

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Бакалавр»

Тема „Удосконалення догляду за посадками картоплі із модернізацією  
просапного культиватора”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-18-1

Дорофій В.Р.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Замойський С.М.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук’янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2022 р.

Хмельницький, 2022р.

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт на тему: «Удосконалення технологічного процесу догляду за посадками картоплі у селянсько-фермерському господарстві «Орієнтир» Ярмолинецького району Хмельницької області із модернізацією просапного культиватора».

Дипломний проєкт включає в себе 71 сторінку рукописного тексту, 5 листів графіки формату А1). Список літератури нараховує 20 джерел.

В проєкті написано вступ, виконано огляд науково-технічної літератури по темі проєкту, де зроблено порівняльний аналіз українських і зарубіжних технологій догляду за посадками картоплі, зроблено аналіз робочих органів для догляду за посадками, обґрунтована актуальність теми проєкту.

Розроблені інженерно – технологічні рішення по використанню удосконаленого просапного культиватора для догляду за посадками картоплі, зокрема розроблена і розрахована операційно-технологічна карта на обробіток посадок. Розраховано техніко-економічні показники проєкту.

Зроблено висновки та складено список використаної літератури, оформлено додаток.

Ключові слова: картопля, просапний культиватор, ґрунт, міжряддя посадки, захисна зона рядків, сходи.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	
....4	
ВСТУП.....	7
1.ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА.....	9
1.1.Загальні відомості про господарство.....	9
1.2.Грунтово-кліматичні умови.....	9
1.3.Структура земельних угідь.....	10
1.4.Структура посівних площ.....	10
1.5.Урожайність сільськогосподарських культур.....	11
1.6.Собівартість виробництва сільськогосподарських культур.....	12
1.7.Структура собівартості виробництва сільськогосподарських культур...12	
1.8.Рентабельність виробництва основних культур.....	13
1.9.Структура машино-тракторного парку.....	13
Висновки до розділу.....	14
2.ОГЛЯД-НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	15
2.1.Народно-господарське значення картоплі.....	15
2.2.Догляд за посадками картоплі.....	16
2.3.Механізація догляду за посадками картоплі.....	17
2.3.Обґрунтування теми дипломного проєкта.....	20
3.РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ.....	22
3.1.Умови роботи агрегату.....	22
3.2.Підготовка агрегату до роботи.....	23
3.3.Розрахунок складу агрегату.....	24
3.4.Кінематичні розрахунки.....	28
3.5.Розрахунок балансу часу зміни.....	31
3.6.Питомі експлуатаційні витрати.....	35

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА .....	36
4.1.Необхідність удосконалення культиватора.....	36
4.2. Загальна будова і технологічний процес роботи культиватора.....	37
4.3. Технологічні розрахунки.....	39
4.4. Енергетичні розрахунки.....	43
4.5.Розрахунок основних деталей на міцність.....	46
4.5.1.Розрахунок робочого органу.....	46
4.5.2.Розрахунок вала фрез барабана.....	50
4.5.3.Розрахунок пружини.....	57
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТА.....	59
1. Загальні висновки та пропозиції.....	66
2. Бібліографічний список.....	67
3. Додатки.....	70

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

На сьогоднішній день Україна є однією з високо розвинутих сільськогосподарських країн світу. Вона має необмежені для вирощування сільськогосподарських культур, природні та сировинні ресурси. Наші чорноземи по своєму структурному і хімічному складу є найбагатшими в світі, але їх віддача дуже низька і сьогодні ми збираємо в рік по 29-32 млн. тон зерна, 28-35 млн. тон коренеплодів цукрових буряків при дуже низькій їхній урожайності.

Однією із найболючіших проблем сільськогосподарського виробництва є його комплексна механізація. Так на сьогодні в багатьох колективах, орендних і фермерських господарствах багато сільськогосподарських є морально і фізично застарілими, не відповідають агротехнічним вимогам, яких треба дотримуватись при виконанні технологічних операцій. Фінансовий стан сільськогосподарників такий, що закуповувати нову техніку сьогодні майже неможливо.

Картоплярство є однією з найважливіших складових утвердження сильного економічного потенціалу України. Основний продукт, що використовується у харчуванні людей – це картопля. Її часто називають другим хлібом. Багато продуктів одержується в результаті переробки картоплі – це спирт і крохмал, одна із складових експорту нашої держави. Крім того побічні продукти, що дістають під час переробки картоплі є важливим джерелом кормової бази для тваринництва. Також з патоки виробляють спирт, гліцерин, лимонну кислоту, харчові та кормові дріжджі. При використанні і дальшій переробці картоплі виробляють більше 120 видів різних виробів у харчовій промисловості.

Один гектар картоплі дає врожай дає до 30т. Для цього створені практично всі передумови, особливо з боку науково-технічного забезпечення. Опрацьована, перевірена і широко впроваджена комплексна науково обґрунтована інтенсивна українська технологія виробництва картоплі.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур показує, що більшість технологічних операцій виконується з порушенням агротехнічних вимог, в результаті чого, як правило, насіння висівається в недобре підготовлений і розроблений ґрунт, що затримує його проростання і подальший розвиток.

При вирощуванні картоплі надзвичайно важливу роль відіграє технологічний процес догляду за посівами, оскільки потрібно забезпечити невелике пошкодження рослин і зменшити до мінімуму захисні зони рядків.

Тому метою даної дипломного проекту є обґрунтування ефективної технології догляду за посівами картоплі, а також удосконалення конструкції і режимів роботи просапного культиватора.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1.ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

## 1.1.Загальні відомості про господарство

Селянське фермерське господарство «Орієнтир» має землекористування, яке розташоване у північній частині Ярмолинецького району Хмельницької області. Землекористування компактне і розділене на східну і західну частини.

Всього на 1.01.2022 року в господарстві налічується 975 га земельної площі, з яких площа сільськогосподарських угідь складає 743га.

## 1.2.Грунтово-кліматичні умови

Землекористування базового господарства відноситься до першого агрокліматичного району, в межах області, який характеризується теплим вологим кліматом. Середньорічна температура становить +7,7°С.

Тривалість без морозного періоду 175...180 днів. Тривалість вегетативного періоду в середньому становить 165 днів.

Базове господарство розташоване в зоні достатнього зволоження. Середньорічна сума атмосферних опадів становить 539 мм, найбільша кількість яких випадає влітку.

Середня з максимальних декадних висот снігового покриву 14...16 см. Середня річна абсолютна вологість повітря 60...70%.

В холодну пору року пануючими вітрами є південно-східний. В теплу західні та північно-західні.

З наведених даних видно, що кліматичні умови, в яких перебуває господарство, цілком сприятливі для росту і розвитку всіх районованих сільськогосподарських культур.

Найбільше поширення на території господарства мають чорноземи типові. Значні площі займають сірі опідзолені та темно-сірі опідзолені ґрунти. Всі вони займають найбільш підвищені ділянки, плато та схили. Зустрічаються дернові розвинені та слаборозвинені ґрунти на

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вапняках. В долині розміщені лучні ґрунти.

Майже всі ґрунти господарства, які використовуються, як орні землі, придатні для вирощування основних сільськогосподарських культур. Виняток становлять слабо золисті ґрунти в комплексі з середньо золистими ґрунтами, які непридатні для вирощування просапних культур. Їх виділено в окремі ґрунтозахисні сівозміни, а ті, що мають невеликі площі, які увійшли до польових сівозмін, виділено в окремі ґрунтозахисні сівозміни.

### **1.3. Структура земельних угідь**

Земель сільськогосподарського користування стає менше, тому актуальність проблеми раціонального їх використання неухильно зростає. Актуальною ця проблема є і для нашого господарства.

Розглянемо, як змінюється структура земельних угідь в базовому господарстві.

З даних таблиці А.1.1. видно, що суттєвих змін в структурі земельних угідь за останні три роки не спостерігалось.

Площа сільгоспугідь в господарстві складає в 2022 р. 743 га чи 76,4% загальної площі господарства. Рілля займає 711 га, що складає 75,6% в структурі земельних угідь і 94,2% від площі сільськогосподарських угідь.

### **1.4. Структура посівних площ**

Раціональне співвідношення окремих культур в загальній площі посіву залежить від правильного розміщення і спеціалізації галузей, а також від прийнятих у базовому господарстві науково-обґрунтованих сівозмін.

Структура посівних площ повинна забезпечувати виконання плану реалізації продукції по видах продукції, а також відповідних фондів споживання.

Із структури посівних площ (таблиця А.1.2) видно, що саму більшу площу займають зернові і зернобобові культури – 455 га. Це складає

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

67,8% площі ріллі, при цьому 33,2% займають посіви озимих зернових. Динаміка посівних площ за останні роки практично не змінилась, але має місце негативна тенденція до їх деякого скорочення у 2020 і 2021 роках.

Значна увага приділяється і вирощуванню картоплі, тому в дипломному проєкті буде вирішуватись проблема удосконалення механізації догляду за посадками картоплі.

### **1.5. Урожайність сільськогосподарських культур**

Урожайність сільськогосподарських культур є свого роду синтетичним показником, який формується при всебічному впливу виробничої діяльності господарства. Вищу урожайність отримують при дотриманні всіх агротехнічних вимог до вирощування сільськогосподарської культури, зокрема зернових культур, при вирощуванні сучасних високоврожайних сортів та гібридів, при використанні високопродуктивної сільськогосподарської техніки, яка мінімально екологічно шкідлива для ґрунту та навколишнього середовища.

Аналізуючи дані з урожайності сільськогосподарських культур в базовому господарстві, варто відмітити, що по деяких культурах вона має тенденцію до зниження, хоча планові показники на 2003 рік були дещо вищі ніж за минулі роки. Так як в господарстві значна увага приділяється розвитку буряківництва, то при невеликих площах базового господарства цукрові буряки мають значну питому вагу в їх структурі.

### **1.6. Собівартість виробництва сільськогосподарських культур**

Собівартість виробництва продукції – важливий економічний показник. Показники собівартості широко використовуються при різних співставленнях і оцінці роботи господарств. Щоби побачити перспективи розвитку базового господарства слід прослідкувати за динамікою собівартості продукції його рослинницької і тваринницької галузей.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приведені дані (таблиця А.1.4) свідчать про те, що в базовому господарстві спостерігається постійне зростання собівартості виробництва сільськогосподарських культур: озимих зернових, ярих зернових, зернобобових, цукрових буряків.

Для дальшого зниження собівартості виробництва продукції рослинництва необхідно підвищувати урожайність, знижувати долю ручної праці, більш ефективно використовувати матеріальні і трудові ресурси, покращувати організацію виробництва.

### **1.7. Структура собівартості вирощування сільськогосподарських культур**

Для зниження собівартості вирощування сільськогосподарських культур необхідно знати всі затрати, які приходяться на виробництво даної продукції. З цією метою розглянемо структуру собівартості виробництва продукції рослинництва в базовому господарстві (таблиця А.1.5.).

З даних таблиці А.1.5 видно, що більшу долю в структурі собівартості картоплі складають затрати на організацію виробництва та утримання основних засобів, оплату праці та насіння.

Зменшити затрати на вирощування картоплі можна шляхом зменшення затрат на догляд за посадками картоплі, що практикувався в останні роки. Слід практикувати використання комбінованих агрегатів для підготовки ґрунту, високоефективних пестицидів для захисту картоплі від шкідників і хвороб, від бур'янів, а також слід удосконалювати механізацію їх збирання аби зменшити втрати бульб і підвищити валовий збір і якість збирання продукції.

### **1.8. Рентабельність виробництва основних культур**

Рентабельність виробництва продукції – показник, який найбільш повно і всебічно та об'єктивно свідчить про результати роботи.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані таблиці А.1.6 показують, що виробництво зернових і зернобобових та кукурудзи на силос на протязі трьох останніх років у базовому господарстві рентабельне. Для підвищення рентабельності виробництва продукції рослинництва необхідно в першу чергу підвищити урожайність всіх сільськогосподарських культур, в тому числі і картоплі, а також підвищити продуктивність праці на основі ресурсозберігаючих технологій вирощування, раціонального використання техніки.

### **1.9. Склад машинно-тракторного парку базового господарства**

Інтенсивний розвиток агропромислового комплексу, широке впровадження інтенсивних технологій базується в першу чергу на всебічному розвитку комплексної механізації і автоматизації процесів, впровадження досягнень науки і передового досвіду.

Індустріалізація АПК – це сотні марок різноманітних машин і сільськогосподарських знарядь, гусеничних і колісних тракторів різного призначення і тягового класу, спеціальні комбайни та інша техніка. Склад машинно-тракторного парку навчально-дослідного господарства по основних видах техніки приведений в таблиці А.1.7.

Із даних таблиці видно, що в базовому господарстві є морально застаріла техніка, яку по можливості необхідно замінити на більш продуктивну. Це дозволить виконувати технологічні операції в більш стислі строки та з більш високою якістю, знизити собівартість виробництва.

### **Висновки до розділу**

На основі проведеного аналізу базового господарства можна зробити такі висновки:

грунтово-кліматичні умови господарства сприятливі для вирощування основних сільськогосподарських культур, в тому числі і для картоплі;

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в структурі земельних угідь саму більшу питому вагу займає рілля;  
серед посівних площ більше половини займають зернові та кормові культури, а серед них озимі і ярі зернові, що і визначає спеціалізацію господарства, також цукрові буряки і картопля;

урожайність культур ще низька, необхідно шляхом впровадження інтенсивних технологій виробництва підвищити урожайність всіх культур, а також знизити їх собівартість;

в структурі собівартості картоплі найбільшу питому вагу мають затрати на організацію виробництва, затрати на утримання основних засобів та оплату праці, добрива та засоби хімзахисту;

слід практикувати нові технології збирання картоплі, які б дозволили зменшити втрати коренебульбоплодів при збиранні, підвищити їх валові збори та якість.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 2.1. Народно-господарське значення картоплі

Картопля – це цінна харчова культура. Її часто називають другим білим хлібом. вирощують її у всіх ґрунтово-кліматичних умовах України, тому. що з неї можна виготовляти більше двохсот страв, сировиною для приготування традиційних видів продукції (спирт, крохмаль) і для виробництва сухого картопляного пюре, крупки, крекерів, чіпсів і т.п. Крім того вона чудово використовується для корму в свіжому, вареному, силосованому виді для сільськогосподарських тварин.

Картопля ціниться поживними речовинами, що є в бульбах. Серед них важливу роль грає крохмаль. Він складає 70-80% сухої речовини і визначає доцільність використання картоплі. 20-30% приходиться на клітчатку, пектинові речовини, білки, вітаміни, вільні мінеральні елементи, органічні кислоти.

Вміст сухих речовин від 18 до 33% і в середньому складає 23-25%. Деякі види картоплі мають їх до 36%. По складу сухих речовин картопля близька до зернових культур, перевищує їх по кількості крохмалю і поступається по вмісту білка. разом з тим картопля з однакової площі дає майже вдвічі сухих речовин як кукурудза, кормовий буряк, жито овес.

Всього в складі сухої речовини картоплі знайдено 26 різних хімічних елементів. Однак в умовах більшості ґрунтово-кліматичних зон України отже часто має необхідність в трьох основних елементах живлення – азоті, фосфорі і калії. В середньому на кожні 100 центнерів картопля виносить біля 50 кг азоту, 20 кг фосфору і 90 кг – калія.

Велика необхідність картоплі в елементах живлення, волозі і може бути задоволена тільки при використанні цілого комплексу агротехнічних прийомів. В цьому середня урожайність картоплі становить 200-220 центнерів з гектара.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2. Догляд за посадками картоплі

Догляд за посадкою картоплі на створення сприятливих для росту і розвитку рослин на протязі всього періоду вегетації шляхом розпушування ґрунту і знищення бур'янів.

Досходовий період в картоплі триває від 15 до 30 днів, а бур'янів, що не затіснені культурними рослинами проростають скоріше і тому їх потрібно знищувати.

Також для проростання бульб необхідно багато кисню, тому потрібна добра агрегація ґрунту. Отже, як і до появи сходів, так і на протязі всього періоду вегетації потрібно знищувати бур'яни. Інтенсивна технологія вирощування картоплі передбачає суміщення механічного і хімічного обробітків і визначається погодинними умовами, розвитком рослин, ущільненням ґрунту на посадках.

Перший досходовий обробіток – окучування з боронуванням проводять не пізніше як через 5-7 днів після посадки картоплі, коли бур'яни знаходяться в стадії „білої нитки” (запізнення на 5 днів веде до втрати 8% урожаю). При ущільненому ґрунті проводять другий досходовий обробіток через 6-8 днів після першого.

Використовуються культиватори-окучники КОН-2,8ПМ; КПН-4,2; в агрегаті з сітчатими боронами на кам'яних ґрунтах КОН-2,8; КНО-4,2 з дисковими окучниками і ротаційними боронами.

Окучник розпушує міжряддя і настає ропушений шар ґрунту товщиною 5-8 см на весь гребінь, особливо на стебла картоплі. Глибина рослин максимальної на ґрунтах, що мають схильність до ущільнення – 14-16 см, при недостатній кількості вологи і легких по механічному обробітку в суховий період, поки нерозвинута коренева система складі ґрунтах 8-10 см. Ширину захисної зони встановлюють при перших обробітках 10-12 см, при наступних культиваціях по мірі розвитку кореневої системи до 15 см.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коли добре позначаються рядки проводять окучування з боронуванням тими ж робочими агрегатами, що і при досходовому обробітку. На легких ґрунтах окучники заміщають стрільчастими лапами.

При висоті рослини 10-15 см приступають до міжрядного обробітку. Кількість їх визначається погодними умовами, ступінь ущільнення ґрунту, наявністю бур'янів.

Розпушування проводять стрілчатими лапами разом з долотоподібними розпушувачами або лапами помічниками на глибину 12-14 см на ґрунтах схильних до ущільнення і 6-8 см на легких ґрунтах. Коли рослини досягають висоти 20-25 см їх окучують.

Для хімічної боротьби з бур'янами застосовують гербіциди, які вносять за 3-4 дні до появи сходів, на 5-7 день після посадки. Деякі гербіциди можна вносити по сходах, при висоті рослин не більше 10 см. Після внесення гербіцидів механічний обробіток не застосовується. В результаті скорочення кількості механічних обробітків при використанні хімічних засобів боротьби з бур'янами менше висушується ґрунт при недостатній волозі, зменшується його щільність, пошкодження кореневої системи рослин. При внесенні гербіцидів необхідно забезпечувати їх норму внесення, рівномірне покриття ґрунту робочою рідиною при високій дисперсії. На легких по механічному складу ґрунтах вносять меншу дозу препарату, на важких більшу.

### **2.3. Огляд конструкцій машин для догляду за посадкою картоплі**

Зараз у картоплярстві використовують культиватори КОН-2,8А; КОН-2,8; КРН-4,2Д; КРН-4,2; КНО-4,2; КРН-5,6 та фрезерний культиватор КОН-2,8 має раму у вигляді чотиригранного бруса, до якої кріпляться 5 паралелограмних секцій з опорними колесами і кронштейнами для робочих органів. До комплексу робочих органів входять крім сітчастої борони ротаційна борона, 5 підгортальних корпусів, 8 підживлювальних ножів для внесення мінеральних добрив; 5 стрілчастих лап, 13 розпушувальних

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

долотоподібних лап та 8 дискових підгортачів. Схема розміщення показана на рисунку.

Рисунок 2.1. – Схема розміщення робочих органів на культиваторі КОН-2,8 (КОН-4,2).

Сферичні диски використовують від загортачів саджалок СН-4Б або дискових луцильників. В процесі роботи шар ґрунту піднімається з міжряддя дисками і вноситься на поверхню гребеня з основи до вершини.

Культиватор КНО-4,2 (КНО-2,8) призначений для нарізання гребенів, розпушування міжрядь з одночасним боронуванням, культивації дна

борони і розпушування відкосів гребенів. Одночасно можна вносити мінеральні добрива.

До комплексу культиватора належать дискові підгортачі, стояки з лапами, ротаційні розпушувачі, начіпка сітчастих борін, підживлювальні ножі, туковисівні апарати, бадиллєвідводи.

Дискові підгортачі та ротаційні розпушувачі дають змогу нарощувати гребені без утворення зайвих брил і грудок. Культиватор КПН-5,6Д використовують для розпушування ґрунту в міжряддях на глибину до 20 см з

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одночасним трапецієподібних гребенів висотою  $27 \pm 3$  см на посадках з міжряддями 70 см. Він складається з рами 1, фрезерного барабана 2, гребенеутворювача 3, центрального і бортового редукторів 4, опорних коліс 5, механізмів регулювання.

Рис. 2.2 – Схема розташування робочих органів

Культиватор-підживлювач КРН-4,2 використовують для обробітку насадок картоплі з міжряддям 70 см, насадженої 6-рядними сівалками.

Основні його види рама і сім секцій для кріплення робочих органів. Кожна секція обладнана аксіальним механізмом зміни глибини обробітку та копіювальними колесами. Крім того на рамі кріпляться туковисівні апарати, сітчаста або ротаційна борона, пневматичні ходові колеса.

Культиватор КРН-4,2Д відрізняються від КРН-4,2Г брусом, транспортними пристроями та підйомним механізмом сітчастої борони.

Таким чином аналіз конструкції культиваторів показує, що всі вони мають ряд недоліків.

#### 2.4. Огляд конструкцій пасивних робочих органів

Робочі органи пасивного типу встановлюють на гряділі культиватора спереду пересуваючи їх при регулюваннях вправо і вліво.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Саме частіше використовують долота. По своїй конструкції воно аналогічне тим долотам які використовуються для обробітку цукрових буряків і кукурудзи.

Використовують такі схеми розміщення робочих органів:

- два долота + окучник із стрільчастою лапою для розпушування і підрізання бур'янів. Вставляють у пази тримачів стійки робочих органів у відповідності з видом обробітку;

- три долота при глибокому розпушуванні;

- лапи-полички + стрільчаті лапи для легкого окучування із закиданням бур'янів і розпушуванням міжрядь;

- окучуючий корпус КГН-500 з ґрунтонапрямлячем для запобігання присипанню ґрунтом рослин при роботі на швидкості 6...9 км/год чи окучуючий корпус КГ-8 з додатково встановленими ґрунтонапрямлячем.

ґрунтонапрямляч – це змінний вузол, виконаний у вигляді решітки, встановлений на стійці з зазором паралельно робочій поверхні полиці. При роботі окучника пруткова решітка обмежує рух ґрунтового шару вверх по полиці і направляє їх через зазор на грядки під кущі рослин, зберігаючи тим самим рядки картоплі від присипання.

Схема робочих органів показана на рисунку.

Робочі органи розставляють так, щоб між крилами полільних лап був вільний прохід не менше 3 см для землі і рослинних решток. Розпушуючі долота встановлюють при першому досходовому обробітку із захисною зоною 10...12 см.

На культиваторі КНО-2,8 (КНО-4,2) також використовують дискові окучники.

## 2.5. Обґрунтування теми дипломного проекту

Аналіз господарської діяльності сільськогосподарського підприємства показує, що господарство знаходиться в сприятливих для вирощування

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних сільськогосподарських культур ґрунтово-кліматичних умовах.

Рівень механізації виробничих процесів у рослинництві в господарстві на сьогоднішній день досить високий. Але організація виробництва повинна бути кращою, тому, що в різних галузях не витримуються основні вимоги технологій, порушуються правила агротехніки, недостатньо використовуються останні досягнення сільськогосподарської науки.

Незважаючи на те, що господарство знаходиться в зоні достатнього зволоження і високих середньомісячних температур.

Однією із причин зменшення урожайності картоплі є невелика увага, що приділяється таким технологічним операціям, як догляд за посадками і захист від шкідників і хвороб.

Тому пропонуються в даному проекті удосконалення конструкції культиватора для догляду за посівами картоплі з одночасним внесенням отрутохімікатів для захисту посадок від шкідників і хвороб.

Таким чином тема дипломного проекту, що передбачає удосконалення механізації догляду за посадками картоплі є сьогодні актуальною з наукової точки зору і має велике практичне значення.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ

Операційно-технологічна карта дає найбільш повну уяву про зміст сільськогосподарської роботи їх основною операційною психологією. Вона складається на кожну технологічну операцію і на основі їх складається технологічна карта на вирощування сільськогосподарських культур. Операційно-технологічна карта включає в себе такі розділи:

- характеристику умов роботи і вихідні дані;
- агротехнічні вимоги;
- вибір складу і режимів роботи агрегату;
- елементи підготовки агрегату і поля до роботи;
- експлуатаційно-технологічні показники роботи агрегату;
- графік робочої зміни.

Кожний розділ карти складає перелік і значення параметрів і нормативів, а також схеми, необхідні для правильного виконання операції. В нашому проекті розроблена операційно-технологічна карта за посадками картоплі.

#### 3.1. Умови роботи агрегату

Для виконання вказаної вище роботи ми пропонуємо агрегат, що складається із трактора і культиватора.

Вихідні дані для виконання операції і розрахунків режимів роботи агрегату такі:

Площа поля – 100 га.

Довжина поля – 1000 м.

Ширина поля – 1000 м.

Кут нахилу місцевості – 3%.

Інтервал технологічно допустимих швидкостей – 6-9.

Питомий опір ґрунту – 3,2.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Агротехнічні вимоги до операції приведені в таблиці.

### 3.2. Підготовка агрегату до роботи

При підготовці трактора до роботи виконують такі операції:

- очищують його від пилу і бруду;
- перевіряють комплектність і стан його механізмів і вузлів;
- перевіряють затяжку кріплень і при необхідності підтягують їх;
- перевіряють наявність палива, масла, води і при необхідності доливають їх;
- перевіряють стан начіпної системи трактора і роботу гідравлічної системи.

При підготовці культиватора до роботи виконують такі операції:

- перевіряють технічний стан культиватора, його комплектність, затяжку всіх кріплень;
- начіпляють культиватор на трактор і встановлюють на регульовальну площадку;
- начіпною системою трактора вирівнюють раму культиватора в горизонтальній і вертикальній площинах;
- під опорно ходові колеса і опорні котки підставляємо дерев'яні брусочки товщиною рівною глибині обробітку мінус один два сантиметри;
- звільняють всі кріплення робочих органів і встановлюють гряділі культиватора в одному положенні паралельно до площадки;
- встановити робочі органи на глибину обробітку і ширину захвату;
- закріпити робочі органи в кронштейнах тримачах.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3. Розрахунок складу агрегату

Розрахунок складу агрегата передбачає вибір трактора і сільськогосподарського знаряддя та робочої передачі на якій з найбільшою ефективністю буде використовуватись потужність двигуна. Для цього проводиться оцінка тягового розрахунку.

Тяговий опір агрегата  $R_a$  буде визначатись по формулі

$$R_a = R_k + R_{пр} \quad (3,1)$$

де  $R_k$  – тяговий опір культиватора, кН;

$R_{пр}$  – приведений тяговий опір картоплекопача зв'язаний з втратою дотичної сили тяги трактора на вибраній передачі при відборі частини потужності двигуна через вал відбору потужності.

Тяговий опір визначаємо по методу „максимальної” кількості машин в агрегаті по формулі

$$R_k = RB_k + G_m i/100 \quad (3,2)$$

де  $R$  – питомий опір і тяговий культиватора, кН;

$B_k$  – конструктивна ширина захвату культиватора  $B_k = 22$  м

$G_m$  – вага машини, кН;  $G_m = 31,5$  кН

$i$  – нахил місцевості, %;  $i = 3\%$

Питомий тяговий опір буде рівний

$$R = R_0 \left[ 1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right] \quad (3,3)$$

де  $R_0$  – питомий тяговий опір при швидкості до 4 км/год;

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$V_p$  – робоча швидкість агрегата на відповідній передачі, км/год;  $V_0 = 5$  км/год;

$\Delta C$  – темп наростання питомого тягового опору в залежності від швидкості агрегата.

По рекомендаціях  $\Delta C$  приблизно рівне трьом відсоткам.

Тоді розрахунки будемо проводити для агротехнічно-допустимих робочих швидкостей, що рівні чотири – шість кілометрів на годину.

Це буде відповідно I-III передача, на яких  $V_p^I = 5.7 \text{ км/год}$ ;

$$V_p^{II} = 7 \text{ км/год}; \quad V_p^{III} = 9 \text{ км/год};$$

Тоді тяговий питомий опір буде рівний на першій передачі:

$$R^I = 1.8[1+(5.7-5)3/100] = 1,84 \text{ км/год}$$

на другій:

$$R^{II} = 1.8[1+(7-5)3/100] = 1,9 \text{ км/год}$$

на третій:

$$R^{III} = 1.8[1+(9,2-5)3/100] = 2,02 \text{ км/год}$$

Тоді тяговий опір культиватора на різних передачах буде:

на першій передачі:

$$R_k^I = 1.8*2.2+4.2*3/100=4.6 \text{ кН}$$

на другій передачі

$$R_k^{II} = 1.9*2.2+4.2*3/100=4.75 \text{ кН}$$

на третій передачі

$$R_k^{III} = 2.02*2.2+4.2*3/100=5.9 \text{ кН}$$

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приведений тяговий опір визначаємо із співвідношення

$$R_{np} = \frac{0,159 N_{\text{ввл}} i_{tr} \eta_{m2}}{r_{\kappa} \Pi_{\text{п}} \eta_{\text{ввл}}} \quad (3,4)$$

де  $N_{\text{ввл}}$  – потужність, що передається через вал відбору потужності, кВт;  $N_{\text{ввл}} = 6,0$  кВт;

$i_m$  – передаточне число трансмісії на різних передачах;  $i_I = 56,4$ ;  $i_{II} = 45,8$ ;

$i_{III} = 38,7$ ;

$\eta_{\text{ввл}}$  – коефіцієнт корисної дії передачі потужності від двигуна до вала відбору потужності,  $\eta_{\text{ввл}} = 0,95$ ;

$\eta_{m2}$  – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії із врахуванням тертя в шарнірах гусениць

$$\eta_{m2} = \eta_m \eta_2 \quad (3,5)$$

де  $\eta_2 = 0,95$  (механічний коефіцієнт корисної дії)

$$\eta_m = \eta_{\text{цвл}}^{\alpha} \eta_{\text{кон}}^{\beta} \quad (3,6)$$

де  $\eta_{\text{цвл}}^{\alpha}$  і  $\eta_{\text{кон}}^{\beta}$  – відповідно механічні коефіцієнти корисної дії циліндричних і конічних зубчатих передач,  $\eta_{\text{цвл}}^{\alpha} = 0,96$ ,  $\eta_{\text{кон}}^{\beta} = 0,95$

$\alpha$  і  $\beta$  – відповідно число пар цих передач, що знаходяться в щеплені,

$\alpha = 4$ ,  $\beta = 1$ ,

$$\eta_m = 0,96^4 * 0,95^1 = 0,81$$

$$\eta_{m2} = 0,81 * 0,95 = 0,77$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінь завантаження трактора по силі тяги оцінюємо коефіцієнта використання номінальної сили тяги, який визначаємо по формулі:

$$\xi = \frac{R_a}{P_{кр} - G \frac{i}{100}} \quad (3,7)$$

де  $G$  – вага трактора, кН;  $G = 44,8$  кН

$P_{кр}$  – номінальна сила тяги при русі на заданій швидкості передачі, кН

Для першої передачі

$$\xi = \frac{14,02}{25,0 - 44,8 * \frac{3}{100}} = 0,59$$

для другої передачі

$$\xi = \frac{13,63}{23,0 - 44,8 * \frac{3}{100}} = 0,63$$

для третьої передачі

$$\xi = \frac{13,53}{19,0 - 44,8 * \frac{3}{100}} = 0,88$$

Як видно із одержаних результатів найбільш оптимальною буде перша передача по ступеню використання номінальної сили тяги, на якій  $\xi = 0,88$

### 3.4. Кінематичні розрахунки

Вибираємо гоновий спосіб руху агрегату вздовж рядків, який показаний на рисунку.

Мінімальна поворотна смуга буде визначатись по формулі:

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\min} = 1.1R_0 + e + d_k \quad (3,8)$$

де  $R_0$  - найменший допустимий радіус повороту агрегата, м;

$e$  - довжина виїзду агрегата, м;  $e = 0,5l_k$

$d_k$  - кінематична ширина агрегата, м;  $d_k = 6,25$  м

$l_k$  - кінематична довжина машини, м

$$l_{kp} = 1,42 \text{ м}; l_{mp} = 3,3 \text{ м}$$

$$l_k = l_{kp} + l_{mp}$$

$$l_k = 1,42 + 3,3 = 4,72 \text{ м}$$

$$e = 0,5 * 4,72 = 2,36 \text{ м}$$

$$R_0 = 1,5 B_k$$

$$R_0 = 1,5 * 2,8 = 8,1 \text{ м}$$

тоді мінімальна поворотна смуга буде

$$E_{\min} = 1,1 * 8,1 + 2,36 + 5,5 = 17,06 \text{ м}$$

Ширину поворотної смуги вибираємо такою щоб вона була не менше  $E_{\min}$  і кратна ширині захвату агрегата, що проводив обробіток поворотної смуги. У нашому випадку приймаємо  $E_T = 4,2$  м і яка залишилася після сівби.

Довжина холостих поворотів

$$L_x = (6.6-8.0)R_0 + 2c \text{ або}$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_x = 2E = L_x = 2 * 21.6 = 43.2 \text{ м}$$

Тоді середня робоча довжина гону буде:

$$L_p = L - L_x \quad (3.9)$$

де  $L$  – довжина гону, м  $L = 1000$  м

$$L_p = 1000 - 43,2 = 956,8 \text{ м}$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів по формулі:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (3.10)$$

$$\varphi = \frac{956.8}{956.8 + 43.2} = 0.9$$

Коефіцієнт використання часу руху  $\tau$  визначаємо по формулі

$$\tau = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (3.11)$$

де  $T_p$  – час робочого руху в зачінці, год

$T_x$  – час холостого руху в зачінці, год

$$T_p = \frac{L_p}{V_p} \quad (3.12)$$

$$T_p = \frac{991.6}{991.6 + 8.4} = 0.99$$

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання часу руху  $\tau$  визначаємо по формулі

$$\tau = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (3,13)$$

де  $T_p$  – час робочого руху в зачінці, год

$T_x$  – час холостого руху в зачінці, год

$$T_p = \frac{L_p}{V_p} \quad (3,14)$$

$$T_p = \frac{0,9916}{4,7} = 0,21$$

$$T_x = \frac{0,0084}{4,0} = 0,0021$$

підставляючи значення у формулу маємо:

$$\tau = \frac{0,143}{0,143 + 0,008} = 0,95$$

### 3.5. Розрахунок балансу часу зміни

Побудова графіка робочої зміни.

При нормуванні польових механізованих робіт враховується такий складовий елемент часу зміни, чистий робочий час  $T_p$ , час виконання регулярних робіт  $T_{пз}$ , додатковий час  $T_d$ , час технічного обслуговування агрегата в зачінці  $T_{обс}$ , час на регламентовані переваги на відпочинок  $T_v$ .

Таким чином баланс часу зміни буде:

Робочий час зміни визначаємо по формулі:

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пмм} + T_{пз} + T_{ор} + T_{пер})}{1 + \tau_{нов}}$$

(3,15)

де  $T_{зм}$  – тривалість часу зміни,  $T_{зм} = 7$  год.

$T_{техн}$  – час затрачений на технічне обслуговування агрегату, год.

$$T_{техн} = 7 * t_0$$

(3,16)

де  $t_0$  – тривалість однієї зупинки за зміну, год.

$$t_0 = 0,02 \text{ год.}$$

$$T_{техн} = 7 * 0,02 = 0,14 \text{ год.}$$

$T_{пз}$  – час підготовки агрегату до роботи

$$T_{пз} = 0,14 \dots 0,3 \text{ год}$$

$T_{\phi}$  – час на зупинки по фізіологічних причинах, год.

$$T_{\phi} = (0,03 \dots 0,05) T_{зм}$$

$$T_{\phi} = (0,03 \dots 0,05) 7 = 0,21 \dots 0,35 \text{ год.}$$

$T_{пер}$  – час, що витрачається на переїзди агрегата за зміну, год.

$$T_{пер} = 0 \dots 0,5 \text{ год.}$$

$$\tau_{нов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (3,17)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт використання робочих ходів

$$\tau_{нов} = \frac{1 - 0,93}{0,93} = 0,075$$

Тоді робочий час зміни буде

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_p = \frac{7 - (0,14 + 0,2 + 0,25 + 0,25)}{1 + 0,075} = 5,63 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни буде

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (3,18)$$

$$\tau = \frac{5,63}{7,0} = 0,81$$

Час поворотів агрегата на протязі зміни

$$T_x = T_{пов} = \tau_{пов} T_p \quad (3,19)$$

$$T_x = 0,075 * 5,63 = 0,42$$

Визначаємо час зупинок агрегата в зачінці з працюючим двигуном

$$T_0 = T_{мехч} + T_{пз} + T_{op} \quad (3,20)$$

$$T_0 = 0,14 + 0,2 + 0,25 = 0,59 \text{ год.}$$

Перевірка:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_0 \quad (3,21)$$

$$T_{зм} = 5,63 + 0,42 + 0,59 = 7 \text{ год.}$$

Продуктивність агрегату буде:

$$W_{зм} = 0,1 * B_p * V_p * T * \tau \quad (3,22)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $B_p$  – ширина захвату машини, м

$$B_p = 2,7 \text{ м}$$

$$W_{3M} = 0,1 * 2,7 * 8,9 * 0,81 = 13,2 \text{ га/зМ}$$

Витрати палива на одиницю площі визначаємо по формулі:

$$g = \frac{G_{mp} T_{mp} + G_{mx} T_x + G_{mo} T_o}{W_{3M}} \quad (3,23)$$

де  $G_{тр}$  – погодинні витрати палива при переїздах на холостому ході, кг/год.

$$G_{тр} = 30,0 \text{ кг/год.}$$

$G_{тх}$  – погодинні витрати палива при переїздах в холостому ході, кг/год.

$$G_{тх} = 17 \text{ кг/год.}$$

$G_{то}$  – погодинні витрати палива при зупинках з працюючим двигуном, кг/год;  $G_{то} = 2,5 \text{ кг/год.}$

$$g = \frac{30,0 * 5,63 + 17 * 0,42 + 2,5 * 0,59}{13,2} = 3,6 \text{ кг/га}$$

Питомі експлуатаційні витрати.

Визначаємо експлуатаційні витрати.

Амортизаційні затрати визначаємо по формулі:

$$S_{al} = \frac{(a_p + a_k) B}{100 T_p W} \quad (3,24)$$

де  $a_p$  – норма різних відчислень на рекомендацію різних машин,  $a_p = 16,6\%$

$a_k$  – норма річних відчислень на капітальний ремонт,  $a_k = 2,1\%$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Б – балансова вартість машини, грн.

$T_p$  – нормативне річне навантаження машини,  $T_p = 300$  год.

W – погодинна продуктивність, га/год.

$$W = 13,2/7 = 1,88 \text{ га/год}$$

$$S_a = \frac{(16.6 + 2.1)8000}{100 * 300 * 1.88} = 7.95 \text{ грн/год.}$$

Аналогічно підраховують витрати на ремонт і технічне обслуговування

$$a_{тр} = 12\%$$

$$S_{mp} = \frac{12 * 8000}{100 * 300 * 1.88} = 5,12 \text{ грн/год.}$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА

### 4.1. Необхідність удосконалення культиватора

Проведення міжрядних обробітків при вирощуванні картоплі вирішує три задачі:

- забезпечення оптимальних ґрунтових умов проростання бульб і щільність ґрунту і його механічний склад, збагачення поживними елементами, водою, киснем;
- знищення бур'янів;
- захист культурних рослин від комах, шкідників і хвороб.

Тому, враховуючи це, дія робочих органів проривних культиваторів повинна оцінюватись по ґрунту після обробітку, його фракційний склад, пористість, ступінь знищення бур'янів, форма гребенів, пошкодження культурних рослин.

Так по даних щільність ґрунту повинна бути в межах  $10...15 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ , пористість – 50 % грудочок розміром 1...10 мм – не менше 50% в загальній структурі ґрунту, а грудок розміром більше 50 мм не більше 4...5 шт/м<sup>2</sup>.

З метою повного підрізання бур'янів робочі органи культиватора повинні працювати на глибині 80...160 мм. при цьому відхилення глибини ходу допускається в межах  $\pm 10$  мм. Забур'яненість поля після обробітку не повинна перевищувати десять штук бур'янів на 2,8 м<sup>2</sup> площі. Щоб запобігти пошкодженню культурних рослин захисна зона від середини рядка повинна складати 80 мм при перших обробітках і 170 мм при останніх, коли бадилля добре розвинуте.

Одним із важливих показників якості роботи культиваторів-окучників є форма і розміри утворених гребенів. Рекомендовані розміри гребеня такі: висота – 200 мм, ширина основи гребеня – 550...650 мм.

Інші автори рекомендують, що гребінь у поперечному перерізі повинен мати форму трапеції висотою 170...220 мм і ширину основи – 600 мм, а

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верхньої 110...130 мм і кут відкосу – 39...44°. У цьому випадку гребінь не осипається і зберігає свою форму до самого збирання.

Крім того в період проведення міжрядних обробітків активно проводиться і хімічний обробіток посадок картоплі проти шкідників і хвороб, що приводить до додаткових проїздів, а також перевитрат паливо-мастильних матеріалів.

Як показав аналіз конструкцій існуючих культиваторів для міжрядного обробітку і їх робочих органів не всі вони в повній мірі відповідають агротехнічним вимогам.

Тому метою удосконалення фрезерного культиватора є:

-створення добре розпушеної структури ґрунту і сприятливих умов для повітряного режиму;

-створення більш сприятливих умов для комбінованого збирання урожаю картоплі;

-зменшення енергозатрат на розпушування ґрунту фрезерним культиватором.

Таким чином удосконалення культиватора для обробітку міжряд картоплі є сьогодні актуальним.

#### **4.2. Загальна будова, робота і процес роботи культиватора**

Аналіз конструкцій культиваторів і робочих органів показав, що вони мають ряд недоліків. У пасивних робочих органів нижча якість обробітку, а активні мають складний привід. Тому пропонується конструкція культиватора з пасивними робочими органами і обладнанням для внесення гербіцидів.

Культиватор КФК-2,8Ф складається із рами, фрезерного барабана, гребне утворювача, центрального і бортових редукторів, опорних коліс та механізмів регулювання. (лист графіки).

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою зниження енерговитрат на процес розпушування ґрунту та покращення якості роботи серійного культиватора на ньому було проведено удосконалення фрезерного барабана, зменшена кількість ножів, їх конструкція і на відміну від серійної машини жорстку конструкцію кріплення робочого органу замінено на пружинну.

Робочий орган виконано з смуги  $5 \times 36 \times 420$  шляхом її згинання у площині меншої жорсткості під кутом  $80^\circ$ , а лінія згину направлена під кутом  $20^\circ$  до меншої сторони смуги. Ширина робочого органу становить 80 см.

В результаті дії такого робочого органу на ґрунт здійснюється відрив шарів ґрунту в протилежному напрямі, а по лінії розмежування йде розрив.

Так, як робочий орган пружно прикріплений до вала фрез барабана, то при роботі його в ґрунті за рахунок неоднорідності його в ґрунті виникають його автоколивання, що сприяє зменшенню опору ґрунту для переміщення робочого органу в ньому.

При виході з ґрунту під дією пружного механізму робочого органу він повертається у своє початкове положення, але при цьому здійснюються автоколивання, що веде до очистки робочого органу, тобто покращує якість роботи робочого органу.

### 4.3. Технологічні розрахунки

Барабан фрези бере участь у двох видах руху: обертальному навколо своєї осі з обертальною швидкістю  $v_o$  (відносний) і поступальному разом із всією машиною з швидкістю  $v$  (переносний рух).

Рівняння руху робочого органу має вигляд:

$$\begin{aligned}x &= vt + R \cos \alpha \\y &= R(1 - \sin \alpha)\end{aligned}\tag{4.1}$$

де  $\alpha$  - кут повороту робочого органу з початкового положення

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha = \omega t \quad (4.2)$$

$\omega$  - кутова швидкість барабана;

$t$  - час повороту робочого органа на кут  $\alpha$  ;

$v$  - швидкість поступального руху машини;

$R$  - радіус барабана, м.

Рівняння 4.1 визначає траєкторію руху робочого органа барабана ротаційної ґрунтооброблювальної машини в параметричній формі.

Для виконання технологічних розрахунків задаємося такими параметрами:

1. Глибина обробітку:  $a=0,16$ м;

2. Допускається висота гребенів по дну борозни :

$$h_{cp} \leq 0,2a \quad (4.3)$$

Підставивши значення у формулу будемо мати:

$$h_{cp} \leq 0,2 \cdot 16 = 0,032 \text{ м}$$

Отже глибина гребенів по дну борозни не повинна перевищувати  $0,032$ м

3. Радіус фрезерного барабана

Радіус фрезерного барабана вдосконаленого культиватора залишається рівним радіусу фрезерного барабана серійного культиватора –  $0,3$  м.

4. Робоча швидкість

За рахунок того, що збільшена площа контакту робочого органа з ґрунтом є можливим не погіршуючи якості розпушування збільшити швидкість руху агрегату з  $3-4$  км/год до  $5-6$  км/год.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже:  $v=5...6$  км/год, або  $1,4...1,66$  м/с.

5.Оберти фрезерного барабана залишаємо без змін:

$$n = 317 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначаємо частоту обертання фрезерного барабана. Для цього використовуємо формулу [23]:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (4.4)$$

де  $n$  – оберти фрезерного барабана.

Підставивши значення у формулу будемо мати:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 317}{30} = 32 \text{ с}^{-1}$$

Обертальну швидкість фрез барабана визначаємо за формулою [23]:

$$v_o = R \cdot \omega \quad (4,5)$$

Підставивши значення у формулу маємо:

$$v_o = 0,3 \cdot 32 = 9,6 \text{ м/с}$$

Визначаємо показник кінематичного режиму роботи фрези використовуючи формулу:

$$\alpha = \frac{v_o}{v}, \quad (4,6)$$

Підставивши значення у формулу будемо мати:

$$\alpha = \frac{9,6}{1,4...1,66} = 6,85...5,78$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для подальшого розрахунку приймаємо  $\alpha = 6$ . Одним із основних технологічних параметрів ротаційної ґрунтооброблювальної машини є подача на ніж. Для визначення подачі на ніж використовуємо формулу:

$$S = \frac{2\pi R}{\alpha \cdot z}, \quad (4,7)$$

де  $R$  - радіус фрезерного барабана,  $R = 0,3$  м;

$z$  - число ножів рівне 2.

Підставивши значення у формулу маємо:

$$S = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{6 \cdot 2} = 0,14 \text{ м}$$

Визначаємо висоту гребенів на дні борозни використовуючи формулу [23]:

$$h_{zp} = R \left( 1 - \cos \frac{\pi}{2(\alpha - 1)} \right) \leq [h_{zp}], \quad (4,8)$$

Після підстановки значень у формулу будемо мати:

$$h_{zp} = 30 \left( 1 - \cos \frac{3,14}{2(6-1)} \right) = 0,6 \text{ см} \leq [h_{zp}]$$

Отже розрахункова висота гребенів задовольняє вимогам

$$h_{zp} \leq [h_{zp}] \quad (4,9)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення середньої товщини стружки використовуємо формулу:

$$\delta_{cp} = S \cos \frac{1}{2} \left[ \pi - \arcsin \left( 1 - \frac{h_{гг}}{R} \right) \arcsin \left( 1 - \frac{\alpha}{R} \right) \right], \quad (4.10)$$

де  $S$  - подача на ніж рівна 14 см;

$h_{гг}$  - висота гребенів по дну борозни;

$a$  – глибина обробітку,  $a=16$ см.

Тоді:

$$\delta_{cp} = 14 \cos \frac{1}{2} \left[ \pi - \arcsin \left( 1 - \frac{0,6}{30} \right) \arcsin \left( 1 - \frac{16}{30} \right) \right] = 12,1 \text{ см} = 0,121 \text{ м}$$

Ширина стружки рівна ширині ножа,  $b = B_H = 0,1$  м.

Об'єм стружки визначаємо за формулою:

$$V = S \cdot a \cdot b \quad (4.11)$$

Провівши підстановку отримаємо:

$$V = 0,14 \cdot 0,16 \cdot 0,1 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Проведені технологічні розрахунки дають змогу перейти до розрахунку енергетичних показників роботи удосконаленої машини.

#### 4.4. Енергетичні розрахунки

При роботі фрези з горизонтальною віссю обертання потрібно сумарну потужність визначати за формулою [26]:

$$N = N_{різ} + N_{відк} + N_{тр.пер.} + N_{пер} - N_{нід} \quad (4.12)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $N_{різ}$  - потужність затрачена на різання ґрунту, кВт;

$N_{відк}$  - потужність затрачена на відкидання ґрунту, кВт;

$N_{тр.пер}$  - потужність затрачена на витрати в передачах, кВт;

$N_{пер}$  - потужність затрачена на переміщення трактора, кВт;

$N_{нід}$  - підштовхуюча потужність, кВт.

Потужність затрачену на різання ґрунту визначаємо за формулою:

$$N_{різ} = k_{nut} \cdot B \cdot a \cdot v_k \quad (4,13)$$

де  $k_{nut}$  - питомий опір фрезерування, рівний  $30 \text{ кН/м}^2$

$B$  - ширина захвату всіх ножів, що працюють одночасно, м

$$B = z \cdot B_H$$

тоді  $B = 5 \cdot 0,01 = 0,5 \text{ м}$

Підставивши значення у формулу будемо мати:

$$N_{різ} = 30 \cdot 0,5 \cdot 0,16 \cdot 1,66 = 4,8 \text{ кВт}$$

Потужність на відкидання ґрунту визначаємо за формулою [23]:

$$N_{відк} = 5 \cdot 10^{-4} \delta \cdot Q_{II} \cdot V_o^2, \quad (4,14)$$

де  $\delta$  - коефіцієнт відкидання, який залежить від форми робочого органу,  $\delta = 1$ ;

$Q_{II}$  - маса ґрунту, яка відкидається за одну секунду, кг:

$$Q_{II} = \frac{B \cdot a \cdot \gamma \cdot v}{g}, \quad (4,15)$$

де  $\gamma$  - щільність ґрунту,  $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$ ;

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$g$  - прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

$$Q_{II} = \frac{0,5 \cdot 0,16 \cdot 1300 \cdot 1,66}{9,81} \approx 22 \text{кг}$$

Підставивши значення у формулу маємо:

$$N_{\text{відк}} = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 22 \cdot 9,6^2 = 1,01 \text{кВт}$$

Витрати потужності на втратах в передачах визначаємо за формулою[23]:

$$N_{\text{тр.пер}} = (N_{\text{різ}} + N_{\text{від}})(1 - \eta) \quad (4.16)$$

де  $\eta$  - к.к.д. передачі,

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_{\text{ц.р.}} \cdot \eta_{\text{п.к.}} \cdot \eta_{\text{к.р.}}$$

де  $\eta_m$  - к.к.д. муфти,  $\eta_m = 0,99$ ;

$\eta_{\text{ц.р.}}$  - к.к.д. циліндричного редуктора,  $\eta_{\text{ц.р.}} = 0,96$ ;

$\eta_{\text{п.к.}}$  - к.к.д. підшипників кочення,  $\eta_{\text{п.к.}} = 0,99$

$\eta_{\text{к.р.}}$  - к.к.д. конічного редуктора,  $\eta_{\text{к.р.}} = 0,96$ .

Тоді:

$$\eta = 0,99 \cdot 0,96 \cdot 0,99 \cdot 0,96 = 0,92$$

Підставивши значення у формулу (4.16) будемо мати:

$$N_{\text{тр.пер}} = (4,8 + 1,01)(1 - 0,92) = 0,9 \text{кВт}$$

Потужність на переміщення агрегата визначаємо за формулою [23]:

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{пер} = f_m \cdot G \cdot v, \quad (4,17)$$

де  $f_m$  - коефіцієнт опору кочення,  $f_m = 0,1$ ;

$G$  - вага кочення,  $G = 10,8 \text{ кН}$

Підставивши значення у формулу 4.17 маємо:

$$N_{пер} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 1,68 = 1,8 \text{ кВт}$$

Підштовхуючу потужність визначаємо за формулою[23]:

$$N_{шд} = \frac{(N_{риз} + N_{відк})v}{v_o}, \quad (4,18)$$

Підставивши значення у розрахункову формулу 4.18 маємо:

$$N_{шд} = \frac{(4,8 + 1,01)1,66}{9,6} = 1,0 \text{ кВт}$$

Підставивши розраховані значення у формулу 4.12 визначаємо потрібну сумарну потужність:

$$N = 4,8 + 1,01 + 0,9 + 1,8 - 1 = 7,51 \text{ кВт}$$

Отже, потрібна сумарна потужність становить 7,51 кВт.

## 4.5. Розрахунок основних деталей на міцність

### 4.5.1. Розрахунок робочого органу

На ніж горизонтальної фрези діють сила різання лобовою частиною ножа і сила різання боковим лезом ножа, а також крутний і згинаючий моменти в небезпечному перерізі А-А (рис.4.1).

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 4.1. Схема для розрахунку робочого органа

Значення сили різання лобовою частиною ножа визначаємо за формулою[28]:

$$P_n = kbS \sin \alpha, \quad (4,19)$$

де  $R$  – питомий опір різання,  $R = 30 \text{кН} / \text{м}^2$ ;

$b$  - ширина захвату одного ножа,  $b = 0,1 \text{м}$ ;

$S$  - подача на ніж фрези,  $S = 0,14$ ;

$\alpha$  - кут контакту фрези з ґрунтом;

Для визначення кута контакту фрези з ґрунтом використовуємо формулу[28]:

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{a}{R}\right) \quad (4,20)$$

де  $a$  – глибина фрезерування,  $a = 0,16 \text{м}$ ;

$R$  - радіус фрезерного барабан,  $R = 0,3 \text{м}$ .

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{0,16}{0,3}\right) = 61,9^\circ$$

Підставивши значення у формулу 4.19 будемо мати:

$$P_{\lambda} = 30 \cdot 0,1 \cdot 0,14 \cdot \sin 61,9^\circ = 370H$$

Значення сили різання бічним лезом ножа визначаємо за формулою[28]:

$$P_{\delta} = k' \cdot \delta \cdot S \sin \alpha \quad (4,21)$$

де  $k'$  - середній питомий опір різання,  $k' = 20кН / м^2$ ;

$\delta$  - товщина стружки,  $\delta = 0,12м$ .

Підставивши значення у формулу 4.21 будемо мати:

$$P_{\delta} = 20 \cdot 0,14 \cdot 0,12 \sin 61,9^\circ = 0,298H$$

Для розрахунку моментів, що діють у небезпечному перерізі визначаємо силу відкидання ґрунту за формулою[28]:

$$P_{\text{відк}} = \frac{N_{\text{відк}}}{(v_o - v_{\Pi})i}, \quad (4,22)$$

де  $N_{\text{відк}}$  – потужність затрачена на відкидання ґрунту;

$v_o$  - обертальна швидкість фрези,  $v_o = 9,6с^{-1}$ ;

$v_{\Pi}$  - поступальна швидкість руху агрегата і фрези,  $v_{\Pi} = 1,66м/с$ ;

$i$  - кількість одночасно працюючих ножів,  $i = 5$ .

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{відк} = \frac{1,01}{(9,6 - 1,66)5} = 0,25 \text{кН} = 250 \text{Н}$$

В небезпечному перерізі А-А на ніж фрези діють згинаючий і крутний моменти.

Згинаючий момент визначаємо за формулою [28]:

$$M_{зг} = (P_l + P_{від}) \cdot L + P_{\sigma}(l - S), \quad (4,23)$$

де  $L$  - відстань між небезпечним перерізом і кінцем ножа,  $L = 0,2 \text{м}$ ;

$S$  - відстань між точкою прикладання  $P_{\sigma}$  і кінцем ножа,  $S = 0,05 \text{м}$ .

Тоді, підставивши значення у формулу (4.23) будемо мати:

$$M_{зг} = (370 + 250) \cdot 0,2 + 298(0,2 - 0,05) = 168,7 \text{Н}$$

Для визначення крутного моменту у небезпечному перерізі використаємо формулу[28]:

$$M_{кр} = (P_l + P_{від}) \frac{\delta}{2}, \quad (4,24)$$

де  $\delta$  - ширина ножа,  $\delta = 0,1 \text{м}$ ;

$$M_{кр} = (370 + 250) \cdot \frac{0,1}{2} = 31 \text{Н / м}$$

Визначаємо приведений момент:

$$M = \sqrt{M_{зг}^2 + 4M_{кр}^2}, \quad (4,25)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = \sqrt{168,7^2 + 4 \cdot 31^2} = 179,7 \text{ Н/м}$$

Проведемо перевірку робочого органу на розтяг:

$$\sigma_p = [\sigma_p] \quad (4,26)$$

$$\sigma_p = \frac{P_l}{F} \text{ або } \frac{P_l}{F} \leq [\sigma_p] \quad (4,27)$$

де  $[\sigma_p]$  – допустиме навантаження при розтязі,  $[\sigma_p] = 120 \text{ МПа}$ ;

$F$  - площа поперечного перерізу робочого органу.

Визначаємо допустиму площу поперечного перерізу:

$$F = \frac{P_l}{[\sigma_p]} \quad (4,28)$$

Підставивши значення у формулу (4.28) будемо мати:

$$F = \frac{370}{120 \cdot 10^6} = 3,08 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Так, як площа робочого органу у небезпечному перерізі становить  $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  то робочий орган витримує зусилля на розтяг.

Перевірку робочого органу на згин в небезпечному перерізі А-А проводимо за формулою[28]:

$$\sigma_{зг} \leq [\sigma_{зг}], \quad (4,29)$$

$$\sigma_{зг} = \frac{P_{від}}{F} \leq [\sigma_{зг}], \quad (4,30)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $P_{від}$  – зусилля відкидання ґрунту робочим органом,  $P_{від} = 250Н$  ;

$[\sigma_{зг}]$  - допустима напруга на згин, для Ст. 45  $[\sigma_{зг}] = 160МПа$ .

Отже, робочий орган витримує зусилля на згин.

При дії на робочий орган моменту кручення в перерізі А-А виникають дотичні напруги.

Максимальне значення дотичних напруг обчислюємо за формулою[28]:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{кр}}{W_p} \leq [\tau], \quad (4,31)$$

де  $\tau$  – допустима дотична напруга,  $[\tau] = 220МПа$  ;

$M_{кр}$  - крутний момент, Нм.

$W_p$  - полярний момент,  $м^3$ .

$$W_p = \frac{b^2 h}{6}, \quad (4,32)$$

де  $b, h$  - розміри поперечного перерізу А-А,  $b = 5мм$ ,  $a$  ;  $h = 36мм$

$$W_p = \frac{0,005^2 \cdot 0,036}{6} = 1,5 \cdot 10^{-7} м^3$$

Підставивши значення у формулу 4.32 будемо мати.

$$\tau_{\max} = \frac{31}{1,5 \cdot 10^{-7}} = 2,06 \cdot 10^8 Па \leq [\tau] = 2,2 \cdot 10^8 Па$$

Отже, робочий орган витримує навантаження, які діють на нього при обробі ґрунту.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.5.2. Розрахунок вала фрез барабана

В процесі роботи на вал фрези діє сумарна сила опору ґрунту  $P_{II}$ . Сумарна сила опору ґрунту визначається за формулою [28]:

$$P_{II} = \sin \alpha (R_{\sigma} + k' \delta) i + P_{\text{від}}, \quad (4,33)$$

Підставивши значення у формулу отримаємо:

$$P_{II} = 0,14 \cdot \sin 61,9^{\circ} (30 \cdot 0,1 + 20 \cdot 0,12) 5 + 250 = 260H$$

Сила яка діє у паралельній площині визначається за формулою:

$$P_{III} = P_{II} \frac{D_{\phi}}{d_{ш}}, \quad (4,34)$$

де  $D_{\phi}$  - діаметр фрези, який рівний 0,6м;

$d_{ш}$  - діаметр шестерні, рівний 0,212 м;

тоді:

$$P_{III} = \frac{260 \cdot 0,6}{0,212} = 735H$$

Допустивши, що обидві сили розміщені в паралельних площинах, замінимо їх рівними силами приведеними до осі фрези і відповідними крутними моментами.

Сила  $P_{II}$  (рис. 4.2) діє на вал фрези рівномірно на ділянці АВ, а сила  $P_{III}$  прикладена в точці К.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 4.2 – Схема для розрахунку вала фрези

Визначаємо реакції в опорах А,В.

$$\sum M_A = 0; \quad (4,35)$$

$$P_{ш} \cdot L + P_{п} \frac{B}{2} - R_b(L + B) = 0$$
$$R_b = \frac{-P_{ш}L - P_{п} \frac{B}{2}}{-(L + B)} \quad (4,36)$$

Підставивши значення будемо мати:

$$R_b = \frac{-735 \cdot 0,161 - 260 \cdot \frac{2,8}{2}}{-(2,8 + 0,161)} = -172H$$

Знак „-“, вказує на протилежний напрямок реакції в опорі.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводимо перевірку правильності визначення реакцій  $R_A$  і  $R_B$ . Для цього складаємо рівняння сил відносно осі  $Y$ .

$$\sum Y = 0; \quad (4,36)$$

$$R_{III} - R_A - P_A + R_B = 0 \quad (4,37)$$

$$735 - 647 - 260 + 172 = 907 - 907 = 0$$

Будуємо епюри перерізуючих сил і згинаючих моментів.

Для побудови епюри сил проводимо розрахунок сил на ділянках КА і АВ.

Ділянка КА:

$$Q = P_{III} + R_A \quad (4,38)$$

Підставивши значення у формулу (4.41) маємо:

$$Q = -735 + 647 = -88H$$

Ділянка АВ:

$$Q = R_B - qx \quad (4,39)$$

при  $x=0$ ,  $Q = R_B = 172H$

при  $x=B = 2,8m$ ,  $Q = R_B - P_{II} = 172 - 260 = -88H$

За даними розрахунків будуємо епюру сил (рис.4.2).

Для побудови епюри згинаючих моментів проводимо розрахунок.

Визначаємо згинаючий момент на ділянці АВ:

$$M_{AB} = R_B x - qx^2 / 2 \quad (4,40)$$

при  $x=0$ ,  $M_{AB} = 0$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при  $x=B$   $M_A = -R_B \cdot B + P_{II} B^2 / 2B$ ,

$$M_A = -172 \cdot 2,8 + \frac{260 \cdot 2,8^2}{2 \cdot 2,8} = -117,6H$$

Максимальне значення моменту  $M_{AB}$  буде в перерізі, де  $Q = 0$ .

Проводимо дослідження рівняння моментів на максимум:

$$\frac{dM_{AB}}{dx} = Q_{AB} = R_B - P_{II} X_O / B = 0, \quad (4,41)$$

звідки  $X_O = \frac{R_B B}{P_{II}}$

Визначаємо максимальний згинаючий момент:

$$M_{AB \max} = R_B X_O + q X_O^2 / 2 = R_B^2 \cdot B / P_{II} + P_{II} \cdot R_B^2 \cdot B^2 / 2 P_{II} = \frac{R_B^2 \cdot B}{2 P_{II}}, \quad (4,42)$$

тоді:  $M_{AB \max} = \frac{172^2 \cdot 2,8}{2 \cdot 260} = 159,2Hm$

Визначаємо згинаючий момент на ділянці КА:

$$M_{KA} = P_{III} X, \quad (4,43)$$

при  $X_1 = 0$   $M_{KA} = 0$ ;

при  $X_1 = L$   $M = P_{III} X$ ,

звідси  $M_A = 735 \cdot 0,161 = 118,3Hm$

За даними розрахунків будуємо епюру згинаючих моментів

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводимо розрахунок вихідних даних для побудови епюри крутних моментів. Визначаємо крутний момент на ділянці АК:

$$M_{крАК} = P_{II} \frac{D_{\phi}}{2}, \quad (4,44)$$

$$M_{крАК} = \frac{260 \cdot 0,6}{2} = 78 \text{ Нм}$$

Для ділянки АВ:

$$M_{крАВ} = qx \frac{D_{\phi}}{2} = P_{II} D_{\phi} X / 2B, \quad (4,45)$$

при  $X = 0$ ,  $M_{крАВ} = 0$ ;

при  $X = B = 2,8 \text{ м}$ .

$$M_{крА} = \frac{P_{II} D_{\phi}}{2},$$

тоді:

$$M_{крА} = \frac{360 \cdot 0,6}{2} = 78 \text{ Нм}$$

За даними розрахунків будуємо епюру крутних моментів (рис. 4.2).

Проводимо перевірку вала фрезбарабана на кручення. Умова міцності при крученні має вигляд:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{кр\max}}{W_p} \leq [\tau] \quad (4,46)$$

де  $M_{\max}$  – максимальний крутний момент;

$W_p$  - момент опору при крученні в нашому випадку:

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_p = \frac{\pi D^3}{32} (1 - \alpha^4), \quad (4.47)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр вала,  $D = 0,1\text{м}$ ;

$\alpha = \frac{d}{D}$  відношення внутрішнього діаметра до зовнішнього;

$d = 0,06\text{м}$  і відповідно  $\alpha = 0,6$

Підставивши значення у формулу (4.47) маємо:

$$W_p = \frac{3,14 \cdot 0,1^3}{32} (1 - 0,6^4) = 7,693 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

$[\tau]$  - допустима напруга при крученні для сталі Ст. 45 рівна 120 мПа.

Підставивши значення у формулу (4.53) будемо мати:

$$\tau_{\max} = \frac{78}{7,698 \cdot 10^{-5}} = 10,13 \cdot 10^5 \text{ Па} \leq [\tau] = 120 \text{ мПа}$$

Отже, вал витримує напруження кручення.

### 4.5.3. Розрахунок пружини

Проводимо розрахунок пружини на розтягування (рис.4.3).

Рис.4.3 – Схема для розрахунку пружини на міцність

Умовою міцності для роботи пружини є:

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{\max} \leq [\tau], \quad (4,48)$$

де  $\tau_{\max}$  - найбільша напруга, що виникає на внутрішній поверхні витка;

$$\tau_{\max} = \frac{2PR}{\pi r^3} \quad (4,49)$$

де  $P$  – сила, що розтягує пружину,  $H$ .

В нашому випадку сила, що розтягує пружину є сила різання.

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_p = P_l + P_o, \quad (4,50)$$

де  $P_l$  - опір різання ґрунту лобовою частиною ножа, ;  $P_l = 370H$

$P_o$  - опір різання ґрунту бічною частиною ножа,  $P_o = 298H$ .

Тоді:

$$P_p = 370 + 298 = 668H$$

$R$  – радіус гвинтової частини пружини,  $R = 0,12\text{мм}$

$r$  - радіус поперечного стержня пружини,  $r = 1,5\text{мм}$

Підставивши значення у формулу (4.55) будемо мати:

$$\tau_{\max} = \frac{2 \cdot 668 \cdot 0,012}{3,14 \cdot 0,0015^3} = 151\text{МПа}$$

Допустима дотична напруга  $[\tau] = 600\text{МПа}$ .

Тоді:

$$\tau = 151\text{МПа} \leq [\tau] = 600\text{МПа}$$

Отже, умова міцності витримується

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Для визначення техніко-економічної ефективності застосування культиватора для обробітку ґрунту в міжряддях посадок картоплі були розраховані техніко-економічні показники у відповідності із ДСТУ 23728-95 „Техніка сільськогосподарська. Методи економічної оцінки” і довідковими матеріалами.

Ефективність машини визначалась у порівнянні із серійною машиною КФК – 2.8.

Так, як застосовується пошаровий обробіток ґрунту, який значно покращує якість розпушування то швидкість руху агрегата буде дещо вищою.

Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку проекту представляємо у таблиці.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників

Параметри	Серійний культиватор	Удосконалений культиватор
Маса, кг	1100	1150
Ширина захвату, м	2,8	2,8
Робоча швидкість, км/год	3...4	5...6
Агрегативання	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82

Продуктивність агрегата визначалась по формулі:

$$W=0.1*3.6BVT \quad (5,1)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де В-ширина захвату машини, м;

V-робоча швидкість, км/год;

T- час робочої зміни, год;

0,1-коефіцієнт, що переводить одиниці вимірювань від однієї одиниці до іншої.

Для серійної машини

$$W=0,1*2*8*70*0.7*7=9.6\text{га/зміну}$$

Для нової машини продуктивність розрахована у розділі 3 і становить 13.2 га/зм.

Продуктивність праці визначалась по формулі:

$$П = \frac{W}{T} \quad (5,2)$$

де T-кількість людей, що обслуговують агрегат.

Для серійної машини П=9,6га, а для нової 12,5га так, як машину обслуговує один механізатор

Трудомісткість операції визначається за формулою:

$$T_o = \frac{T}{W} \quad (5,3)$$

Для серійної машини  $T_o=1/9,6=0,01\text{год/га}$ , а для нової  $T_o=1/12,5=0,08\text{год/га}$ .

Питомі експлуатаційні витрати знаходимо за формулою:

$$S_y = \sum S_a + \sum S_{PTO} + S_{ПММ} + S_{zn} \quad (5,4)$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\sum S_a$  -сума амортизаційних відрахувань по трактору і машині, грн/га;

$\sum S_{PTO}$  - відчислення на ремонт і технічне обслуговування, грн/га;

$S_{ПММ}$ - відчислення на паливо-мастильні матеріали, грн/га;

$S_{ЗП}$ -затрати на зарплату обслуговуючому персоналу, грн/га.

Амортизаційні відчислення рівні:

$$\sum S_a = \frac{(a_{PT} + a_{KT}) \cdot B_T}{100 T_M W} + \frac{a_{PM} B_M}{100 T_M W} \quad (5,5)$$

де  $a_{PT}$  – норма річних відрахувань на реновацію трактора, % ;

$a_{KT}$  – норма річних відрахувань на капремонт трактора, % ;

$B_T$  - балансова вартість трактора, грн. ;

$a_{PM}$  - норма річних відрахувань на реновацію машини, % ;

$B_M$  - балансова вартість машини, грн. ;

$T_M$  - річне завантаження трактора і машини, год. ;

$W$  - продуктивність машини, га / год.

Для серійної машини:

$$\sum S_a = \frac{62000(6+12,5)}{100 \cdot 1300 \cdot 2,24} + \frac{8000(14,2)}{100 \cdot 350 \cdot 2,24} = 7,12 \text{ грн / га}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування

$$\sum S_{PTO} = \frac{a_{TP} \cdot B_T}{100 T_M W} + \frac{a_{PM} \cdot B_M}{100 T_M W} \quad (5,6)$$

$$\sum S_{PTO} = \frac{12 \cdot 62000}{1300 \cdot 100 \cdot 2,15} + \frac{16 \cdot 8450}{350 \cdot 100 \cdot 2,15} = 12,55 \text{ грн / га}$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затрати на паливо – мастильні матеріали

$$S_{\text{пмм}} = g_{\text{га}} \cdot \text{Ц}, \quad (5,7)$$

де  $g_{\text{га}}$  – погектарні витрати палива, кг / га ;

Ц - комплексна ціна паливо – мастильних матеріалів.

Для серійної машини:

$$S_{\text{пмм}} = 12 \cdot 8,0 = 96 \text{ грн/га}$$

Затрати на зарплату обслуговуючого персоналу визначаються по формулі :

$$S_{\text{зп}} = \frac{1,375 \cdot K_{\text{нк}} \cdot m_{\text{тр}} \cdot f}{W_{\text{зм}}}, \quad (5,8)$$

де 1,375 – коефіцієнт, що враховує нарахування на зарплату ;

$K_{\text{нк}}$  - коефіцієнт, що враховує надбавку за класність ;

$m_{\text{тр}}$  - число трактористів ;

$f$  - денна тарифна ставка, грн .

Для серійної машини:

$$S_{\text{зп}} = \frac{1,375 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 7,15}{15,05} = 0,78 \text{ грн/га},$$

Сумарні експлуатаційні витрати:

Для серійної машини:

$$S_y = 7,12 + 12,55 + 54 + 0,78 = 74,55 \text{ грн/га}$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питомі капіталовкладення :

$$K = \frac{B_m}{T}, \quad (5,9)$$

де  $B_m$  – балансова вартість машини, грн. ;

$T$  - річне завантаження машини, га.

Річне завантаження нової машини

$$B_3 = W_n \cdot T_3, \quad (5,10)$$

де  $W_n$  – продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного часу, га / год. ;

$T_3$  – нормативне зональне завантаження, год.

Річне завантаження для серійної машини:

$$B_3 = 1,6 \cdot 350 = 560,5 \text{ га},$$

Річне завантаження для нової машини:

$$B_3 = 2,2 \cdot 350 = 770 \text{ га}.$$

Тоді питомі капіталовкладення відповідно будуть рівні:

Для серійної машини:

$$K = \frac{8000}{560,5} = 14,2 \text{ грн / га}$$

Для нової машини:

$$K = \frac{10450}{770} = 15,5 \text{ грн / га}$$

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний економічний ефект від впровадження культиватора для мілкого розпушування ґрунту в міжряддях посівів цукрових буряків буде рівний :

$$E = (E^c + K^c) - (E^H + K^H) W_{\text{год}} \cdot T_3, \quad \dots\dots\dots (5,11)$$

$$E = (74,55+14,2) - (57,7+15,5) \cdot 1,2 \cdot 200 = 3840 \text{ грн.}$$

Термін окупності вдосконаленого культиватора:

$$C_o = B_m / E_p \quad (5,12)$$

$$C_o = 10450 / 3720 = 1,8 \text{ року}$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю.

Таблиця 5.2- Розрахунок економічної ефективності культиватора

Параметри	Серійна машина	Нова машина
Маса, кг	920	1200
Ширина захвату, м	2,8	2,8
Робоча швидкість , км/год	8,4	9,2
Вартість машини, грн.	8000	10450
Продуктивність агрегата, га /год	1,6	2,2
Продуктивність агрегата, га / зміну	9,6	13,2
Трудомісткість операції, год / га	0,01	0,08
Питомі експлуатаційні витрати, грн / га	74,55	57,7
Питомі капіталовкладення, грн / га	14,2	15,5
Річний економічний ефект, грн	-	3840
Строк окупності, років	-	до 2

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В результаті виконання дипломного проекту можна зробити такі висновки:

1. При вирощуванні картоплі одним із важливих місць в технологічному процесі є догляд за посадками.

2. Виходячи з матеріалів характеристики господарства і огляду літератури тема проекту є актуальною як для господарства так і для училища.

3. Просапні культиватори, що використовуються для догляду за посадками картоплі є різноманітними по конструкції. Загальним напрямком їх розвитку є подальша їх універсалізація завдяки використанню уніфікованих вузлів.

4. Підвищення продуктивності культиваторів можна досягти за рахунок зменшення затрат часу на завантаження їх технологічними матеріалами і суміщення технологічних операцій.

5. Розраховані параметри удосконаленого культиватора забезпечують вищу продуктивність і якість роботи у порівнянні із серійною машиною.

6. Розроблені заходи по охороні праці дають можливість покращити умови праці і покращити стан навколишнього середовища.

7. Виконані техніко-економічні розрахунки підтверджують ефективність прийнятих в проекті рішень.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Бібліографічний список

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - М.: Машиностроение, 1984. - 356 с.
2. Верещагин Н.И. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля - М.:Колос, 1977 - 326 с.
3. Кирилов Е. Н. Справочник механизатора картофелевода -М.: Московский рабочий, 1983 - 159с.
4. Карпенко Л.Н. Холанский ВІМ. Сельскохозяйственные машины - М.: Агропромиздат, 1989- 527 с.
5. Петров Г.Д. Караев Е.Б. Самоходные картофелеуборочные машины КСК -4-М.: Агропромиздат, 1986-112 с.
6. Ловкие З.В. Гидроприводы сельскохозяйственных машин - М.: Урожай, 1986-216с.
7. Соппротивление матермалов (Под.ред. Писаренко Г.С. -К.: Вища школа 1986 - 775 с.
8. Гузенков П.Г. Детали машин: Учебное пособие - М.: Высшая школа, 1982-351 с.
9. Некрасов В.В. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы - М.: Машиностроение, 1982 - 423 с.
- 10.Федоренко В. А. Шошин А.И. Справочник на машиностроительному черчению - Л.: Машиностроение, 1982 - 416 с.
11. И.Фере Н.З. Бубнов ВЛ. Еленов Л.В. Пильщиков Л.М. Пособия по эксплуатации машинно-тракторного парка - М.: Колос. 1976-272 с.
12. Иофинов С.А. Бабенко -З.П. Зуев Ю.В Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка: Агропромиздат, 1985-272 с.
13. ДеніСґНко Г:Ф. Шран'атруда - М.: Высшая школа, 1985 -319 с.
14. Власов Н.С.- Организация производства в с.х. предприятиях - М,: Колос, 1982-256 с.

					ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Власов Н.С: Практикум по организации производства в сельскохозяйственных предприятиях - М.:Агропромиздат, 1986-228 с.
16. Анурьев В.И. Справочник конструктора машино-строителя-М.: Машиностроение, 1980-"3.24 с. .
- 17.Черновский С.А. Иукович Г.М. Курсовое прозктирование деталей машин - М.: Машинностроениё, 1979.
18. Баников А.А., Рустамов : А.К. Вакулин А.А. Охрана природы. - М.: Агропромиздат, 1989 г 286 с,..
19. Гузенков П.Г. Детали машин: Учебное пособие - М.: Высшая школа, 1982  
-351с.
20. Правила производства механизированных работ под просапним культуры - М.: Россельхозиздат,. 1986,- 330 с.

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

					<i>ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.1.1

## Структура земельних угідь в базовому господарстві

Види угідь	2019 р.		2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Загальна земельна площа	975	100	975	100	975	100	975	100
Всього сільськогосподарських угідь	756	80,4	756	80,4	735	78,1	731	77,7
в тому числі: рілля	736	78,2	736	78,2	715	76,0	711	75,6
сінокоси	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1
пасовища	19	2	19	2	19	2	19	2
Площа лісу	58	6,1	58	6,1	58	6,1	58	6,1
Ставки і водоймища	5	0,5	5	0,5	5	0,5	5	0,5
Присадибні ділянки	120	12,7	120	12,7	141	15	145	15,4

Таблиця А.1.2

## Структура посівних площ

Культура	2019р.		2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Всього посівів	736	100	736	100	715	100	711	100
Зернові і зернобобові	299	40,6	403	54,7	467	65,3	466	65,6
в тому числі:								
озимі зернові	179	24,3	160	21,7	235	32,8	236	33,2
ярі зернові	120	16,3	238	32,3	192	26,8	208	29,2
зернобобові	-	-	5	0,6	40	5,5	22	3
Цукрові буряки	85	11,5	100	13,5	100	13,9	60	8,4
Картопля	30	4	50	6,7	60	8,9	70	9,9
Овочі	2	0,2	-	-	-	-	-	-
Кормові коренеплоди	10	1,3	10	1,3	5	0,6	10	1,4
Багаторічні трави	163	22,1	-	-	40	5,0	82	11,5
Однорічні трави	43	5,8	83	11,2	23	3,2	13	1,8
Кукурудза на силос	104	14,1	30	12,2	20	2,7	10	1,2

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.03.00.00.000 ПЗ				