac{90}{15} = 114^0;$$

$$d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{15} = 134^0.$$

Для веденої зірочки:

$$d_{\min} = 120^0 - \frac{90}{45} = 118^0;$$

$$d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{45} = 138^0.$$

Радіус кіл заокруглень ведучої і веденої зірочок:

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

Значення заокруглення зуба:

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

Геометрична ширина зуба:

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

Встановимо орієнтовні діаметри отворів під вали передачі:

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

де T - значення крутного моменту на валах зірочок; $T=76,66$ Нм – ведучої зірочки; $T=241,96$ Нм – веденої зірочки; $\tau_{кр}$ - значення допустимих напружень кручення.

Отже, для ведучої зірочки:

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

Приймаємо $d_{\epsilon} = 25$ мм.

Для веденої зірочки:

$$d_{\epsilon} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{241,96}{0.2 \cdot 20}} = 37,73, \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{\epsilon} = 40$ мм.

Діаметр маточини:

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

Для ведучої зірочки:

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

Для веденої зірочки:

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

Довжину маточини ведучої зірочки приймаємо: $L_{ce} = 50 , \text{ мм.}$

Діаметри отворів на диску веденої зірочки:

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

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

Приймаємо $d_0 = 30 \text{ мм.}$

Діаметр розташування отворів на диску:

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

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

3.4.2. Розрахунок та визначення геометричних параметрів другої ланцюгової передачі

Встановимо вихідні дані розрахунків: частота обертання на валу ведучої зірочки об/хв, при значенні колової швидкості $\omega = 18.84 \text{ рад/с.}$

Значення потужності, на валу ведучої зірочки – рівне значенню потужності попереднього вала $N = 4.05 \text{ кВт.}$

Передаточне число передачі $U = 2 .$

Встановлюємо крок ланцюга:

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

Визначаємо експлуатаційний коефіцієнт,

$$K_z = K_{\phi} \cdot K_{рег} \cdot K_n \cdot K_{см} \cdot K_{реж} \cdot K_a ,$$

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

Маємо: $K_z = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,56$

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

Z_1 приймаємо рівним 15.

Тоді:

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

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

Отже:

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

Вибираємо ланцюг ПР-25,4-5670 ДСТУ 13568-75 із кроком $t = 25,4$.

Технологічні параметри ланцюга: $P_1 = 29,29$ мм; $b_1 = 15,88$ мм; $d_1 = 15,88$ мм; $b_4 = 33,5$. Руйнівна сила ланцюга $Q = 600$ кН. Погонна маса ланцюга $q = 2,6$ кг/м.

Значення міжосьової відстані передачі:

$$a = a_t \cdot t$$

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

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

Значення потрібної довжини ланцюга у кроках:

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

де

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

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

Звідси:

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

Приймаємо значення $L_1 = 42$ кроки.

Виконуємо уточнення величини 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 виконання умови:

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

Встановлюємо кількість ударів ланки ланцюга по зубу зірочки за 1 секунду:

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

де $[v]$ - показник допустимих значень, $[v] = 30$,

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

Встановлюємо значення сил, які діють у вітках ланцюга і впливають на вали.

Значення колової сили:

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

де V - значення швидкості руху ланцюга,

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

Тоді:

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

Значення сили натягу ланцюга від провисань:

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

$$K_f = 6,0$$

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

Значення сили натягу ланцюга від дії відцентрових сил:

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

Загальне значення зусиль ведучої вітки:

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

Загальне значення зусиль веденої вітки:

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

Значення зусилля діючого на валах ведучої і веденої зірочок:

$$F_{\sigma} = F_t \cdot K_o + 2F_q = 3543,85 \cdot 1,125 + 2 \cdot 36,35 = 5658,87 \text{ Н}$$

Перевірка питомого тиску у шарнірах:

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

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

$[p]$ - межа допустимих значень питомого тиску, $[p] = 30,4 \text{ МПа}$.

Отже:

$$p = \frac{3543,85 \cdot 1,25}{1,79 \cdot 1,0 \cdot 10^2} = 24,7 < 30,4$$

Показник запасу міцності обраного ланцюга:

$$n = \frac{Q}{F_{заг}} > [n],$$

де Q - значення руйнівного навантаження обраного ланцюга, $Q = 60000 \text{ Н}$;

$[n]$ - межа допустимого запасу міцності, $[n] = 8,2$.

Тоді:

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

Отже, обраний ланцюг відповідає умовам надійної роботи.

Встановлюємо значення геометричних та конструктивних розмірів зірочок.

Діаметри ділильних кіл:

Для ведучої зірочки:

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

Для веденої зірочки:

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

Діаметри зовнішніх кіл:

Для ведучої зірочки:

$$d_{a \min} = 122,16 + 0,5 \cdot 15,88 = 130,10, \text{ мм;}$$

$$d_{a \max} = 122,16 + 1,25 \cdot 25,4 - 15,88 = 138,03, \text{ мм.}$$

Для веденої зірочки:

$$d_{a \min} = 242,99 + 0,5 \cdot 15,88 = 250,93, \text{ мм;}$$

$$d_{a \max} = 242,99 + 1,25 \cdot 25,4 - 15,88 = 258,86, \text{ мм.}$$

Радіуси западин:

За умов передачі, ведуча і ведена зірочки мають однакові радіуси западин.

$$r_{i \min} = 0,505 \cdot 15,88 = 8,01, \text{ мм;}$$

$$r_{i \max} = 0,505 \cdot 15,88 + 0,069 \sqrt{15,88} = 8,19, \text{ мм.}$$

Діаметри кола западин:

Для ведучої зірочки:

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

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

Для веденої зірочки:

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

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

Радіуси контактних кіл:

Для ведучої зірочки:

$$r_{i \min} = 0,12 \cdot 15,88 \cdot (15 + 2) = 32,39, \text{ мм;}$$

$$r_{i \max} = 0,008 \cdot 15,88 \cdot (15^2 + 180) = 51,45, \text{ мм.}$$

Для веденої зірочки:

$$r_{i \min} = 0,12 \cdot 15,88 \cdot (30 + 2) = 60,97, \text{ мм;}$$

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

Кут контакту:

Для ведучої зірочки:

$$d_{\min} = 120^0 - \frac{90}{15} = 114^0;$$

$$d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{15} = 134^0.$$

Для веденої зірочки:

$$d_{\min} = 120^0 - \frac{90}{30} = 117^0;$$

$$d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{30} = 137^0.$$

Радіуси заокруглень ведучої і веденої зірочок:

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

Значення заокруглення зубів:

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

Значення ширини зубів:

$$b_{r1} = 0.93 \cdot b_1 = 0.93 \cdot 15,88 = 14,76, \text{ мм.}$$

Діаметр отвору для валу ведучої зірочки, з конструкційних міркувань
 $d_G = 35 \text{ мм.}$

Діаметр маточини ведучої зірочки:

$$d_{cm} = 1.8 \cdot 35 = 63 \text{ мм.}$$

Довжина маточини ведучої зірочки:

$$l_{cm} = 50 \text{ мм.}$$

3.5. Енергетичний розрахунок картоплекопача

Розробку компоновки картоплекопача виконуємо у відповідності до рівня енергетичних затрат робочих органів і машини загалом.

З метою порівняльної оцінки, розрахунок виконується для модернізованої конструкції і для серійної конструкції.

Показник потужності, затрачений картоплекопачем, для переміщення N_n , для пересилення опору ґрунту, для підрізання ґрунту лемешем N_p і для активації робочого органу ротора, який реалізує технологічний процес, $N_{ВВП}$.

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

де, $N_n + N_p$ - потужність на гаку, яка встановлюється за формулою:

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

де P_n - зусилля на переміщення машини

P_p - зусилля на підрізання пласта ґрунту і спрямовування його до ротора.

$N_{\text{ВВП}}$ – необхідне значення потужності, для привода ротора, від ВВП трактора.

Розраховуємо показник зусилля для переміщення машини:

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

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

G - значення ваги машини, Н.

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

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

У конструкції картоплекопача використовується пасивний підкопувальний робочий орган. За таких умов роботи, зусилля для підрізання і подачі пласта ґрунту до інших робочих елементів, можна визначити 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 - коефіцієнт питомого опору ґрунту, для дерновопідзолистих середніх ґрунтів $(3,920 \div 4,90) \cdot 10^4 \text{ Па}$

S - площа поперечного перерізу підкопаного пласта

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

де a - розмір глибина підкопування; b - ширина пласта, у межах ширини захвату лемеша;

m - маса ґрунту і бульби, які знаходяться на лемеші

$$m = (\rho_p + m_b) L_{\text{л}} \quad (3.48)$$

m_b - маса валка

$L_{\text{л}}$ - значення розрахункової довжини лемеша, м.

ρ - густина ґрунтового середовища, кг/м^3 , у відповідності до вологості і виду ґрунту:

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

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

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

Результати розрахунків зусиль, на лемешах модернізованого та серійного картоплекопачів представлені у таблиці 3.1, а показники необхідної для роботи потужності, у таблиці 3.2. Значення потужностей, необхідної для приводу ротора і на ВВП енергетичного засобу, приймаємо однаковими, для модернізованої машини і для серійної, оскільки різниця в конструкціях їх робочих органів роторів не суттєва.

Отже, показник необхідної потужності, на гаку енергетичного засобу, для агрегування модернізованої машини:

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

Для агрегування 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 лемеші копачів

Машина	К Па	ρ кг/м ²	S м ²	$m_{\text{в}}$ кг/м	$L_{\text{л}}$ м	m кг	α град	Φ град	$V_{\text{м}}$ м/с	$P_{\text{р}}$ Н
модернізована	4,9 $\cdot 10^4$	1500	0,135	92,5	0,28	82,6	5	$26^\circ 30'$	1,7	7953,93
серійна	4,9 $\cdot 10^4$	1500	0,147	92,5	0,28	87,64	16	$26^\circ 30'$	1,7	8880,9

Показники потужності необхідної для роботи робочих елементів і машини загалом, зазначені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Потужність, потрібна для окремих робочих органів і машини до і після модернізації

Витрати потужності	Потужність к.с./кВт	
	Серійна конструкція	Модернізована конструкція
На переміщення	<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 пласта	<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	<u>3,75</u>	<u>3,75</u>
	2,76	2,76
Загальна потужність	<u>24,65</u>	<u>22,53</u>
	18,13	16,57

Як видно із проведених розрахунків, на дерново-підзолистих ґрунтах, машину можна агрегатувати із трактором Foton 824.

Порівняльний аналіз витрат потужності серійної та модернізованої машин свідчить про те, що удосконалена конструкція є кращою за показниками потужності, на 10%, і це підтверджує раціональність модернізації.

3.6. Технологічні характеристики агрегату та його комплектування.

Призначення аграрних агрегатів полягає у високоякісному виконанні технологічних операцій згідно з агротехнічними вимогами, для кожного виду роботи. На виконання цих умов впливають технологічні можливості і характеристики агрегату. До важливих технологічних параметрів відносяться: значення ширини захвату і швидкості переміщення агрегату, норми і дози внесення добрив і пестицидів, норми висіву насінєвого матеріалу аграрних культур, показники пропускної здатності робочих органів машини, об'єми технологічних ємностей, запаси ходу агрегату, показники глибини обробітку ґрунту і висоти зрізання рослин, тощо.

Для збирання бульб картоплі використовується машинно-тракторний агрегат, у комплектації енергетичного засобу Foton 824 та картоплекопача КТН-1,6. Технологічні параметри агрегату потрібні для реалізації технологічної операції – це розмір ширини захвату, швидкість переміщення агрегату та значення коефіцієнта використання тягового зусилля енергетичного засобу.

Розмір ширини захвату агрегату – це ширина смуги, яку обробляє агрегат за одне робоче переміщення по полю. У техніці існують теоретична ширина захвату B_T і робоча ширина захвату B_P . Значення робочої ширини захвату і конструктивної – не завжди однакові. Ширина захвату картоплекопача дорівнює технологічній ширині рядка і має значення $B_P = 0,7\text{м}$.

Значення робочої швидкості переміщення відрізняється від значення теоретичної швидкості, за причини пробуксовування ходової частини енергетичного засобу. Відповідно до умов переміщення і моделі трактора показник пробуксовування змінюється і визначається коефіцієнтом буксування δ .

В загальному пробуксовування складає 4 - 8% для гусеничних і 12 - 20% - для колісних енергетичних засобів. У розрахунках, на основі коефіцієнта буксування δ , робочу швидкість трактора визначаємо через теоретичну:

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

За даними виконаного аналізу, технологічна операція викопування картоплі має наступні показники:

- значення теоретичної і робочої ширин захвату відповідно рівні $B_T = B_P = 0,7\text{м}$.

- робоча швидкість переміщення агрегату, із врахуванням коефіцієнта пробуксовування має значення $V_P = 5,38\text{км/год}$.

Робота може виконуватися агрегатом лише за умови перевищення опору аграрного агрегату R_A тяговим зусиллям енергетичного засобу P_T :

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

Значення тягового опору залежить від умов реалізації технологічної операції, яку виконує агрегат. Показник робочого тягового опору машин з пневматичними колесами, нижчий на 20 - 40% у порівнянні з машинами, обладнаних металевими колесами..

Показник тягового опору машино-тракторного агрегату:

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

де: R_M – показник тягового опору аграрної машини, кН; $R_{ПП}$ – показник опору приводу від ВВП трактора, кН; $R_{нід}$ – опір на подолання підйому місцевості, кН.

Показник тягового опору модернізованого копача:

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

де: K_M – значення питомого опору копача, 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: $N_{ПП}$ – значення потужності ВВП трактора, кВт; $N_{ПП}=2,76\text{кВт}$; V_P – значення розрахункової робочої швидкості, $V_P = 5,38\text{км/год}$; $\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії передачі ВВП, $\eta_{ВВП}=0,85$.

Показник опору подолання підйому місцевості:

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

де: Q_M – значення маси машини, кН; i – значення кута підйому місцевості, %.

За допустимими межами технологічної швидкості $V_{доп}$ визначаємо робочі передачі трансмісії трактора і показник його тягового зусилля P_{KP} на визначених передачах (тягові показники трактора на певному агрофоні). Значення тягового зусилля енергетичного засобу P_{KP} – це величина зусилля, затраченого на подолання опору агрегата.

Значення коефіцієнта використання тягового зусилля енергетичного засобу η_{TP} :

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

де: P_α – зусилля трактора потрібне для подолання підйомів місцевості, кН:

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

де: Q_{TP} – значення маси трактора, кН (тягові показники трактора);

При раціональній комплектації агрегату, оптимальний показник коефіцієнта використання тягового зусилля енергетичного засобу повинен знаходитися в межах $\eta_{TP} = 0,85 \dots 0,95$. При цьому, показник робочої швидкості V_P не повинен перевищувати допустимі значення технологічної швидкості $V_{доп}$ більше 40%.

Таблиця 3.3. Параметри комплектування машино-тракторного агрегату

Foton 824, (шт)	1
Картоплекопач КТН-1,6 (шт)	1
Маса трактора, Q_{TP} (кН)	23
Конструктивна ширина захвату, B_T (м)	0,7 (0,7)
Маса картоплекопача, Q_M (кН)	1,7
Кут підйому місцевості, i (%)	0,01
Тяговий опір агрегату R_A (кН)	10,3
Допустима швидкість, $V_{доп}$ (км/год)	6,9
Передача	I
Робоча швидкість, V_P (км/год)	5,38
Тягове зусилля трактора на гаку, P_{KP} (кН)	11,0
Тягова потужність трактора, N_{KP} (кВт)	16,43
Годинна продуктивність агрегату, $W_{год}$ (га/год)	0,32
Норма витрати пального, g (кг/га)	12,87
Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, η_{TP}	0,95

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

Оцінку економічної ефективності від впровадження удосконаленого картоплекопача встановимо на основі порівняльних характеристик приведених затрат удосконаленої і серійної конструкцій машин у відповідності з діючими техніко-експлуатаційними та економічними показниками: продуктивності агрегату, кількості обслуговуючих працівників, витрат пального, балансової вартості енергетичного засобу та аграрної машини в агрегаті, експлуатаційними витратами віднесених до одиниці виконаної роботи, питомими капіталовкладеннями та приведеними затратами.

Рівень експлуатаційних затрат на машинно-тракторний агрегат при реалізації технологічної операції віднесених до одиниці роботи:

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

де: Z – заробітна плата з нарахуваннями, грн; G – комплексна вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; T_P – затрати на виконання поточного та капітального ремонтів і технічного обслуговування, грн; A – показник амортизаційних відрахувань, грн.

Підставляємо дані параметрів до формули (4.1) розраховуємо показник для модернізованої та серійної та машин:

серійна машина: $S_c = 129 + 1188,4 + 189 + 189 = 1695,4$ (гр/га);

модернізована машина: $S_m = 96,75 + 711,9 + 186 + 186 = 1180,65$ (грн/га).

Заробітна плата працівників, які обслуговують 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 зміни роботи, відповідно, операторів та іншим працівників, грн; N та N_P – відповідно, чисельність механізаторів та обслуговуючих робітників, чол. K_m та K_P – коефіцієнти додаткових нарахувань оплати праці, відповідно, операторів та інших робітників (дані господарства); W_Z – показник змінної норми виробітку, га.

Застосовуємо значення параметрів до формули (4.2) і виконуємо розрахунок для серійної і модернізованої машин:

- серійна машина: $Z_c = \frac{25,8 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,24} = 129 \text{ (гр/га)};$
- модернізована машина: $Z_m = \frac{25,8 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,32} = 96,75 \text{ (грн/га)}.$

Рівень вартості паливно-мастильних матеріалів, затрачених на показник одиниці роботи машино-тракторного агрегату:

$$G = q \cdot Ц; \quad (4.3)$$

де: q - затрати палива на одиницю виконаної роботи, кг/га; (технологічна карта).

$Ц$ - комплексна ціна паливно-мастильних матеріалів, грн/кг (ринкова цінова політика).

Підставивши значення до формули (4.3), розраховуємо:

- серійна машина: $G_c = 20,94 \cdot 90 = 1884,7 \text{ (гр/га)};$
- модернізована машина: $G_m = 7,91 \cdot 90 = 711,9 \text{ (грн/га)}.$

Затрати на проведення капітального, поточного ремонтів і технічного обслуговування (грн/га) машинно-тракторного агрегату урорахунку на одиницю виконаної роботи:

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

де: B_m , $B_{зч}$, B_M - відповідно балансові вартості трактора, зчіпного пристрою і аграрної машини, грн. Визначаються добутком балансової ціни трактора, зчіпного пристрою і машини на коефіцієнт 1,1 (дані господарства); $Ч_m$, $Ч_{зч}$, $Ч_M$ – значення норми відрахувань на проведення поточного та капітального ремонтів і технічного обслуговування, відповідно для енергетичного засобу – (6,0%-14,5%), зчіпного пристрою – 14,0%, картоплекопача – (10,0%-14,0%); N_M – чисельність аграрних машин в агрегаті; W – змінна продуктивність агрегату за 1 годину часу, га/год; T_m , $T_{зч}$, T_M – рівень річної зайнятості трактора, зчіпного пристрою, аграрної машини, год.

Підставивши значення параметрів до формули (5.4), розраховуємо:

- серійна машина: $T_{\text{Pc}} = \frac{1}{100 \cdot 0,24} \cdot \left(\frac{125000 \cdot 15}{416,66} \right) = 189 \text{ (грн/га)}$;
- модернізована машина: $T_{\text{PM}} = \frac{1}{100 \cdot 0,32} \cdot \left(\frac{125000 \cdot 15}{312,48} \right) = 186 \text{ (грн/га)}$.

Значення амортизаційних відрахувань (грн/га) на машино-тракторний агрегат:

$$A = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_m \cdot a_m}{T_m} + \frac{B_{3ч} \cdot a_{3ч}}{T_{3ч}} + \frac{B_M \cdot N_M \cdot a_M}{T_M} \right), \quad (4.5)$$

де: a_m , $a_{3ч}$ і a_M - норми амортизаційних відрахувань на трактор - (17,5%-19,5%), зчипний пристрій – 14,2%; картоплекопач – (12,5%-14,2%).

Рівень амортизаційний відрахувань визначають на початку звітної періоду: перша група - 5%, друга група -25%, третя група - 15%.

Підставивши значення параметрів до формули (4.5), розраховуємо:

- серійна машина: $A_c = \frac{1}{100 \cdot 0,24} \cdot \left(\frac{125000 \cdot 15}{416,66} \right) = 189 \text{ (грн/га)}$;
- модернізована машина: $A_M = \frac{1}{100 \cdot 0,32} \cdot \left(\frac{125000 \cdot 15}{312,48} \right) = 186 \text{ (грн/га)}$.

Після проведених розрахунків формул 4.2 – 4.5, користуючись формулою 4.1 встановлюємо рівень експлуатаційних затрат на машино-тракторний агрегат.

Показники питомих капіталовкладень (грн/га) у машинно-тракторний агрегат визначаються за формулою:

$$K_n = \frac{1}{W} \cdot \left(\frac{B_m}{T_m} + \frac{B_{3ч}}{T_{3ч}} + \frac{B_M \cdot N_M}{T_M} \right). \quad (4.6)$$

Підставивши значення параметрів до формули (4.6), розраховуємо:

- серійна машина: $K_{\text{Pc}} = \frac{1}{0,24} \cdot \left(\frac{125000}{416,66} \right) = 1260 \text{ (грн/га)}$;
- модернізована машина: $K_{\text{PM}} = \frac{1}{0,32} \cdot \left(\frac{125000}{312,48} \right) = 1250 \text{ (грн/га)}$.

Приведені затрати (грн/га) за машинно-тракторним агрегатом визначаємо за формулою:

$$П = S + E_H K_n, \quad (4.7)$$

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

Підставивши значення параметрів до формули (4.7), розраховуємо:

- серійна машина: $P_c = 1695,4 + 0,15 \cdot 1260 = 1884,4(\text{грн/га})$;
- модернізована машина: $P_m = 1180,65 + 0,15 \cdot 1250 = 1368,15(\text{грн/га})$.

Зростання рівня економічної ефективності картоплекопача пояснюється підвищенням його продуктивності та зниженням енергетичних затрат. Затрати потужності модернізованої машини порівняно із серійною мають менші значення на 10%.

Значення економічного ефекту від впровадження удосконаленого картоплекопача, порівняно із серійною конструкцією:

$$E = (P_c - P_m) \cdot Q = (1884,4 - 1368,15) \cdot 100 = 51625(\text{грн/рік}). \quad (4.8)$$

де: Q – річний виробничий об'єм, га/рік.

За проведеними розрахунками визначено, що рівень економічного ефекту становить 516,25 грн/га, або 51625 грн на сто гектарів площі поля. Також, встановлено термін окупності модернізованого картоплекопача – 0,5 року.

Таблиця 4.1. Техніко-економічні показники 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 (711,19)	20,94 (1188,4)
Оплата праці, грн/га	96,75	129
Експлуатаційні витрати, грн./га	1180,65	1695,4
Питомі капіталовкладення, грн./га	1250	1260
Приведені витрати, грн./га	1368,15	1884,4

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Нормативне забезпечення охорони праці.

У господарствах і аграрних підприємствах з кількістю наявних робітників меншою за 50 осіб функції служби охорони праці, виконують за сумісництвом особи, які підтвердили знання з охорони праці. Якщо у господарствах, кількість робітників від 51 до 500 осіб – службу представляє один працівник з охорони праці за умови, що він має інженерно-технічну освіту. Розрахувати склад служби з охорони праці господарства з кількістю робітників більшою за 500 осіб можна 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 - кількісний склад служби охорони праці господарства; P_{CP} - кількість робітників господарства; Φ - показник ефективного річного фонду робочого часу працівника служби охорони праці, рівний 1820 годин; K_B - коефіцієнт шкідливості та небезпечності виробництва;

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

де: P_B - кількість робітників, які працюють зі шкідливими розчинами будь якої їх концентрації; P_A - кількість робітників, які працюють на роботах з підвищеним рівнем безпеки.

Виконання вимог охорони праці та функціональність служби охорони праці у господарстві ТОВ «Кіщенці» встановлюється на основі таких показників:

1. Коефіцієнт густоти травматизму $K_{\text{ч}}$ - вказує на кількість нещасних випадків, що відбулися на 100 працюючих робітників за контрольний період:

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

де: n - число нещасних випадків за контрольний період; Π - середнє число робітників.

2. Коефіцієнт складності травматичного випадку K_B – вказує на середній показник тривалості непрацездатних днів, за один нещасний випадок:

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

де: D - загальна кількість непрацездатних днів за всією кількістю нещасних випадків за контрольний період.

3. Загальний коефіцієнт травматизму $K_{ЗАГ}$ - вказує на кількість непрацездатних днів за контрольний період, на 100 працівників:

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

4. Коефіцієнт захворюваності K_3 - на 100 працівників:

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

де: 3 – число випадків захворювання; $П$ – середня кількість працівників.

5. Коефіцієнт складності захворювання K_{B3} :

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

де: D_3 – загальна кількість непрацездатних днів за контрольний період.

6. Коефіцієнт небезпечних факторів робочого місця K_{PM} :

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

де: P_3 – число робочих місць, які не відповідають вимогам санітарних норм і правил; P_3 – загальне число робочих місць.

7. Коефіцієнт умов роботи K_{II} :

$$K_{II} = \frac{П_H}{П} = 15/115 = 0,13 \quad (5.9)$$

де: $П_H$ – число робітників, які працюють у невідповідних санітарним нормам і правилам умовах.

8. Коефіцієнт безпеки від машин K_M :

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

де: M_H – число машин і технічних засобів, які мають невідповідність до нормативів, шт.; M_3 – загальне число машин і технічних засобів, шт.

9. Коефіцієнт небезпеки від споруд та виробничих будівель:

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

де: B_H – число споруд та виробничих будівель, з невідповідністю до нормативів, шт.; B_3 - загальне число виробничих будівель, шт.

Розрахункова інформація вибирається із електронних ресурсів реєстрування нещасних випадків господарства. Результати проведених розрахунків вказаних показників заносяться до спеціальної документації.

Відсутні нещасні випадки та професійні захворювання, за час існування господарства, вказує на дотримання безпечних умов праці, як результат, значення коефіцієнтів густоти травматизму (K_U), складності травматизму (K_B) та загального травматизму ($K_{ЗАГ}$) рівні нулю.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізований організаційно-економічний рівень господарства ТОВ «Кіщенці» показує наявну технічну та матеріальну бази, для можливості вирощування картоплі.

2. Складання технологічної карти вирощування і збирання бульб картоплі виконане на умовах підбору раціонального складу аграрних машин взаємопов'язаних за продуктивністю виробничого циклу.

3. Скомплектований картоплевикопувальний агрегат у поєднанні трактора Foton 824 і удосконаленого картоплекопача КТН-1,6 перевірено на доцільність, за коефіцієнтом використання тягового зусилля трактора, який знаходиться на рівні 0,95.

4. Для підвищення рівня продуктивності та зниження рівня енергозатрат в операції викопування бульб картоплі, пропонується робочий орган пасивного типу, виконаний за формою лемеша, що підрізає пласт ґрунту двохгранним клином.

5. Для дотримання вимог охорони праці, які спрямовані на запобігання виникненню нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, на виробничих потужностях ТОВ «Кіщенці» функціонує служба охорони праці яка очолюється одним фахівцем.

6. Економічний ефект від використання удосконаленого картоплекопача КТН-1,6 порівняно із серійною машиною становить 678,54 грн/га, або 67854 грн на 100 гектарів виробничої площі. Підвищення рівня економічного ефекту удосконаленого картоплекопача базується на підвищенні рівня його продуктивних показників на 33% та зниженні затрат потужності на 10%, порівняно із серійним варіантом машини.

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. Гаврилюк, 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. Павлище В. Т., Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлище. – 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" Укراгропромпродуктивність, 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., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. –К.: Каравела, 2008. – 552с.
- 13.Екологія. Б.В. Борисюк, В.П. Фещенко 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.