

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри

Войтік А.В.

“ ” 2025 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Обґрунтування комплексу машин та їх використання в технології внесення добрив при вирощуванні картоплі»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім

Спеціальність Н7

«Агроінженерія»

Артем КОРІНЯК

(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК

(прізвище та ініціали)

Рецензент Ольга ДРОЗД

(прізвище та ініціали)

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень _____ бакалавр _____
Спеціальність _____ Н7 «Агроінженерія» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **Войтік А.В.**
“ ____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

_____ **Коріняку Артему Романовичу** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Обґрунтування комплексу машин та їх використання в технології внесення добрив при вирощуванні картоплі»

керівник проекту Войтік А.В., к.т.н., доцент _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 01 ” квітня _____ 20 25 р. № 01-06/63

2. Строк подання студентом проекту _____ 01.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – вирощування картоплі; технологічний процес – внесення гранульованих мінеральних добрив; машина – розкидач мінеральних добрив.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Технологія вирощування картоплі; розрахунок потреби в тракторах і сільськогосподарських машинах; розрахунок операційної технології внесення добрив; конструктивне вдоксоалення розкидача добрив; питання охорони праці; економічне обґрунтування проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (4-8 слайдів):

Характеристика господарства; склад МТП; загальний вигляд розкидача добрив; схеми розрахунків на міцність; економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 22 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	08.11.2024 р.	
2.	Підготовка розділу 1	15.12.2024 р.	
3.	Підготовка розділу 2	22.01.2025 р.	
4.	Підготовка розділу 3	29.03.2025 р.	
6.	Підготовка розділу 4	27.04.2025 р.	
7.	Підготовка розділу 5	10.05.2025 р.	
8.	Виконання графічної частини проекту:	20.05.2025 р.	
	– Представлення проекту керівнику на перевірку	01.06.2025 р.	

Студент

(підпис)

Артем КОРІНЯК

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Андрій ВОЙТІК

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стор
Вступ	4
1 Технологічна частина	5
1.1 Механізований технологічний процес виробництва кукурудзи на зерно	5
1.2 Операційна технологія внесення мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно	10
2 Конструктивна частина	23
2.1 Обґрунтування необхідності переобладнання розкидача РУМ-5	23
2.2 Стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив	23
2.3 Опис удосконаленого розкидача мінеральних добрив	25
2.4 Технологічні та конструктивні розрахунки розкидача РУМ-5	26
4 Охорона праці	33
5 Економічна частина	35
Висновки	40
Список використаних джерел	41

ВСТУП

Картопля залишається одним з ключових джерел харчування для людей і тварин, а також важливою сировиною для промисловості. За останні п'ять років вона зберігає значну роль в економіці та продовольчій безпеці таких країн, як Росія, Україна, Білорусь, Польща і Китай.

Глобальне виробництво: Китай продовжує утримувати позицію світового лідера з виробництва картоплі, з обсягом понад 93 мільйони метричних тонн станом на 2023 рік. Україна виробила приблизно 21,36 мільйона тонн, тоді як Росія — 19,33 мільйона тонн, демонструючи зниження через спад виробництва з 2014 року. Польща виробила близько 8,2 мільйона тонн, залишаючись серед провідних виробників у Європі. Білорусь, хоча і не входить до топ-продуцентів за останніми даними, все ще вносить значний вклад у регіональне виробництво картоплі.

Енергетичний баланс у харчуванні: Картопля займає п'яте місце серед джерел енергії в харчуванні людини, поступаючись лише пшениці, кукурудзі, рису і ячменю. Вона містить важливі поживні речовини, такі як крохмаль, протеїн, вітаміни і мінерали, що робить її незамінною частиною раціону.

Розподіл використання: Більше 50% світового виробництва картоплі йде на харчування людей, як безпосередньо, так і після переробки. Приблизно 30% використовується для годівлі тварин, 3-4% — для виробництва крохмалю і спирту, а близько 10% призначено для насінневих цілей.

Адаптивність у сівоzmінах: Картопля має низькі вимоги до попередників і широкий асортимент сортів, що дозволяє адаптувати її до різних умов вирощування і включати в різні сівоzmіни. Це сприяє підвищенню врожайності інших культур, таких як зернові.

Ефективність використання ресурсів: Картопля ефективно споживає поживні речовини з орного шару ґрунту, що запобігає їх вимиванню. Крім того, її вирощування доповнює сезонність робіт з іншими культурами, такими як зернові та цукрові буряки.

Економічна вигода: Вирощування картоплі є економічно вигідним, але для досягнення високої ефективності необхідно дотримуватися високої культури землеробства, включаючи впровадження сучасних технологій і практик сталого ведення сільського господарства.

Загалом, картопля продовжує відігравати важливу роль у харчовій промисловості та аграрній економіці, забезпечуючи стабільне джерело харчування і підтримуючи економічну стабільність в регіонах, де вона є основною культурою.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Механізований технологічний процес виробництва картоплі

Картопля є важливою складовою частиною системи сівозміни, завдяки своїм агрономічним властивостям і здатності створювати сприятливі умови для вирощування наступних культур. Її включення в сівозміну забезпечує оптимальне використання агроресурсів і підвищує загальну продуктивність агроландшафтів.

Важливість картоплі в сівозміні

Покращення ґрунтових умов: Завдяки глибокій обробці ґрунту, яка є необхідною для вирощування картоплі, відбувається розпушування ґрунту, що покращує його аерацію і дренажні властивості. Це створює оптимальні умови для подальших культур, сприяючи їхньому кращому розвитку.

Ефективний контроль бур'янів: В процесі вирощування картоплі активно використовуються гербіциди та механічна обробка, що дозволяє суттєво знизити кількість бур'янів. Це полегшує вирощування наступних культур, зменшуючи їх конкуренцію за поживні речовини, світло і вологу.

Забезпечення поживними речовинами: Картопля, будучи культурою з високою потребою в поживних речовинах, часто вирощується з використанням добрив. Після її збору в ґрунті залишаються залишкові поживні речовини, які можуть бути використані наступними культурами, підвищуючи їх врожайність.

Широкий вибір сортів: Велика різноманітність сортів картоплі дозволяє обирати найбільш придатні для конкретних умов вирощування. Це надає можливість оптимізувати сівозміну, пристосовуючи її до кліматичних і ґрунтових умов.

Рекомендації щодо інтеграції картоплі в сівозміну

Оптимальні попередники: Найбільш ефективно вирощувати картоплю після культур, які збагачують ґрунт азотом, таких як бобові, злаки або багаторічні трави. Ці попередники сприяють підвищенню родючості ґрунту і покращенню його структури.

Наступні культури: Після картоплі доцільно висівати зернові культури, наприклад, пшеницю або ячмінь. Ці культури здатні ефективно використовувати залишкові поживні речовини, що залишаються після картоплі, що сприяє їхній високій врожайності.

Уникнення накопичення шкідників і хвороб: Важливо дотримуватися ротації культур, щоб уникнути накопичення специфічних патогенів і шкідників, як-от фітофтороз, які можуть уражати картоплю. Це допомагає запобігти поширенню хвороб і зберегти здоров'я ґрунту.

Інтервали в сівоzmіні: Для збереження ґрунтової родючості і запобігання виснаженню, рекомендується повертати картоплю на те саме поле не частіше ніж через 3-4 роки. Це дозволяє зменшити ризик накопичення патогенів і підтримувати оптимальний рівень поживних речовин у ґрунті.

Інтеграція картоплі в сівоzmіну є стратегічним підходом до підвищення продуктивності агросистем і збереження родючості ґрунту, що сприяє сталому розвитку сільського господарства та забезпеченню стабільності аграрного виробництва.

Система удобрення картоплі

Система удобрення картоплі потребує ретельного планування з урахуванням типу ґрунту, оскільки це безпосередньо впливає на ефективність засвоєння поживних речовин рослинами. Різні типи ґрунтів мають специфічні властивості, які визначають їхню здатність утримувати воду та поживні речовини, а також їхню реакцію на внесення добрив.

Вплив типу ґрунту на удобрення картоплі

Піщані ґрунти:

Властивості: Легкі, добре дреновані, але з низькою здатністю утримувати воду і поживні речовини.

Удобрення: Необхідно частіше вносити добрива в менших дозах, щоб уникнути їх вимивання. Використання добрив з пролонгованою дією може бути корисним. Органічні добрива, такі як компост або гній, також допомагають покращити структуру ґрунту і підвищити його здатність утримувати вологу.

Суглинкові ґрунти:

Властивості: Мають хорошу водоутримуючу здатність і забезпечують адекватну вентиляцію.

Удобрення: Добрива слід вносити у відповідності до аналізу ґрунту. На таких ґрунтах картопля зазвичай добре реагує на органічні добрива, які покращують родючість та сприяють мікробіологічній активності.

Глинисті ґрунти:

Властивості: Важкі, погано дреновані, з високою водоутримуючою здатністю.

Удобрення: Вимагають покращення дренажу та аерації. Органічні добрива, такі як перегній, допомагають розпушити ґрунт і покращити його структуру. Необхідно обережно підходити до дозування азотних добрив, щоб уникнути надмірного вегетативного росту.

Торф'яні ґрунти:

Властивості: Дуже кислі, з високим вмістом органічних речовин, але часто вимагають вапнування.

Удобрення: Вапнування важливе для зниження кислотності. Фосфорні та калійні добрива часто необхідні у великих кількостях. Органічні добрива можуть бути використані для збагачення ґрунту, але їх слід комбінувати з мінеральними добривами для збалансованого живлення.

Застосування органічних добрив

Переваги: Органічні добрива, такі як компост, гній, зелені добрива (сидерати), покращують структуру ґрунту, підвищують його водоутримуючу здатність і сприяють розвитку ґрунтової мікрофлори. Вони також поступово вивільняють поживні речовини, що забезпечує тривале живлення рослин.

Використання: Органічні добрива слід вносити заздалегідь до посадки картоплі, щоб вони встигли розкластися і почати діяти. Їх можна комбінувати з мінеральними добривами для забезпечення повного спектра поживних речовин.

Вплив на навколишнє середовище: Використання органічних добрив сприяє зменшенню забруднення навколишнього середовища, оскільки вони є екологічно безпечними і допомагають зберігати біорізноманіття ґрунту.

Загалом, правильний вибір і комбінування добрив з урахуванням типу ґрунту дозволяє забезпечити оптимальні умови для росту картоплі, підвищити її врожайність і якість, а також сприяти довгостроковій родючості ґрунтів.

Підготовка ґрунту та садивного матеріалу

Підготовка ґрунту та садивного матеріалу для картоплі є фундаментальними етапами, що визначають майбутній успіх вирощування цієї культури. Правильний підхід до цих процесів допомагає створити оптимальні умови для росту, розвитку рослин, а також для формування високоякісного врожаю.

Підготовка ґрунту до садіння картоплі

Оцінка та вибір ділянки:

Почніть з вибору ділянки, яка має бути добре освітленою, із легким або середнім за механічним складом ґрунтом. Важливо, щоб ґрунт мав хорошу дренажну здатність і нейтральну або злегка кислу реакцію (рН в межах 5,5–6,5).

Уникайте низинних ділянок, де може застоюватися вода, оскільки картопля не переносить надмірної вологості, що може призвести до гниття бульб.

Оранка та обробка ґрунту:

Оранка повинна проводитися восени на глибину 20–25 см. Це допоможе знищити бур'яни, розпушити ґрунт і поліпшити його аерацію.

Навесні, безпосередньо перед посадкою, проведіть культивуацію або дискування на глибину 10–12 см. Це забезпечить розпушування поверхневого шару ґрунту і його вирівнювання, що сприятиме рівномірному росту рослин.

Внесення добрив:

Виконуйте агрохімічний аналіз ґрунту, щоб отримати уявлення про його поживний статус і визначити необхідні добрива.

Внесіть органічні добрива, такі як компост або перегній, за 2–3 тижні до посадки. Це покращить структуру ґрунту і його родючість.

Мінеральні добрива, такі як суперфосфат або сульфат калію, доцільно вносити безпосередньо перед посадкою або під час неї, щоб забезпечити рослинам необхідні поживні речовини.

Вапнування:

Якщо ґрунт має підвищену кислотність, проведіть вапнування восени. Це допоможе знизити кислотність і поліпшити доступність поживних речовин для рослин.

Підготовка садивного матеріалу

Вибір бульб:

Оберіть здорові, неушкоджені бульби середнього розміру, які мають правильну форму і добре виражені вічка. Уникайте бульб із ознаками хвороб або механічних пошкоджень.

Обробка бульб:

Проведіть протруювання бульб з використанням фунгіцидів, щоб захистити їх від грибкових захворювань, особливо якщо вирощування відбувається у вологих регіонах, де ризик інфекцій вищий.

Пророщування:

Пророщування бульб здійснюється шляхом їх розкладання у світлому, теплому місці з температурою 12-15 °C на 2-3 тижні. Це сприяє формуванню міцних паростків, які швидко розвиваються після посадки.

Розрізання бульб:

Великі бульби можна розрізати на частини, кожна з яких повинна мати принаймні одне добре розвинене вічко. Після розрізання дайте їм підсохнути на повітрі, щоб утворилася захисна кірка, яка запобігатиме проникненню патогенів.

Дезінфекція:

Для додаткового захисту можна провести дезінфекцію розчином марганцівки або іншим антисептиком, особливо якщо є ризик зараження хворобами.

Ці кроки в підготовці ґрунту і садивного матеріалу є необхідними для забезпечення здорового росту рослин і отримання високоякісного врожаю картоплі. Вони допомагають мінімізувати ризики, пов'язані з хворобами і несприятливими умовами, забезпечуючи стабільність і продуктивність агровиробництва.

Садіння картоплі та догляд за насадженнями

Технологія садіння картоплі та догляду за її насадженнями є комплексним процесом, що включає використання сучасних технічних засобів і дотримання певних агротехнічних вимог. Це забезпечує оптимальні умови для росту рослин і підвищення врожайності.

Технологія садіння картоплі

Підготовка ґрунту:

Виконується оранка, культивація і внесення добрив, як зазначено раніше, що забезпечує рівномірне і добре аероване середовище для кореневої системи картоплі.

Вибір посадкового матеріалу:

Використовуються здорові, пророщені бульби з добре розвиненими паростками. Попереднє протруювання захищає від хвороб.

Садіння:

Саджалки для картоплі: Використовуються спеціальні машинки, такі як картоплесаджалки, які здійснюють рівномірне садіння бульб у підготовлені борозни. Вони повинні забезпечувати точне розташування бульб на заданій глибині (близько 8-10 см) і з оптимальним інтервалом між рослинами (30-40 см).

Трактори: Використання тракторів з навісними або причіпними картоплесаджалками дозволяє обробляти великі площі швидко і ефективно.

Догляд за насадженнями

Полив:

Система зрошення: Включає крапельне зрошення або дощувальні системи, які забезпечують рівномірний розподіл вологи. Це особливо важливо в посушливих регіонах для підтримки оптимального рівня вологості ґрунту.

Підживлення:

Мобільні розкидачі добрив: Використовуються для внесення мінеральних добрив у період вегетації. Це допомагає забезпечити рослини необхідними поживними речовинами для їх активного росту.

Окучування:

Окучники: Застосовуються для підгортання ґрунту до основи рослин, що сприяє формуванню додаткових коренів і бульб, а також зменшує ризик ураження бульб сонячним світлом.

Захист від шкідників і хвороб:

Обприскувачі: Вони використовуються для обробки рослин засобами захисту, такими як інсектициди і фунгіциди. Це попереджає поширення шкідників і захворювань, таких як колорадський жук і фітофтороз.

Моніторинг і управління:

Агродрони та сенсори: Сучасні технології, такі як агродрони і ґрунтові сенсори, дозволяють здійснювати моніторинг стану насаджень, включаючи вологість ґрунту, стан рослин і рівень хвороб. Це допомагає вчасно реагувати на зміни і оптимізувати догляд.

Вимоги до технічних засобів

Ефективність і надійність: Машини повинні бути високопродуктивними, здатними працювати в різних умовах і забезпечувати точність виконання агротехнічних операцій.

Економічність: Техніка повинна забезпечувати низьке споживання пального

і мінімальні витрати на обслуговування.

Екологічність: Використання машин не повинно шкодити навколишньому середовищу. Це включає мінімізацію викидів і зменшення негативного впливу на ґрунт.

Адаптивність: Технічні засоби повинні бути здатними адаптуватися до різних ґрунтово-кліматичних умов і розмірів ділянок.

Загалом, успішне вирощування картоплі залежить від правильного вибору та використання технологій і технічних засобів, які забезпечують ефективність посадки та догляду за рослинами, зберігаючи при цьому екологічний баланс і економічну доцільність виробництва.

Збирання картоплі

Строки збирання залежать від сорту, зони вирощування та призначення посівів. Збирають картоплю при повному досяганні, про що свідчить початок відмирання картоплиння. Стиглі бульби менш чутливі до пошкодження та ударів, краще зберігаються.

Після досягання бульб врожайність їх при перебуванні у ґрунті протягом 20...25 днів зменшується неістотно. При тривалому перебуванні бульб у ґрунті збільшується ураженість хворобами та пошкодження шкідниками, що призводить до погіршення якості і збільшення відходів під час збирання.

Поле під картоплею до збирання готують заздалегідь. Обов'язковим агротехнічним прийомом, що поліпшує умови роботи при збиранні є попереднє знищення картоплиння. На посівах продовольчої картоплі за 2...3 дні до збирання його скошують. На насінних ділянках це роблять за 12...15 днів до збирання. На важких та запливаючих ґрунтах, особливо у вологі роки, перед збиранням міжряддя розпушують стрілочастими лапами на глибину залягання бульб, що посилює аерацію, прискорює їх досягання та полегшує роботу комбайнів.

Збирання картоплі треба організовувати так, щоб закінчити його за 20...25 днів з моментом нагромадження сортом максимального врожаю та відмирання картоплиння.

При механізованому збиранні при температурі нижче 6...7 °С різко збільшується пошкодження бульб, а тому збиральні роботи необхідно організовувати так, щоб закінчити процес збирання до набуття ґрунтом зазначеної температури.

1.2 Операційна технологія внесення мінеральних добрив

Ефективність використання засобів механізації, які беруть участь у технологічному процесі внесення мінеральних добрив, у значній мірі залежить від виконання ними агротехнічних вимог.

Вносити мінеральні добрива необхідно в агротехнічні строки, дотримуючись встановлених норм, рівномірно розподіляти добрива по всій площі поля. Норми внесення добрив встановлюють в агротехнічних лабораторіях для кожного поля за даними картограм, величини запланованого урожаю і наявності добрив.

Нерівномірність розподілення при поверхневому внесенні мінеральних добрив по всій площі поля не повинна перевищувати 25% для кузовних машин і 15% - для тукових сівалок.

Суміжні проходи агрегату повинні бути рівні робочій ширині його захвату. Це забезпечує правильне їх перекриття. Перекриття у стикових проходах не повинно перевищувати 5% від ширини захвату. Розриви між суміжними проходами машин і необроблені ділянки поля не допускаються.

Поворотні смуги засівають добривами з тією нормою висіву, що і основне поле.

Вологість внесених мінеральних добрив повинна забезпечити нормальну роботу нормуючих пристроїв. Максимальне відхилення вологості від стандартної – не більше 20%.

Розрахунок деталей

Розрахунок основних елементів бункера

Ємність бункера машини визначається за формулою:

$$V = \frac{G}{\gamma_{cp}}, \quad (1.1)$$

де G – вантажопідйомність машини; $G = 6\text{ т}$,

γ_{cp} – середня об'ємна маса добрив, $\gamma_{cp} = 1,15 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$

$$V = \frac{6}{1,15} = 5,24 \text{ м}^3.$$

Приймаємо форму бункера розкидача у вигляді зрізаної піраміди, як найбільш розповсюджену на серійних машинах.

Така форма зменшує скупчення добрив у кутках бункера і знижує навантажувальну висоту машини. З метою запобігання скупченню добрив у бункері кут нахилу стінок бункера до горизонту повинен бути більшим за кут природного нахилу добрив, який рівний $\alpha = 40..45^\circ$. Приймаємо $\alpha = 50^\circ$.

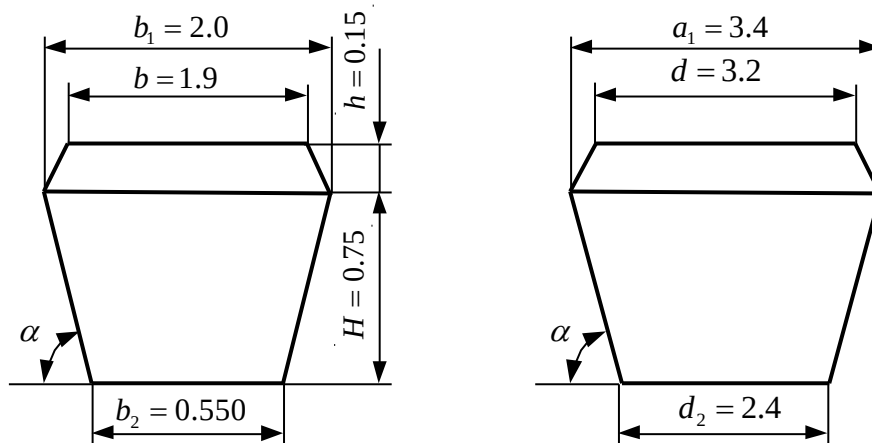


Рисунок 1.1 – Розрахункова схема бункера машини.

Об'єм бункера визначаємо за формулою:

$$V = \frac{H}{6} * [(2 * a + a_1) * (b + b_1)] + \frac{h}{6} * [(2 * a + a_2) * (b + b_2)] \quad (1.2)$$

де H – висота бункера, м;

h – висота борта, м;

b_1 – найбільша ширина верхньої частини бункера, м;

b – ширина бортів, м;

b_2 – ширина нижньої частини бункера, м;

a_1 – довжина верхньої частини бункера, м;

a – довжина бортів, м;

a_2 – довжина нижньої частини бункера, м.

$$V = \frac{0.75}{6} * [(2 * 3.2 + 3.4) * (1.9 + 2.0)] + \frac{0.15}{6} * [(2 * 3.2 + 2.5) * (1.9 + 0.55)] = 5.31 \text{ м}^3.$$

Вибір параметрів вентилятора

Згідно даних оптимальними параметрами і режимами пневматичного апарату є:

Діаметр пневмопривода, $d = 0.2 \text{ м}$.

Швидкість повітря у пневмопривода, $V = 40 \text{ м/с}$.

Розрахункові коефіцієнти: коефіцієнт розгону матеріалу $\beta = 1.2$,

Коефіцієнт пневмотранспорту $k = 1.3$.

Основою розрахунку пневмотранспортної системи є визначення оптимальних параметрів вентилятора, головними з яких є витрата повітря і тиск [24].

Витрата повітря визначається за формулою:

$$Q_g = V * \frac{\pi * d^2}{4}, \quad (1.3)$$

$$Q_g = 40 * \frac{3.14 * 0.2^2}{4} = 1.26 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Напір, який створює вентилятор, повинен компенсувати втрати тиску на вихід аеросуміші у атмосферу.

Втрата статистичного тиску складається із втрат при переміщенні чистого повітря (ділянка від перерізу 1-1 (рис.2) до 4-4) і втрат при русі аеросуміші (ділянка від перерізу 4-4 до 6-6).

Розрахунок виконуємо для найбільш несприятливого випадку (дальньої ділянки виходу аеросуміші).

Визначаємо масову концентрацію аеросуміші при пневмотранспортуванні.

$$\mu = \frac{G_m}{G_g}, \quad (1.4)$$

де μ – масова витратна концентрація аеросуміші, кг/кг;

G_m – масова витратна концентрація матеріалу, $G_m = 2,78 \text{ кг/с}$;

G_g – масова витратна концентрація повітря, кг/с.

$$G_g = Q_g * \rho, \quad (1.5)$$

$$G_g = 1,26 * 1,2 = 1,51 \text{ кг/с},$$

де ρ – щільність повітря, кг/м^3 , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Тоді:

$$\mu = \frac{2,78}{1,51} = 1,84 \text{ кг/кг}.$$

На рис.2 зображуємо ділянку пневмопривода, яка з'єднує вентилятор з найбільш віддаленою точкою розсіювання.

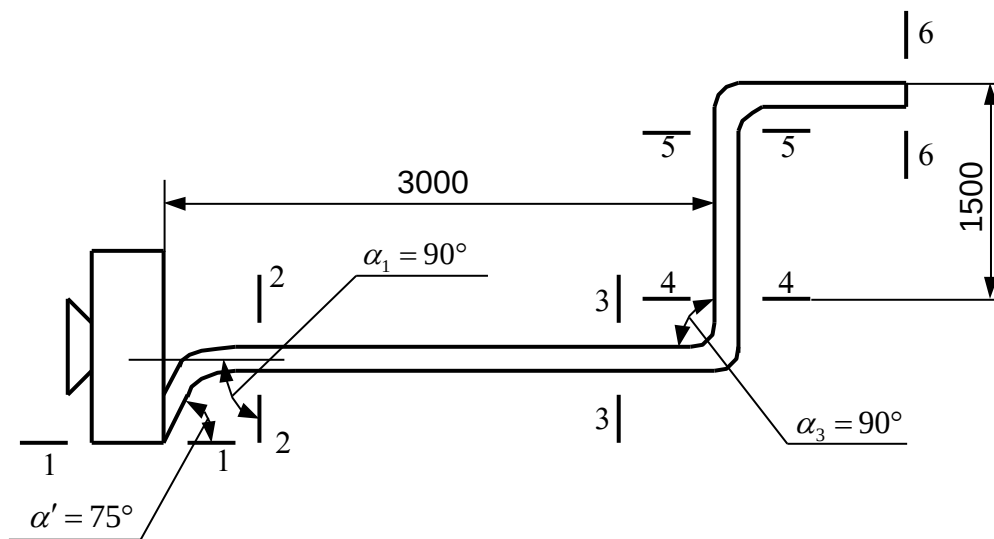


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема пневмотраси

Втрата тиску ΔP_1 для чистого повітря рівна:

$$\Delta P_1 = \sum_1^n \left(l * \frac{\lambda}{D} + \sum_1^n \xi \right) * \frac{\rho * V_g^2}{2}, \quad (1.6)$$

де n – число ділянок пневмопривода і місцевих опорів;

l – довжина ділянки від вентилятора до листа подачі матеріалу у пневмопривід, м;

λ – коефіцієнт тертя повітря по залізу, $\lambda = 0.02$;

ξ – коефіцієнт місцевих опорів (наприклад: звуження і т.д.), $\xi = 1.45$.

$$\Delta P_1 = \left[(3+1) * \frac{0.02}{0.2} + 1.45 \right] * \frac{1.2 * 40^2}{2} = 1776 \text{ Н / м}^2.$$

Для ділянки пневмопривода, де рухається суміш матеріалу з повітрям (від 4-4 до 6-6), втрати тиску складаються із втрат тиску на розгін матеріалу, на переміщення аеросуміші і на вихід потоку із пневмопривода у атмосферу.

Втрати тиску на розгін матеріалу визначається за формулою:

$$\Delta P_2 = \beta * \mu * \frac{\rho_e * V_e}{2 * \eta_{np}}, \quad (1.7)$$

де η_{np} – ККД ежекторного приймача у місці введення матеріалу;

β – коефіцієнт опору у місці введення матеріалу.

$$\Delta P_2 = 1.2 * 1.84 * \frac{1.2 * 40^2}{2 * 0.6} = 3533 \text{ Н / м}^2.$$

Втрати тиску на переміщення аеросуміші по пневмопривода буде рівна:

$$\Delta P_3 = (1 + K * \mu) * l * \frac{\lambda}{D} * \frac{\rho_e * V_e^2}{2}, \quad (1.8)$$

де K – коефіцієнт переміщення аеросуміші;

D – діаметр пневмопривода, м.

$$\Delta P_3 = (1 + 1.3 * 1.84) * 4 * \frac{0.02}{0.2} * \frac{1.2 * 40^2}{2} = 1302 \text{ Н / м}^2.$$

Втрати тиску на вихід потоку в атмосферу рівна динамічному напору у вихідному перерізі.

$$\Delta P_4 = \frac{\rho_e * V_e^2}{2}, \quad (1.9)$$

$$\Delta P_4 = \frac{1.2 * 40^2}{2} = 960 \text{ Н / м}^2.$$

Сумарні втрати будуть рівні:

$$P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4, \quad (1.10)$$

$$P = 1176 + 3533 + 1302 + 960 = 7571 \text{ Н / м}^2$$

За отриманим тиском і витратою повітря вибираємо вентилятор

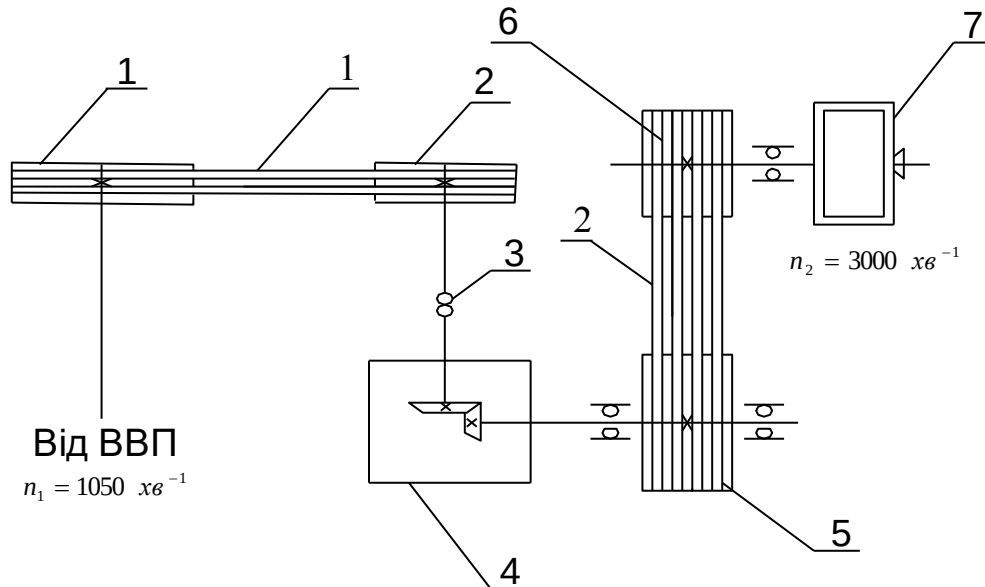
ОТН – 186 №8, який працює в режимі $n=3000 \text{ хв}^{-1}$ і ККД вентилятора $\eta_{вент.} = 0.7$.

Потужність, яка споживається вентилятором дорівнює:

$$N = \frac{G_e * P}{100.0 * \eta_{\text{вент.}}}, \quad (1.11)$$

$$N = \frac{151 * 7571}{100.0 * 0.7} = 16300 \text{ Вт} = 16,3 \text{ кВт}.$$

Проведемо розрахунок привода вентилятора. Для привода вентилятора приймаємо наступну кінематичну схему:



1 – ведучий шків, 2 – ведений шків, 3 – проміжний вал, 4 – редуктор, 5 – ведучий шків, 6 – ведений шків, 7 – вентилятор.

Рисунок 1.3 – Схема привода вентилятора

Привід вентилятора здійснюється від ВВП трактора через клинопасову передачу, проміжний вал, редуктор.

Виходячи із технологічного розрахунку частота обертання ротора вентилятора $n_1 = 3000 \text{ хв}^{-1}$ і частота обертання ВВП $n_2 = 1050 \text{ хв}^{-1}$.

Виходячи із конструктивних міркувань приймаємо клинопасову передачу з передаточним числом $i_1 = 1$, а редуктор з передаточним числом $i_2 = 1$.

Необхідне передаточне число всього привода вентилятора

$$u = \frac{3000}{1050} = 2.86.$$

Тоді, передаточне відношення другої клинопасової передачі також рівне $u = 2.86$.

Прийнявши діаметр веденого шківа ротора вентилятора $d_1 = 100 \text{ мм}$, визначаємо діаметр ведучого шківа:

$$d_2 = d_1 * u_{\text{кл}} * (1 - \varepsilon), \quad (1.12)$$

$$d_2 = 100 * 2.86 * (1 - 0.02) = 228.8 \text{ мм}.$$

Приймаємо $d_2 = 230\text{мм}$.

Враховуючи передаточне відношення ($u = 2.86$) і частоту обертання валу вентилятора ($n = 3000\text{хв}^{-1}$), приймаємо передачу привода вентилятора через клиновий пас.

Виходячи із змінної потужності на валу вентилятора ($N = 4.62\text{кВт}$) приймаємо клиновий пас типу Б. Діаметр меншого (веденого шків) - $d = 100\text{мм}$.

Тоді, лінійна швидкість паса буде рівна:

$$V = \omega * R = \frac{\pi * d * n}{60}, \quad (1.13)$$

де ω – кутова швидкість.

$$\omega = \frac{\pi * d * n}{60}, \quad (1.14)$$

$$V = \frac{3.14 * 0.1 * 3000}{60} = 15.7\text{м/с}.$$

При такій лінійній швидкості один пас може передати $\approx 1.5\text{кВт}$.

Отже, необхідна кількість пасів повинна бути:

$$m = \frac{4.62}{1.5} = 3.1.$$

Приймаємо для надійності 4 паси.

Розрахунок на міцність проміжної ланцюгової передачі

На роботу здатність ланцюга у більшій мірі впливає частота ударів її ланок. За один прохід ланцюга по контуру кожна ланка ланцюга піддається ударами чотири рази [25].

Два удари відбуваються по зубцям ведучої і веденої зірочки в момент входження у западину зуба і два удари як результат центрального удару наступної ланки, яка входить у зачеплення із зубцями зірочки.

Найбільшого значення досягає удар ланки по зубові ведучої зірочки збоку ведучої ланки. Число ударів ланки в секунду визначаємо за формулою:

$$\nu = \frac{2 * z_1 * \omega_1}{\pi * L_t} \leq [\nu], \quad (1.15)$$

де z_1 – кількість зубів ведучої зірочки, $z_1 = 12$;

ω_1 – колова швидкість зірочки, $\omega_1 = 0.93\text{рад/с}$;

L_t – довжина ланцюга, $L_t = 120\text{мм}$.

Допустима кількість числа ударів ланки ланцюга в секунду визначається в

залежності від кроку ланцюга. Для кроку 25,4мм допустима кількість числа ударів ланки дорівнює 30 ударів.

$$\nu = \frac{2 * 12 * 0.93}{3.14 * 120} = 0.3.$$

Умова $\nu \leq [\nu]$ виконується.

Визначимо зусилля дії в ланках ланцюга, і сили тиску на вал.

Колова сила визначається за формулою:

$$F_t = \frac{1000 * P}{V}, \quad (1.16)$$

де P – потужність, яка передається передачею, $P = 0.4 \text{ кВт}$;

V – швидкість руху ланцюга, $V = 0.08 \text{ м/с}$.

$$F_t = \frac{1000 * 0.4}{0.08} = 5500 \text{ Н}.$$

Визначаємо силу натягу ланцюга від провисання:

$$F_q = K_f * q * a * g, \quad (1.17)$$

де K_f – коефіцієнт провідності, вибирається в залежності від кута нахилу ланцюга до горизонту. Приймаємо $K_f = 2$.

q – погонна маса ланцюга, $q = 2.6 \text{ кг/м}$;

a – між осьова відстань, $a = 0.68 \text{ м}$

$$F_q = 2 * 2.6 * 0.68 * 9.8 = 34.3 \text{ Н}.$$

Сила натягу ланцюга під дією центр обіжної сили рівна:

$$F_u = q * V^2, \quad (1.18)$$

$$F_u = 2.6 * 0.08^2 = 0.01 \text{ Н}.$$

Визначаємо загальне зусилля у ведучій ланці ланцюга:

$$F_{заг.1} = F_t * K + F_q + F_u, \quad (1.19)$$

$$F_{заг.1} = 5500 * 1.25 + 34.3 + 0.01 = 6634.31 \text{ Н}.$$

Загальне зусилля у веденій ланці ланцюга рівне:

$$F_{заг.2} = F_q + F_u, \quad (1.20)$$

$$F_{заг.2} = 34.3 + 0.01 = 34.31 \text{ Н}.$$

Зусилля, яке діє на вал ведучої і веденої зірочки:

$$F_{10} = F_t * K_D + 2F_q, \quad (1.21)$$

де K_D – динамічний коефіцієнт;

$$F_{10} = 5500 * 1.25 + 2 * 34.3 = 6668.6 \text{ Н}.$$

Приведемо схему сил:

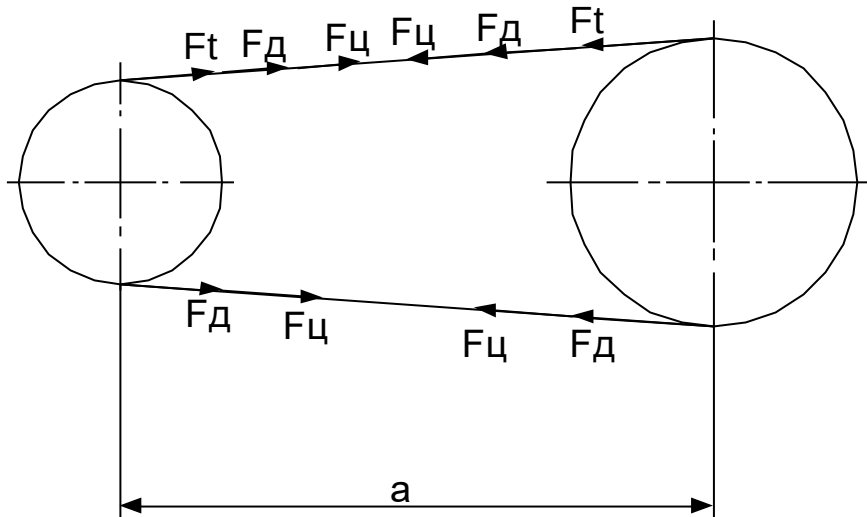


Рисунок 1.4 – Схема сил

Проведемо перевірку ланцюга по питомому тиску у шарнірах:

$$P = \frac{F_t * K_9}{\rho * m_p * 10^2} \leq [P] \quad (1.22)$$

де ρ – проекція опорної поверхні шарніра однорядного ланцюга, $\rho = 1.79 \text{ см}^2$;

$[P]$ – допустимий питомий (опір) тиск в шарнірах ланцюга.

Допустиме перевантаження до 5%.

$$P = \frac{5500 * 1.4}{1.79 * 1 * 10^2} = 36 \text{ Па}$$

Перевантаження 3%, що допустимо.

Запас міцності ланцюга визначаємо за формулою:

$$S = \frac{Q}{P_{\text{заг.1}}} \leq [S] \quad (1.23)$$

де $[S]$ – додатковий запас міцності ланцюга;

Q – руйнуюче навантаження на ланцюг, $Q = 60 \text{ кН}$.

$$S = \frac{60}{6.634} \approx 10.$$

Це значення задовольняє умову $S \leq [S]$. Отже, вибраний нами ланцюг підходить для даних умов роботи.

Розрахунок на міцність вала

Запишемо значення сил, які діють на шестерню:

$$T_M = P_M * \operatorname{tg} \alpha * \cos \varphi_M, \quad (1.24)$$

$$P_{oc.c} = P_M * \operatorname{tg} \alpha * \sin \varphi_M, \quad (1.25)$$

$$P_M = \frac{2 * 716200 * N}{d_{cp.m} * n_M}, \quad (1.26)$$

де T_M – радіальна сила;

$P_{oc.c}$ – осьова сила;

P_M – колова сила;

$\operatorname{tg} \alpha$ – кут евольвентного зачеплення, $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 20^\circ = 0.364$;

φ_M – кут при вершині нагального конуса шестерні;

$$\varphi_M = \operatorname{arctg} \frac{1}{i}, \quad (1.27)$$

i – передаточне число редуктора, $i = 1$.

$$\varphi_M = \operatorname{arctg} 1 = 45^\circ$$

N – потужність яка передається редуктором;

$d_{cp.m}$ – середній діаметр шестерні, $d_{cp.m} = 80 \text{ мм}$;

$n_{ш}$ – число обертів вала шестерні, $n_{ш} = 1050 \text{ об/хв}$.

$$P_{ш} = \frac{2 * 716200 * 7}{80 * 1050} = 120 \text{ кВт} = 1200 \text{ Н}$$

$$T_{ш} = 1200 \operatorname{tg} 20^\circ * \cos 45^\circ = 1200 * 0.36 * 0.7 = 302.4 \text{ Н}$$

$$P_{oc.ш.} = 1200 * \operatorname{tg} 20^\circ * \sin 45^\circ = 1200 * 0.36 * 0.7 = 302.4 \text{ Н}$$

Визначаємо реакції в опорах.

Фронтальна площина.

$$\sum M_b = b * R_A^\phi - \frac{d_{cp.ш.}}{2} * P_{oc.ш.} + (a + b) * T_{ш.} = 0$$

$$\sum M_A = -b * R_B^\phi + a * T_{ш.} - \frac{d_{cp.ш.}}{2} * P_{oc.ш.} = 0$$

$$R_A^\phi = \frac{\frac{d_{cp.ш.}}{2} * P_{oc.ш.} - (a + b) * T_{ш.}}{b} = \frac{\frac{0.08}{2} * 302.4 - (0.06 + 0.1) * 302.4}{0.1} = -362.8 \text{ Н}$$

$$R_B^\phi = \frac{a * T_{ш.} - \frac{d_{cp.ш.}}{2} * P_{oc.ш.}}{b} = \frac{0.06 * 302.4 - \frac{0.08}{2} * 302.4}{0.1} = 60.4 \text{ Н}.$$

Перевірка:

$$R_B^\phi + R_A^\phi + T_{ш.} = 60.4 - 362.8 + 302.4 = 0.$$

Горизонтальна площина.

$$\begin{aligned}\sum M_A &= -a * P_{ш.} - b * R_B^r \\ \sum M_B &= -(a+b) * P_{ш.} + b * R_A^r = 0 \\ R_B^r &= \frac{-a * P_{ш.}}{b} = \frac{-0.06 * 1200}{0.1} = -720H \\ R_A^r &= \frac{(a+b) * P_{ш.}}{b} = \frac{(0.06 + 0.1) * 1200}{0.1} = 1920H\end{aligned}$$

Перевірка:

$$R_B^r + R_A^r - P_{ш.} = -720 + 1920 - 1200 = 0.$$

Визначення результуючих реакцій в опорах:

$$R_A = \sqrt{(R_A^\phi)^2 + (R_A^r)^2} = \sqrt{(-362.8)^2 + 1920^2} = 2236.6H$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^\phi)^2 + (R_B^r)^2} = \sqrt{(60.4^2 + (-720)^2} = 722.5H$$

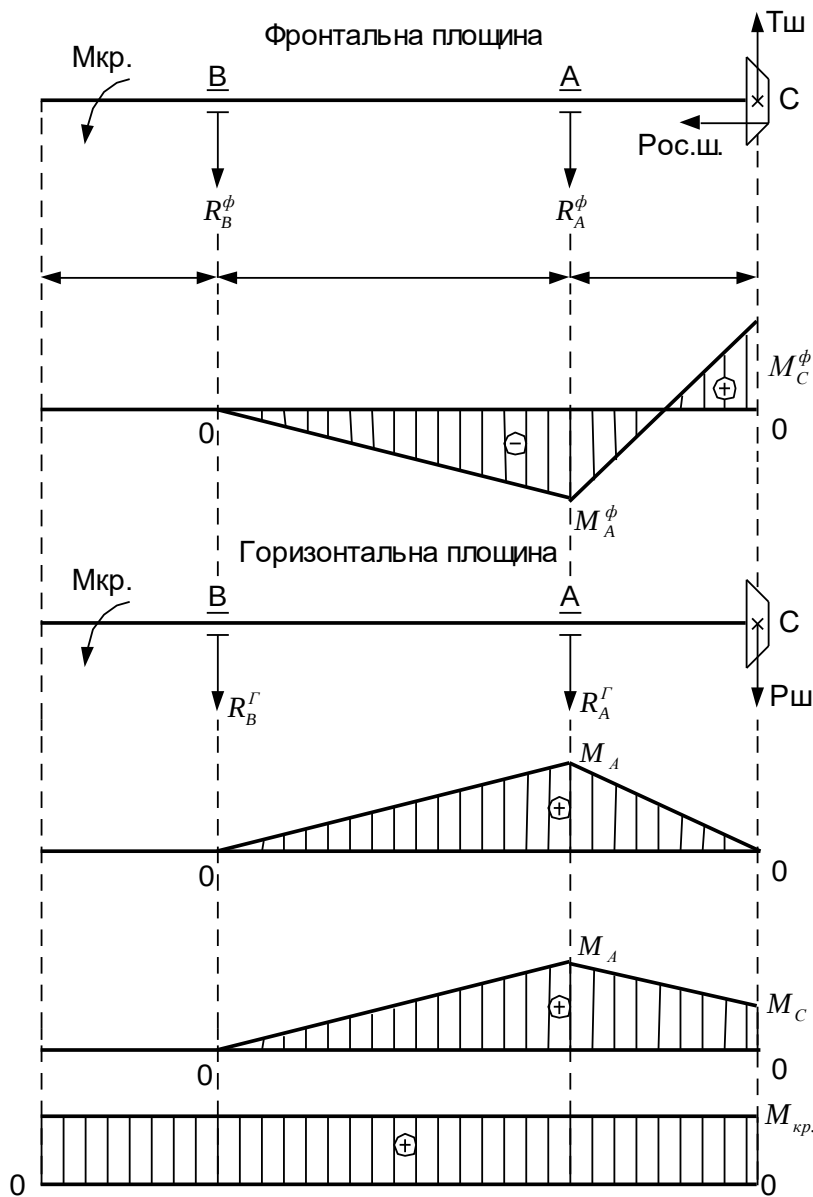


Рисунок 1.5 – Схема сил і реакцій, які діють на вал

Визначаємо згинаючий момент:

$$M_C^\Phi = \frac{d_{cp.ш.}}{2} * P_{oc.ш.} = 0.04 * 302.4 = 12.1H$$

$$M_A^\Phi = a * T_{ш.} - \frac{d_{cp.ш.}}{2} * P_{oc.ш.} = 0.06 * 302.4 - 0.04 * 302.4 = 60.5H$$

$$M_A^\Gamma = a * P_{oc.ш.} = 0.06 * 1200 = 72.0H$$

Як видно з рис.5 самий більший згинаючий момент буде в опорі А:

$$M_{зг.с.} = \sqrt{(M_A^\Phi)^2 + (M_A^\Gamma)^2} = \sqrt{60.5^2 + 12.1^2} = 61.7H$$

$$M_{екв.} = \sqrt{M_{зг.с.}^2 + 0.75 * (\alpha * M_{кр.})^2}.$$

де $M_{екв.}$ – еквівалентний момент в перерізі вала, Н*м.

$M_{зг.с.}$ – згинаючий сумарний момент, Н*м.

α – коефіцієнт, який враховує характер зміни напруги, $\alpha = 1$.

$$M_{кр.} = 71620 * \frac{N}{n} \quad (1.28)$$

$M_{кр.}$ – крутний момент вала, Н*м.

$$M_{кр.} = 71620 * \frac{7}{1050} = 477,5H * м$$

$$M_{екв.} = \sqrt{61.7^2 + 0.57 * (1 * 477.5)^2} = 418H * м$$

Діаметр вала в небезпечному перерізі визначається по формулі:

$$d_\epsilon = \sqrt[3]{\frac{M_{екв.}}{0.1 * [G]_{зг.}}}, мм. \quad (1.29)$$

де $[G]_{зг.}$ – допустима напруга для матеріалу вала ,кг/см²;

$$[G]_{зг.} = \frac{\sigma_{-1}}{n}, кг / см^2 .$$

σ_{-1} - границя міцності при згині, $\sigma_{-1} = 4810 кг / см^2$.

n – запас міцності, $n = 1,4...1,5$ приймаємо $n = 1,5$.

$$[G]_{зг.} = \frac{4810}{1,5} = 3210 кг / см^2$$

$$d_\epsilon = \sqrt[3]{\frac{418}{0.1 * 3210}} = 1.14 мм$$

З урахування м сил розтягу які діють на вал по ГОСТ6636-53 приймаємо $d = 15 мм$.

Враховуючи що на підшипники діють радіальні і осьові навантаження, приймаємо радіально упорний підшипник. Їх коефіцієнт робото здатності буде:

$$C = Q * (n * h)^{0.3} \quad (1.30)$$

де Q – зусилля навантаження на підшипник, кг.

n – число обертів внутрішнього пальця підшипника за хв., $n = 1050 об / хв$.

h – довговічність роботи підшипника, $h = 2500 год$.

$$Q = (R_A * K_K + m + P_{OC}) * K_\delta * K_T, \quad (1.31)$$

де R_A – радіальне навантаження, $R_A = 2236.6H$.

P_{OC} – осьова сила яка діє на даний підшипник, Н.

n_1 – коефіцієнт переводу осьового навантаження в радіальне $n_1 = 1.5$.

K_δ – коефіцієнт враховуючий характер навантаження, $K_\delta = 1.2$.

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T = 1.0$.

K_K – коефіцієнт враховуючий час обертання внутрішнього пальця підшипника на його довговічність.

$$P_{OC} = P_{oc.ш.} + P_{oc.д} \quad (1.32)$$

$$Q = (2236.6 * 1 + 1.5 * 1.5 * 452.4) * 1.2 * 1 = 3498H$$

$$C = 349.8 * (1050 * 2500)^{0.3} = 29482H$$

Приймаємо підшипник кочення легкої серії №7202.

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування необхідності переобладнання розкидача РУМ-5

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

Заслужовують увагу апарати які працюють по принципу пневмотранспорту висівного матеріалу до розкидаючих органів по індивідуальним каналам з додатковим їх розподіленням в зони внесення на необхідну ширину (1...1,5 м) захвату, а також можливість використання в комбінованих агрегатах, за рахунок фіксуючої ширини захвату.

2.2 Стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив

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

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

В зв'язку з цим, більш перспективними є тукорозподільчі апарати, в яких відмічені вище недоліки присутні в значно меншій степені. Потрібно відмітити, що тукорозподільчі апарати, працюючі по принципу тукових сівалок, важкі, громіздкі, металоємкі і потребують для завантаження спеціальних навантажувачів. Тому в світовій практиці, в даний час, розпочинають знаходити широке застосування

тукорозподільчі апарати штангового типу, які транспортують добрива з центральної ємності на ширину захвату по закритим каналам. Ці апарати менш складні ніж тукові сівалки. Вони володіють великою мобільністю і малою металоємкістю в зв'язку з чим більш детально розглянемо апарати саме цього типу. Класифікуючи штангові тукорозподільчі апарати по способу впливу на добрива, можна виділити три характерні їх групи: механічні, пневмомеханічні і пневматичні.

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

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

Добре зарекомендували себе апарати, які працюють по принципу пневмотранспорту добрив до розпилюючих робочих органів. Робота таких апаратів базується на одному із двох принципів. В першому випадку добрива подаються в середину ротора, розганяються ним, висипаються в розташовані по периферії кожуха приймальні отвори транспортних каналів, по яким потрапляють на ґрунт. Ці апарати називаються пневмомеханічними. Недоліком їх є те, що при великій ширині захвату відбувається забивання каналів, має місце подрібнення добрив.

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

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

2.3 Опис удосконаленого розкидача мінеральних добрив

Проектована машина представляє собою машину для внесення мінеральних добрив РУМ-5, в яку замість відцентрового розкидаючого апарата вмонтований пневматичний розподільчий пристрій, а кузов захищений запобіжною сіткою.

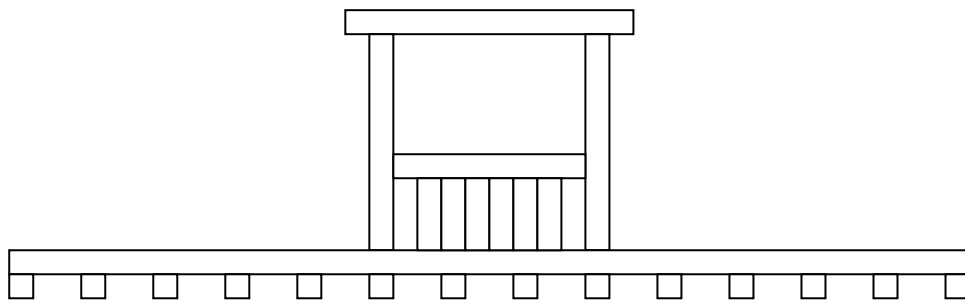


Рисунок 2.1 – Технологічна схема проектуваної машини

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

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

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

Добрива подаються через дозуючий пристрій в живильник-ділильник, де діляться на порції по кількості розпилювачів, подаються до електронних горловин,

захоплюються повітряним потоком, який створюється вентилятором високого тиску, спрямовується в пневмотранспортні канали до пластинчастих розпилювачів, рівномірно розподіляються по ширині захвату.

2.4 Технологічні та конструктивні розрахунки розкидача РУМ-5

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

Максимальну продуктивність розподільника визначаємо за формулою:

$$W_{\max} = \frac{B \cdot H_{\max} \cdot V_{\max}}{10^4_H}, \quad (2.1)$$

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

$V_{\max}$ – максимальна по агровимогам швидкість руху агрегату, м/с. $V_{\max}=2.77$ м/с;

B – ширина розкидача, м. $B=12$ м.

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

Діаметр каналу аеросуміші визначаємо по формулі:

$$d = \sqrt{\frac{4W_{\max} \cdot h}{\mu_{\max} \cdot \rho_n \cdot V_n \cdot \pi(B+h)}} \quad (2.2)$$

Кількість пластинчастих розпилювачів визначаємо по формулі:

$$K_p = \frac{\beta + h}{h}, \quad (2.3)$$

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

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

$$L = \frac{(B+h)^2}{4 \cdot h}, \quad (2.4)$$

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

Розрахунок приводу вентиляторів високого тиску. Кінематичний розрахунок приводу. Загальне передаточне відношення приводу визначаємо по формулі:

$$i_{np} = \frac{n_{B\Pi}}{n_o}, \quad (2.5)$$

де $n_{B\Pi}$ – номінальна частота обертів валу відбору потужності, хв^{-1} , $n_{B\Pi}=1000 \text{ хв}^{-1}$,

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

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

Приймаємо передаточне відношення:

- циліндричного редуктора $i_c = 1$;
- конічного редуктора $i_k = 0,8$ (1,25);
- клинопасової передачі $i_{kp} = 0,4$ (2,5).

Розходження прийнятих і розрахункових значень передаточних чисел складе

$$\Delta i_{np} = \frac{0,322 - 0,8 \cdot 0,4}{0,322} \cdot 100\% = 0,6\%, \quad (2.6)$$

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

Передаюча потужність вибраного редуктора 8 кВт. Потужність приводу одного вентилятора – 3,2 кВт. По цій потужності приймаємо редуктор К091.10.000-213 ГОСТ 15150-69, передаюча потужність – 5 кВт, передаточне відношення – 0,8 (1,25). Карданні вали вибираємо по максимальному крутному моменту, який визначаємо по формулі:

$$M_{kp} = \frac{M_u}{\cos \gamma_{\max}}, \quad (2.7)$$

де M_u – крутний момент на валу циліндричного редуктора, Нм;

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

Крутний момент на валу циліндричного редуктора визначаємо по формулі:

$$M_u = \frac{M_{\epsilon}}{i_{кр} \cdot i_{\kappa} \cdot \eta_{\kappa.лр.} \cdot \eta_{\kappa}}, \quad (2.8)$$

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

$\eta_{\kappa.лр.}$ – ККД клинопасової передачі;

$\eta_{\kappa.}$ – ККД кінцевого редуктора.

Момент на валу вентилятора рівний:

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

Тоді:

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

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

Максимальне значення згинаючого моменту визначаємо по формулі:

$$M_{\max u} = M_u \cdot \sin \gamma_{\max}, \quad (2.9)$$

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

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

$$M_{np} = \sqrt{M_{кр. \max}^2 + M_{\max u}^2}, \quad (2.10)$$

$$M_{np} = \sqrt{50.3^2 + 21.6^2} = 54.7 \text{ Н·м.}$$

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

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

$$\omega_{\kappa} = \frac{\pi \cdot n_n \cdot i_{кар}}{30}, \quad (2.11)$$

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

$$M_{\kappa} = \frac{M_{\Pi}}{i_{\kappa p}}, \quad (2.12)$$

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

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

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

$$D_1 = \frac{D_2}{i_{\kappa p}} = \frac{0,1}{0,4} = 0,25 \text{ м}. \quad (2.13)$$

Уточнюємо передаточне відношення клинопасової передачі з розрахунком ковзання по формулі:

$$i_{\kappa p} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.14)$$

де ε – коефіцієнт, який враховує ковзання клинопасової передачі, $\varepsilon = 0,015$.

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

Розходження за прийнятим передаточним відношенням складе

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

що допустимо.

Міжосьову відстань приймаємо в інтервалі:

$$Q_{W \min} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) + h, \quad (2.15)$$

$$Q_{W \max} = 2 \cdot (D_1 + D_2), \quad (2.16)$$

де h – висота паса, м, $h = 0,008 \text{ м}$.

$$Q_{W \min} = 0,55 \cdot (250 + 100) \cdot 10^{-3} + 0,008 = 0,202 \text{ м}.$$

$$Q_{W \max} = 2 \cdot (0,25 + 0,1) = 0,7 \text{ м}.$$

Враховуючи конструктивні відмінності, приймаємо $Q_W = 0,52 \text{ м}$.

Розрахункова довжина паса визначається по формулі:

$$L_p = 2 \cdot Q_w + \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4 \cdot Q_w}, \quad (2.17)$$

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

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

$$a_w = 0,25 \cdot \left[L - \pi \cdot \frac{D_1 + D_2}{2} + \sqrt{\left(L - \pi \cdot \frac{D_1 + D_2}{2} \right)^2 - 2 \cdot (D_1 - D_2)^2} \right], \quad (2.18)$$

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

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

$$L_2 = 180 - 60 \cdot \frac{D_1 - D_2}{a_w}, \quad (2.19)$$

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

Швидкість паса визначається по формулі:

$$g = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot n_{II}}{30} \cdot D_2, \quad (2.20)$$

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

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

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

Допустиме кругове зусилля на один ремінь визначаємо по формулі:

$$[P] = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_p, \quad (2.21)$$

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

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

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

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

Кругове зусилля на шківі веденого валу визначається по формулі:

$$P = \frac{N_{II}}{g}, \quad (2.22)$$

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

Розрахункове число пасів визначається по формулі:

$$Z = \frac{P}{[P]}, \quad (3.23)$$

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

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

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

$$D = 100 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot P \cdot \eta}}, \quad (2.24)$$

де P – зусилля, яке розвивається гідроциліндром, Н;

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

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

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

Зусилля P' визначаємо з умови рівності моментів:

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

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

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

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

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

Приймаємо гідроциліндр діаметром 0,036 м ДСШ–14.56.001.

Внутрішній діаметр маслопроводів визначаємо по формулі:

$$d = 2,6 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{\frac{Q}{g}}, \quad (2.25)$$

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

v – швидкість рідини, м/с. $v = 5$ м/с.

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

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Оперативну роботу і контроль за станом охорони праці в господарстві здійснює інженер по охороні праці.

В кожному підрозділі господарства обладнано куточки по охороні праці, які обладнанні спеціальними плакатами і відповідною літературою, знаходяться аптечки першої допомоги та засоби індивідуального захисту.

При роботі з хімічними засобами боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками рослин, працівникам в обов'язковому порядку видається спецодяг, рукавиці та респіратори.

Таблиця 3.1 – Аналіз стану виробничого травматизму в господарстві

Показники	Всього		
	2022	2023	2024
Кількість потерпілих	1	1	2
Число людино-днів непрацездатності	73	56	42
Матеріальні наслідки від нещасних випадків, грн	280	510	720
Коефіцієнт частоти	21	10	17
Коефіцієнт важкості	53	58	48
Коефіцієнт важкості одного нещасного випадку	3	5	3

Аналіз стану виробничого травматизму показує збільшення коефіцієнта важкості травм, проте кількість травм за останні роки зменшилась.

Причинами травматизму є:

1. Фізично і морально застаріле технічне обладнання.
2. Недотримання працюючими вимог охорони праці.
3. Недостатній контроль за виконанням робіт.
4. Не проведення інженером по охороні праці інструктажів в господарстві.

Оскільки тема дипломного проекту пов'язана з механізацією технічного процесу вирощування картоплі, то більш детально зупинимось на питанні охорони праці при вирощуванні картоплі. Завдяки випадковості до цих пір не вчинено нещасних випадків.

В сучасному сільськогосподарському виробництві технологічний процес по вирощуванню та збиранню сільськогосподарських культур (в т.ч. картоплі) виконується багатьма машинами. І тільки правильне з точки зору техніки безпеки їх використання дозволить одержати високоефективну працю і зберегти здоров'я

працівників.

Розглянемо технологічну операцію садіння картоплі. На полі де проводиться садіння картоплі обладнують місце для відпочинку (бажано пересувний вагончик), за 10-15 метрів від нього майданчик для куріння, пожежний майданчик з протипожежним інвентарем (ящик з піском, лопати, вогнегасники) майданчик для зберігання технологічних матеріалів (насіння, мінеральних добрив). З іншої сторони поля розміщують транспортний майданчик, автомобіль технічного обслуговування, майданчик для прийому їжі, з колгоспної їдальні. Агрегат для садіння картоплі до роботи допускається комісією. Агрегат обладнують вогнегасником та штриховою лопатою.

Необхідно підібрати засоби індивідуального захисту органів дихання і розрахувати річну необхідність для трьох робітників зайнятих на обробці картоплі препаратом гетероауксину на 84 години. Концентрація розчину 0,75 млг гетероауксину на 1 літер води, пилу 60 мг/м³. Звідки в робочій зоні фактична концентрація газу складає 18 Па. На основі цього по таблиці 15 Г.И.Белякова “Практикум по охоране труда” ст. 142 ... 145, що максимальний строк служби респіратора РПГ – 67 маркою Г складає 100 Па. По формулі $P = P(T_p(T_n))$ шт.

де P – необхідна кількість типорозмірів

P – кількість робочих, використовуючи деталей СИЗ;

T_p – час роботи в даному СИЗ;

T_n – максимальний строк експлуатації даного СИЗ по типовим галузевим нормам.

Визначаємо необхідну кількість аерозольних фільтрів для кожного робочого:

$$P = 3 \cdot (84 (100)) = 2,52 \approx 3$$

Так як в кожному комплекті респіратора поставляється тільки по одній коробці, то замовляємо 3 респіратори РПГ – 67 маркою Т з аерозольних фільтром і 9 коробок марки Т.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

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

За базовий агрегат приймаємо агрегат, який включає трактор МТЗ-82 і серійний розкидач МБУ-5. Новий варіант включає трактор МТЗ-82 в агрегаті з удосконаленим розкидачем РУМ-5. Базовий і новий агрегат має однакову продуктивність рівну 6,0 га/год. Витрати палива у базового і нового варіанту становлять 4,0 кг/га. Ціна розкидача мінеральних добрив РУМ-5 становить – 27550 грн. Нормативне річне завантаження – 210 год. Відрахування на: реновацію – 20 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12%.

Ціна трактора МТЗ-82 становить – 70620 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на: реновацію – 10%, капітальний ремонт – 5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12,7 %.

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

$$\frac{27550}{1820} 285 = 4314 \text{ грн.}, \text{ а вартість удосконаленого розкидача}$$

$$B_{\text{н}} = 27550 + 4314 = 31864 \text{ грн.}$$

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

Затрати праці на виконання операції визначаються за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{m}{W_{\text{г.ек}}} \quad (4.1)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при внесенні добрив базовим і новим агрегатом становлять

$$(Z_{\text{п}})^{\text{н}} = (Z_{\text{п}})^{\text{б}} = \frac{1}{1,94} = 0,51 \text{ люд.-год/га}$$

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

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} \quad (4.2)$$

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

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

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

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

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$C_{оп} = \frac{k(m_m f + m_d f_d)}{H} \quad (4.3)$$

де f і f_d – оплата праці механізатора і допоміжного працівника за змінну норму виробітку, грн. ($f = 10,14$ грн., $f_d = 6,06$);

k – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату $k_n = 1,375$;

m_m і m_d кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

H – змінна норма виробітку, га.

Вартість витрачених паливо мастильних матеріалів можна визначити за формулою:

$$C_{пмм} = \Pi_k \cdot g_{га} \quad (4.4)$$

де Π_k – комплексна ціна одного кілограма палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил $\Pi_k = 1,8$ грн./л;

$g_{га}$ – витрата палива кг/га;

Звідси вартість витрачених ПММ становить:

для базового та нового агрегату:

$$C_{ПММ}^6 = 4 \cdot 1,8 = 7,2 \text{ грн./га};$$

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

$$C_{ра} = \frac{\alpha_{рт} \cdot B_T}{100 \cdot W \cdot t_T} + \frac{\alpha_{рм} \cdot B_M}{100 \cdot W \cdot t_M} \quad (4.5)$$

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

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

W – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

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

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

$$C_{\text{КТО}} = \frac{\alpha_{\text{КТ}} \cdot B_{\text{T}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{T}}} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{T}} \cdot B_{\text{T}}}{t_{\text{HT}}} + \frac{\alpha_{\text{М}} \cdot B_{\text{М}}}{t_{\text{М}}} \right) \quad (4.6)$$

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

α_{T} і $\alpha_{\text{М}}$ – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

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

При закупівельній ціні картоплі рівній 0,3 грн./кг, запровадження модернізованого розкидача за рахунок рівномірності внесення добрив дасть змогу одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті буде мати наступну величину:

$$D_{\text{П}} = \Pi_{\text{Н}} \cdot \Pi_{\text{Н}},$$

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

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

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

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

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

$$D_{\text{П}} = 180 \cdot 0,3 = 54 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, запровадження модернізованого розкидача дасть змогу одержати економічний ефект від додатково одержаної продукції в сумі 216 грн/га. Річний економічний ефект від експлуатації модернізованого розкидача визначимо за формулою:

$$E_{\text{р.еф}} = [(C_{\text{пит}})^{\text{б}} - (C_{\text{пит}})^{\text{н}} + D_{\text{П}}] \cdot F,$$

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

$$F = 80 \text{ га, тоді}$$

$$E_{\text{р.еф}} = (16,59 - 17,78 + 54) \cdot 80 = 4225 \text{ грн.}$$

Строк окупності затрат на модернізацію визначимо за формулою:

$$O = \frac{B_{\text{М}}^{\text{н}} - B_{\text{М}}^{\text{б}}}{E_{\text{р.еф}}} = \frac{31864 - 27550}{4225} \approx 1,02 \text{ року.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності зведемо в таблицю.

Таблиця 4.1 – Економічна ефективність проекту

Найменування показника	Базова	Нова	Відхилення +, –
Продуктивність, га/год	6,0	6,0	
Затрати праці, люд-год/га	0,51	0,51	
Прямі питомі експлуатаційні витрати, грн./га	1659	1778	+ 1,19
в тому числі:			
витрати на ПММ, грн./га	720	720	
відрахування на реновацію грн./га	511	579	+ 68
витрати на ремонт, грн./га	393	434	+41
Витрати на модернізацію, грн		43140	
Річний економічний ефект, грн		42250	
Строк окупності витрат, років		1,02	

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що обладнання розкидача мінеральних добрив РУМ-5 вентилятором і пристроями для внесення добрив дозволить за рахунок рівномірності внесення мінеральних добрив одержати підвищення врожайності картоплі і отримати річний економічний ефект, який становить 42250 грн. Термін окупності витрат на удосконалення розкидача становить 1,02 роки.

ВИСНОВОК

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

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

В даному дипломному проекті було розглянуто питання і вирішено задачі:

- дана агротехніка вирощування картоплі
- обґрунтовано набір машин для вирощування картоплі
- обґрунтовано необхідність переобладнання машини МВУ-5
- розглянуто стан механізації поверхневого внесення мінеральних добрив
- розглянуто актуальність проектуємої машини
- проведено розрахунок на міцність проектуємих деталей
- дана операційна технологія внесення мінеральних добрив
- розраховано економічну ефективність проекту
- розглянуто питання з охорони праці та дані рекомендації по поліпшенню умов праці при внесенні мінеральних добрив.

Список використаних джерел

1. Типові норми витрат палива і виробітку на механізовані польові роботи Держагропром УРСР-К.: Урожай, 1991.- 472с.
2. Типові норми виробітку і витрати палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві (Держагропром УРСР; Центр. норм. досл. ст. з праці Держагропрому УРСР-Л.: Урожай. 1987-416с.
3. Науково-технічні, економічні та екологічні основи механізації процесів підвищення родючості ґрунту: Тези допов. респ. наук.-техн. конф. Глеваха. 12-15 листопада 1991р. Київ, 1991.
4. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімант А.С. "Експлуатація машинотракторного парку в аграрному виробництві" Київ. "Урожай" 1993-275с.
5. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини.-5-те вид., перероб.-К: Урожай, 1988.-384с.
6. Довідник з охорони праці в сільському господарстві (запитання і відповіді) / С. Д. Лахман, В. П. Целинський С. М. Козирєв та ін. ; За ред. С. Д. Лахмана. -К.: Урожай, 1990. - 400с.
7. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машин / В. І. Ко-чев, А. С. Кушнарєв, В. Д. Роговий та ін.; За ред. В. І. Кочева. - К.: Урожай, 1993.-264с.
8. Практикум з технологічної наладки та усунення несправностей сільськогосподарських машин / Г. Р. Гаврилюк, Г. І. Живолуп, П. С. Короткевич та ін.; За ред. Г. Р. Гаврилюка. - К.: Урожай, 1995.- 280с.
9. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін.; за ред. Гречкосія В.Д.-К: Урожай, 1991.-400с.
10. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / Ільченко В. Ю., Карасьов П. І., Лімонт А. С. та ін. - К.: Урожай, 1987.- 336с.