

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 20 ____ р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)
Перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

тема роботи **«УДОСКОНАЛЕННЯ КОМПЛЕКСУ МАШИН ПРИ
ВИРОЩУВАННІ ЛЮЦЕРНИ І ЗАГОТІВЛІ СІНАЖУ В УМОВАХ
ПРОЕКТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА ЗОНИ
ЛІСОСТЕПУ З УДОСКОНАЛЕННЯМ ВОРУШИЛКИ ВРМ-Ф-7.5»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
освітньої програми бакалавр
спеціальності _____
208 «Агроінженерія»
Дубинецький О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник доктор філософії доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ бакалавр _____

Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту _____ ДУБИНЕЦЬКИЙ Олег Анатолійович _____
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення комплексу машин при вирощуванні люцерни і заготівлі сінажу в умовах проектного сільськогосподарського підприємства зони Лісостепу з удосконаленням ворущилки ВРМ-Ф-7.5»

керівник роботи _____ Шевчук Михайло Вікторович, доктор філософії, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 12 ” січня 20 23 р. № 01-06/95

2. Строк подання студентом роботи _____ 30.05.2023 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: _____ Прототип _____ вдосконалюваної _____ машини _____
ворушила ВРМ-Ф-7,

4. Перелік питань, які потрібно розробити: вступ; аналіз існуючих технологій вирощування люцерни; використання техніки при вирощуванні люцерни; конструктивна частина; охорона праці та природи; розрахунок техніко-економічних показників проекту; загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; технологічна карта на вирощування трав; операційно-технологічна карта на ворущіння трав; вигляд загальний ворущилки; складальне креслення; креслення оригінальних деталей (деталювання); результати розрахунку річного економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Шевчук М.В., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр и-мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	16.12.2021 р.	
2.	Розділ 1. Сучасний стан досліджуваного питання. Мета та завдання дослідження	14.01.2022 р.	
4.	Розділ 2. Теоретичні та/або експериментальні дослідження за темою дипломного проекту	05.02.2022 р.	
5.	Розділ 3. Охорона праці	24.01.2023 р.	
6.	Розділ 4. Техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології	15.02.2023р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.04.2023р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	28.05.2023 р.	

Студент

(підпис)

Дубинецький О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шевчук М.В.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП.....	6
1 СТАН ПИТАННЯ	7
1.1 Значення люцерни.....	7
1.2 Історія та поширення культури	9
1.3 Морфологічні та біологічні властивості культури	10
1.4 Місце культури в сівозміні.....	12
1.5 Внесення добрив	13
1.6 Основний обробіток ґрунту	14
1.7 Передпосівний обробіток ґрунту.....	16
1.8 Підготовка насіннєвого матеріалу до сівби	17
1.9 Сівба люцерни	17
2 ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЛЮЦЕРНИ.....	23
2.1 Розрахунок та складання технологічної карти.....	23
2.2 Побудова графіка використання тракторів	28
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин	29
2.4 Розробка операційно-технологічної карти	30
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	31
3.1 Аналіз конструкцій машин для ворущіння, згрібання та перевертання трав	31
3.2 Призначення машин.....	31
3.3 Будова і робота ворущилки.....	32
3.4 Опис удосконаленої машини	33
3.5 Розрахунок на міцність елементів конструкції машини	34
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Охорона праці на роботі на сільськогосподарській техніці	40
4.2 Безпека праці при заготівлі сіна	42
4.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту.....	46
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	47
5.1 Техніко-економічна оцінка вдосконалення технології вирощування люцерни	47
5.2 Техніко-економічні показники конструктивної частини	51
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53

«Удосконалення комплексу машин при вирощуванні люцерни і заготівлі сінажу в умовах проектного сільськогосподарського підприємства зони Лісостепу з удосконаленням ворушилки ВРМ-Ф-7.5»

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 54 сторінок, в тому числі 5 розділів, 9 таблиць, 4 ілюстрації, 24 літературних джерела.

Ключові слова: ЛЮЦЕРНА, СІНАЖ, ВОРУШІННЯ, ВОРУШИЛКА, ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ

Графічний матеріал містить 7 аркушів формату А1, на яких представлено технологічну карту вирощування трав, графік використання тракторів, графік використання сільськогосподарських машин, операційно-технологічну карту ворущіння, загальний вигляд ворушилки, складальне креслення центрального модуля та його деталювання.

В процесі виконання дипломного проекту розроблено: технологічну карту на вирощування люцерни та операційну карту ворущіння люцерни. Під час роботи ворушилки ВРМ-Ф-7,5М її пружинні пальці при обертанні роторів контактують з нерівностями ґрунту, а відтак піддаються впливу вібрації. Це спричиняє швидке руйнування пальців внаслідок утворення в їх тілі тріщин утомленості. Зазначене впливає на роботоздатність і економічні показники машини. Крім того, попадання обламаних пальців у траву може спричинити поломку послідуєчих сінозбиральних машин: пресів, самозавантажувальних візків, подрібнюючих апаратів кормозбиральник комбайнів і т. д. Для підвищення роботоздатності ворушилки пропонується встановити на кожній із граблин шарнір, який дозволяє повертатися граблинам в осьовій площині ротора. Це дасть змогу зменшити кількість контактів пружинних зубів граблин з нерівностями ґрунту і підвищити роботоздатність машини. За рахунок підвищення довговічності пружинних зубів (робочих органів) ворушилки ВРМ-Ф-7,5М може бути досягнутий суттєвий економічний ефект.

ВСТУП

Сінаж – це прісний корм, приготовлений із пров'ялених до вологості 50-55% трав.

При заготівлі сінажу виконують операції скошування, плющення, ворущіння, згрібання у валки, підбирання маси з валків з подрібненням та навантаженням у транспортні засоби, закладання в сховища, ущільнення маси з наступною герметизацією в заповненому сховищі.

Після скошування масу пров'ялюють у полі до вологості 60%. Для прискорення висушування трави її ворущать. Процес пров'ялювання трави супроводжується не тільки втратою рослинами вологи, але і поживних речовин за рахунок протікання біохімічних процесів, розвитку мікроорганізмів, вимивання опадами. Розміри цих втрат зростають із збільшенням тривалості польового сушіння. Знизити їх можна шляхом інтенсифікації цього процесу.

Найбільш розповсюдженими способами прискорення сушіння скошеної трави є ворущіння прокосів, їх згрібання та перевертання валків. Застосування цих операцій в технологіях заготівлі сіна та сінажу дозволяє не тільки в 1,3...2 рази прискорювати процес сушіння скошеної трави, але й одержувати рівномірну за вологістю прив'ялену масу. Для виконання цих робіт використовують колісно-пальцеві, ротаційні, барабанні та інші сіноворушилки.

Створення техніки для сільського господарства здійснюється у відповідності з системою машин для комплексної механізації різних галузей сільськогосподарського виробництва, яку постійно вдосконалюють в цілях широкого впровадження в практику досягнень науки і техніки.

Під час роботи ворушилки ВРМ-Ф-7,5 її пружинні пальці при обертанні роторів контактують з нерівностями ґрунту, а відтак піддаються впливу вібрації. Це спричиняє швидке руйнування пальців внаслідок утворення в їх тілі тріщин утомленості. Зазначене впливає на роботоздатність і економічні показники машини. Крім того, попадання обламаних пальців у траву може спричинити поломку послідовних сінозбиральних машин: пресів, самозавантажувальних візків, подрібнювальних апаратів кормозбиральних комбайнів і т. д. Для підвищення роботоздатності ворушилки пропонується встановити на кожній із граблин шарнір, який дозволяє повертатися граблям в осьовій площині ротора. Це дасть змогу зменшити кількість контактів пружинних зубів граблин з нерівностями ґрунту і підвищити роботоздатність машини.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ

1.1. Значення люцерни

Значення люцерни обумовлене комплексом показників, і насамперед високою врожайністю впродовж чотирьох-шести років, середньою вимогливістю до умов зростання, повноцінністю, пластичністю.

Люцерна посівна – одна з найурожайніших багаторічних культур. За впровадження інтенсивної технології вирощування люцерна може забезпечити збирання 50-60 т/га зеленої маси та 3-4 т/га перетравного протеїну за низької собівартості кормових одиниць та білка. Люцерна забезпечує отримання сіна високої поживності, цінного зеленого та пасовищного корму, багатого на протеїн, мінеральні, органічні речовини та вітаміни. За високого вмісту кальцію, фосфору та інших речовин люцерновий корм цінніший від конюшинового, еспарцетового та корму із вики.

У сухій масі люцерни міститься 17-18% протеїну, 13-14 – білка, 2,5-3,0 – жиру, 24-28 – клітковини, 35-37 – БЕР, у 100 кг сіна – 11,5-12,5 кг перетравного білка, 56-63 к. од. Тривалість ефективного використання люцернових посівів – понад 10 років. Навесні, а також після скошування люцерна швидко відростає, що забезпечує два-три, а за зрошення – п'ять і більше укосів, що зумовлює її високу врожайність.

Люцерна посівна – сильний азотфіксатор. Залежно від умов вирощування, 1 га посівів цієї культури може фіксувати 200-250 кг азоту (і навіть більше), а коренева система залишає таку кількість азоту, фосфору, калію та інших елементів, що й внесення 45-60 т/га гною.

Коріння люцерни завдяки проникненню у ґрунт на 2-3 м і глибше виносить у верхній шар кальцій, фосфор та інші елементи, збагачуючи його поживними речовинами.

Люцерна відзначається здатністю пригнічувати патогенні мікроорганізми ґрунту. Під впливом багаторічних трав у ньому зникає шкідлива мікрофауна і розвивається корисна мікрофлора. Велика цінність культури в тому, що вона

формує високу врожайність та якість шляхом значної азотфіксації, не потребує внесення дорогих і шкідливих для довкілля азотних добрив, а тому відіграє велику роль у біологізації кормовиробництва та є цінною складовою енергоощадних технологій.

У зв'язку із здатністю поліпшувати агрофізичні, агрохімічні і біологічні властивості ґрунтів бобові трави є кращим попередником для всіх культур сівозміни.

1.2. Історія та поширення культури

Люцерна — одна з найдавніших кормових культур. Синя люцерна та її природні гібриди з жовтою у Європі з'явилися давно: спершу в античній Греції, куди вона була завезена з Мідії (Іран) персами під час воєн, які вони вели проти Греції (середина першого тисячоліття до н.е.). Тому у Греції її називали «медікай» – мідійська трава, а в античному Римі, куди вона потрапила з Греції, – герба медіка. Дикі форми люцерни посівної поширені в Азії, Китаї, на Тибеті, Кавказі. Жовта люцерна в дикому вигляді росте повсюдно в Європі, в Україні, в Росії, Азії.

В Україну й Росію люцерна потрапила з Азії, зокрема з Тибету, в першій половині XIX ст. Одну із форм тибетської (китайської) люцерни під назвою “мусю” через Росію завезено в Європу. Із Франції граф О. Г. Бобринський завіз насіння люцерни синьої на початку XIX ст. у Смілянський повіт Київщини (нині Черкаська область). Тут висіяна люцерна перезапилилася з місцевою люцерною жовтою і далі розмножувалася як гібрид. Обмін насінням люцерни триває. Так, із США на початку XX ст. до нас завезено люцерну сорту Грім, поліпшену потім Зайкевичем на Полтавській дослідній станції. У США цей сорт був витіснений двома сортами російської люцерни, які професору Ганзену передав В. Р. Вільямс у 1912 р. Там вона називалася чорна і козацька люцерна.

Світова площа посівів люцерни становить понад 30 млн га, в тому числі в США більше 10, Аргентині 7 млн. га. Посівна площа люцерни в СНД сягає 8-9 млн.га, з них в Україні 1,8 млн.га, 48% у структурі посівів багаторічних трав. Основні площі люцерни сконцентровані в степовій зоні і Лісостепу, на Поліссі її посіви розширюються дещо повільніше. Укісна площа люцерни в господарствах

України (1986-1990рр.) складає: Степ 1229 тис. га; Лісостеп 453; Полісся 86; Разом 1768 4 тис. га.

1.3. Морфологічні та біологічні властивості культури

Люцерна належить до роду *Medicago* L., родини бобові (Fabaceae). 350 різних видів (в СНД 36 видів) люцерни *Medicago* виробниче значення мають чотири: люцерна синя посівна (*M. sativa* L.), люцерна жовта серпоподібна (*M. falcata* L.), голуба (*M. coerulea* L.) й гібридна (середня) (*M. media* Hoes.).

Усі названі види люцерни мають спільні морфологічні особливості будови різних частин рослин. *Люцерна синя* – рослина верхова (висота стебла 80-150 см) нещільнокущового типу. У люцерни добре розвинена *коренева система*, яка в перший рік життя проникає в ґрунт на глибину 2-3, а в 5-10-річному віці 9-11 м і глибше. *Листки* трійчасті, квітки сині або фіолетові. *Суцвіття* – китиця, *плід* – багатонасінний спіральний біб. *Насіння* ниркоподібне. Маса 1000 насінин 1,5-2г.

В організації насінництва люцерни треба зважати на те, що період від відростання до досягання насіння першого укусу становить 125-145, другого 105-120 днів. Тривалість періоду відростання – цвітіння першого укусу 55-65, другого 30-35 днів.

Люцерна жовта – багатостебловий кущ з лежачими або прямостоячими стеблами і добре розвиненою кореневою системою. Більш посухо і морозостійка, ніж синя. *Листя* опушене, квітки жовті, зібрані в китицю. *Плоди* серпоподібні. *Насіння* світло-коричневе. Маса 1000 насінин 0,9-1,2г. Має велику кількість екотипів, тому росте повсюдно – на луках, водороздільних плато, в Степу, Лісостепу, на Поліссі. За сприятливих умов на зрошуваних ділянках дає 2-3 укуси.

Відношення до температур. Насіння люцерни починає проростати при температурі 5-6°C, а ріст рослин навесні – при температурі 7-9°C. Люцерна – холодостійка культура, сходи якої добре витримують заморозки до мінус 5-6°C, дорослі рослини в безсніжні зими витримують морози до мінус 25°C і нижче.

За частих потеплінь посіви можуть загинути навіть від невеликих морозів. Сильно пошкоджуються рослини притертою льодяною кіркою. У наступні роки життя люцерна відновлює вегетацію при переході середньодобової температури

через +5°C. Відростають нові пагони з бруньок зони кущення і пагонів розетки. Рослини достатньо зимо- й морозостійкі – при відсутності снігового покриву витримують морози до 20 – 25°C, а якщо є постійний сніговий покрив – до мінус 40°C.

Відношення до вологості. Люцерна жовта має високу посухостійкість. Транспіраційний коефіцієнт її, залежно від місця вегетації, коливається від 280-300 до 700-900 і вище, що зумовлюється також її невисокою врожайністю. Незважаючи на високу посухостійкість, люцерна синя й жовта дуже чутлива до поливів. Для проростання насіння люцерни потрібно води в 1,3-1,4 раза більше за його масу. Глибина загортання насіння – не більше 4 см. Цей шар ґрунту потрібно підтримувати у вологому стані. Вологість ґрунту при її вирощуванні треба підтримувати на рівні 70-80% НВ протягом вегетації. За цих умов основна маса коріння концентрується в шарі 0-70 см, формується високий врожай зеленої маси. Люцерна дуже чутлива до підвищеної кислотності ґрунту, оптимальні умови її розвитку створюються при рН 6-7,5.

Відношення до ґрунтів. Люцерна добре росте на чорноземах, каштанових, бурих, темно-сірих лісових ґрунтах. Малопридатні для неї торф'яники, не поліпшені солончаки й солонці, глинисті, кислі, болотні ґрунти з високим рівнем ґрунтових вод. За підвищеної кислотності ґрунту (рН < 5,5) люцерна росте погано, бульбочкові бактерії не оселяються на її корінні. Слабке засолення ґрунту істотно не впливає на врожайність люцерни. Сильно солонцюваті ґрунти попередньо розсолюють (концентрація солей ґрунтового розчину має бути менше 1%).

1.4 Місце культури в сівоzmіні

Провідне місце у вирішенні проблеми виробництва дешевого та високоякісного рослинного білка посідає люцерна посівна, з якою за виходом протеїну та інших поживних речовин з одиниці площі не можуть конкурувати ні одна кормова культура.

Люцерна та її сумішки з іншими видами кормових рослин є найбільш поширена з багаторічних трав.

В Україні люцерну в чистому виді або в суміші з іншими багаторічними травами вирощують в основному в польових і спеціальних сівозмінах при використанні не більше трьох, а в кормових і ґрунтозахисних – чотирьох-п'яти років. Однорічне використання не вигідне, оскільки максимальні урожаї вона дає на другий, третій і четвертий рік життя.

Вимоги люцерни до попередника зводяться до необхідності більш якісного обробітку ґрунту після нього і відсутності післядії використаних в попередні роки гербіцидів. Найкраще цю культуру сіяти після озимих зернових (пшениця, ячмінь) або інших культур, які звільняють площу рано і дають можливість для значно якіснішого обробітку і підготовки ґрунту, як під весняний, так і під літньо-осінній посів. Люцерну з успіхом можна сіяти і після кукурудзи на зерно (ранні гібриди) або на силос, а також після інших культур, які рано звільняють площу і не дуже висушують ґрунт.

У зв'язку із здатністю бобових трав поліпшувати агрофізичні, агрохімічні і біологічні властивості ґрунтів, вони є кращими попередниками для всіх культур сівозміни.

1.6 Внесення добрив

Люцерна посівна з урожаєм виносить значну кількість поживних речовин, особливо фосфору, кальцію та калію. В урожаї 50 ц/га сіна люцерна містить 100 кг азоту, 30 кг фосфору і 110 кг калію. На 1 ц насіння додатково витрачається 25-30 кг азоту і по 10-15 кг фосфору та калію.

При низькому вмісті рухомого фосфору (3-5 мг/100 г ґрунту) необхідно вносити 60-90 кг фосфору, а при вмісті його в межах 10-15 г – 40-50 кг/га. Калію, при основному удобренні необхідно вносити 60-90 кг/га. При інтенсивній технології вирощування, найбільш доцільний спосіб внесення мінеральних добрив – локальний, при глибині загортання 10-20 см, завдяки чому зменшуються втрати мінерального азоту на 30-40 %, фосфору на 35-40 %, відповідно зростає урожайність зеленої маси та окупність добрив.

Органічні добрива вносять, як під попередник (за 1-2 роки до посіву), так і безпосередньо під люцерну. Згідно із розробленими методичними рекомендаціями під люцерну вносять в зоні центрального лісостепу по 30-50 т/га, в степовій зоні - по 25-30 т/га. При цьому приріст урожаю сіна 17 % вологості становить відповідно 13-20 та 10-15 ц/га.

Потреба в азоті на початку розвитку рослини пов'язана з тим, що вихідні його запаси в насінині, при недостатчі в ґрунті, нерідко не забезпечують швидкого росту рослин до утворення бульбочок і початку ними азотфіксації.

Роль азоту зростає в разі низького забезпечення ґрунту фосфором. Високий вміст рухомого фосфору посилює фіксацію азоту бульбочковими бактеріями з атмосферного повітря, завдяки чому люцерна забезпечує себе азотом у достатній кількості, тому саме азотні добрива в такому випадку малоефективні. І навпаки, при відносно низькому забезпеченні ґрунтів рухливим фосфором азотфіксуюча діяльність рослин послаблюється і вони добре реагують на внесені азотні добрива.

При інтенсивному багаторічному використанні травостою люцерни фосфорні добрива вносили під неї щорічно в дозі P_{30-60} .

При цьому слід враховувати, що фосфорні і калійні добрива доцільно вносити в один прийом у повних дозах під зяблевий обробіток ґрунту. Важливою умовою засвоєння фосфору і калію рослинами є рівномірне розміщення добрив у шарі ґрунту глибиною до 30 см.

Вапнування – важливий засіб зниження кислотності ґрунту, регулювання синтезу та нагромадження гумусу в орному горизонті ґрунту. Мелений вапняк, крейду, мергель, доломітове борошно, дефека́т, мартенівські шлаки застосовують у дозі від 1,2 до 10,6 т/га в залежності від гідролітичної кислотності ґрунту, восени за один-два роки до сівби люцерни.

Для поверхневого внесення мінеральних добрив і хімічних меліорантів використовуються машини типу РУМ-5-03, РУМ-8, РУМ-16, МВУ-8Б, МВУ-16, МВУ-05,А, РТТ-4,2 А. та автомобільні розкидачі типу МХА-7. Поверхневе підживлення проводять за допомогою культиваторів – рослинопідживлювачів

КРН-4,2, КРН-5,6 та інших аналогічного призначення. Подрібнюють та просіюють добрива безпосередньо перед їх внесенням в ґрунт або перед змішуванням на подрібнювачі ИСУ-4 або за допомогою агрегату АІР-20. Добрива змішують автотранспортом сівалок СЗУ-20 та установкою УТС-30.

1.7 Основний обробіток ґрунту

Завдяки основному обробітку ґрунту покращуються його фізико-хімічні і біологічні властивості, знищується велика частина бур'янів і створюються сприятливі умови для посіву і появи сходів. Люцерна відрізняється підвищеними вимогами до якості обробітку ґрунту в результаті наступних її особливостей:

- основний обробіток ґрунту під люцерну проводять однократно за період від 4 до 5 років. Тому необхідно, щоб вони були якісними, через те що огріхи не можна ліквідувати і вони негативно впливають на стеблостій і довговічність посіву люцерни;
- коренева система люцерни проникає на глибину від 3 до 5 м, а активна коренева маса розташовується в ґрунтовому шарі до 40-50 см;
- насіння люцерни дрібне, тому необхідно тверде насіннєве ложе для отримання дружніх сходів. Культура чутлива до забур'яненості, особливо в початковій фазі її розвитку.

Люцерну висівають після різних попередників – ярих і озимих зернових, кукурудзи на зерно, технічних культур і ін. При вирощуванні її на корм практикують, як покривні, так і безпокривні посіви. Тому система обробітку ґрунту повинна включати прийоми, які б забезпечували створення оптимальних умов вирощування, як трав, так і покривної культури.

Ґрунт починають обробляти одразу ж після збирання попередника. При розміщенні люцерни після ярих або озимих зернових проводять лущення дисковими знаряддями на глибину 8-10 см. Поля, засмічені осотом і іншими коренепаростковими бур'янами обробляють на глибину 10-12 см лемішними лущильниками. Через 2-3 тижні, якщо необхідно, лущення повторюють.

Приблизно через місяць (в вересні, або жовтні) після пожнивного лущення проводять глибоку (на 26-30 см) зяблеву оранку.

Порівняно із звичайним обробітком зябу поліпшена технологія оранки (із передплужником) на глибину 27-30 см, збільшує запаси вологи в шарі 0-100 см, дозволяє знизити засміченість полів. Більші запаси вологи призводять до підвищення урожайності люцерни.

З метою послаблення ерозії ґрунту, економії палива, мастил, очищення полів від бур'янів Полтавське і Кримське НВО "Еліта" та інші наукові установи на основі багаторічних досліджень рекомендують у Лісостепу та Степу замість оранки, глибоке (на 27-32 см) розпушування плоскорізами-глибоко-розпушувачами КППГ-2-150, КППГ-250 та ін. Для посилення водопроникності ґрунту, зменшення руйнівної дії водної ерозії, збільшення запасів вологи проводять щілювання пізньої осені на глибину 50-60 см. для цього використовують щілинорізи ЩН-2-140, ЩП-3-70 та ін.

На протязі зими на полях, відведених під люцерну, проводять затримку снігу і талих вод.

1.8 Передпосівний обробіток ґрунту

Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння люцерни боронами ВНИС-Р, або культиваторами УСМК-5,4А в агрегаті з райборонками.

Спосіб і тривалість передпосівного обробітку залежить від ґрунтово-кліматичних умов та строків сівби.

Для закриття вологи застосовують тракторні агрегати, до складу яких входять шлейфи і борони. Послідовність розміщення знарядь в агрегаті залежить від стану ґрунту: на більш структурному і не ущільненому з виразними гребенями в першому ряду чіпляють шлейфи, в другому – борони. Так само розміщують знаряддя і на легких ґрунтах, використовуючи при цьому середні борони. Ґрунти, які запливають, і ущільнені, де гребені невиразні, спочатку обробляють важкими боронами, а потім шлейфами в агрегаті з райборінками.

Найбільш придатне знаряддя для передпосівного обробітку – культиватор, обладнаний підрізувальними лапами, який рівномірно і неглибоко розпушує

грунт, знищує сходи й розетки бур'янів, при цьому грунт майже не перевертається і менше висушується.

Перед сівбою в багатьох господарствах поля обробляють боронами Радченка або комбінованими агрегатами РВК-3,6, “Славутич-8,8”, у разі їх відсутності – культиваторами, обладнаними плоскорізальними лапами на глибину 4 см з одночасним боронуванням. При цьому добре зарекомендував себе культиватор УСМК-5,4, який широко застосовують у господарствах для передпосівного обробітку під багаторічні трави.

В країнах Європи широко застосовують технологію вирощування люцерни при мінімальному обробітку ґрунту, яка включає знищення бур'янів гербіцидами суцільної дії з одночасним і наступним рихленням і дискуванням. Посіви проводять одразу ж після обробітку ґрунту.

1.9 Підготовка насіннєвого матеріалу до сівби

Для сівби використовують насіння люцерни, яке відповідає вимогам I і II класів і мають лабораторну схожість не нижче 70-80%. При наявності в посівному матеріалі понад 15% твердого насіння його не раніше як за 5-10 днів до сівби перепускають через скарифікатори, конюшинотерки або обробляють при температурі 40-41⁰ С протягом п'яти діб. Для знищення збудників хвороб протруюють сухим способом препаратами, вибір яких залежить від видового складу шкідливих мікроорганізмів. Перед сівбою обробляють борними і молібденовими добривами. Для цього використовують висушені й добре подрібнені солі бури – 60-80 г, борної кислоти – 40-50 г, молібдату амонію натрію – 300-400 або молібденовокислого амонію – 400 г/ц насіння.

При зберіганні 10 місяців і більше більшість твердих насінин втрачають герметичність насіннєвих оболонок і стають схожими. Таке насіння можна використовувати для сівби без підготовки. З твердого насіння, яке проросло, формуються високопродуктивні рослини.

Основна вимога до сховищ для сінажу – можливість їх повної герметизації.

Зараз основну кількість сінажу закладають у траншеї, які необхідно протягом трьох-чотирьох днів завантажити і закрити. Разом з тим у багатьох

господарствах України для сінажування застосовують башти БС-9,15, які також необхідно завантажити протягом чотирьох-п'яти днів. Про правильне закладання і дозрівання сінажу свідчить температура 35-37 °С.

Розтягування строків заповнення сховища призводить до інтенсивного самозігрівання. На шостий день вона досягає 55-60 °С, а в подальшому і вище, внаслідок чого корм набуває бурого забарвлення і хлібного запаху, проте добре поїдається тваринами, хоч перетравність його і знижується.

Таблиця 1.1 – Поживна цінність сінажу

Сінаж	Вологість, %	Загальна поживна цінність, корм.од/ц	Вміст у 100 кг			
			перетравного протеїну, кг	кальцію, г	фосфору, г	каротину, мг
Конюшинний	60	30-35	3,4-4,5	380-450	90-100	3,3
	50	38-42	4,5-5,5	500-520	100-120	4,1
Вико-вівсяний	60	30	2,9	380	100	4,4
	50	35	3,3	470	130	5

У більшості господарств для завантаження маси в башту БС-9,15 застосовують електрифікований дозатор на базі кормороздавача КТУ-10 з комплектом змінних частин КТУ-20.000, завантажувач ТЗБ-30 та розподільник РМБ-9,15. Вивантажують готовий сінаж з башти вивантажувачем РБВ-6. Промисловістю виготовляється продуктивніше обладнання, до якого входить електрифікований живильник на базі кормороздавача КТУ-10А, комплект змінних частин КТУ-40.000, завантажувач ЗБ-50 і розподільник – розвантажувач РРС-Ф-50-6.

Темп завантаження та довжина часток зумовлюють ступінь самоущільнення маси в баштах. Тому основна маса часток повинна бути завдовжки 30 мм. Якщо за погодними умовами процес завантаження припиняється, на поверхню закладеної в башту маси укладають півметровий шар маси вологістю 65%. Тимчасове зберігання подрібненої трави на майданчику біля башти не повинно перевищувати 10 год., інакше можливе її зігрівання. Після завантаження на вирівняній поверхні сінажної маси укладають плівку, яку притискують

свіжоскошеною зеленою травою. Дренажну систему в нижній частині башти також герметизують після припинення виділення соку.

Траншеї завантажують сінажною масою безпосередньо з транспортних засобів без заїзду на кормовий штабель. Потім переміщують її бульдозером або спеціальним пристроєм. Щоденний шар укладеної і ущільненої маси становити 1 м. Важливою умовою приготування високоякісного сінажу є ретельне трамбування. Щоб досягти потрібного ущільнення, рівномірно розрівнюють подрібнену сировину по всій поверхні кормового штабеля. Якість ущільнення можна контролювати за температурою в масі: при підвищенні її понад 37 °С необхідно посилити трамбування, прискорити заповнення траншеї і герметизувати її. Трамбують масу безперервно, починаючи від першого дня завантаження траншеї і закінчуючи перед її укриттям. біля стін траншеї краще трамбувати колісними тракторами Т-150К і К-701, а по всій поверхні – гусеничними. Щільність сінажу має становити не менше 500 кг/м³. Щоб визначити її, масу завезеної сировини ділять на об'єм, який вона зайняла в траншеї. Зверху ущільнену сировину вкривають шаром свіжоскошених подрібнених злакових культур (20-30 см). після додаткового трамбування траншею герметизують плівкою. Верхня частина кормового штабеля після трамбування повинна мати сферичну форму і виступати над стінами траншеї на 50-70 см.

Пров'ялена сінажна маса самоконсервується в анаеробних умовах, чому більше відповідають башти.

Для малих ферм місткість траншеї має бути в межах 230-520 т, а велику траншею на 1000 т слід розділити тюками з соломи на висоту стін, закрити плівкою і заповнювати сінажною масою одночасно обидві секції, згодовуючи корм спочатку з одної, а пізніше з другої.

Баштові сховища представлені циліндричними спорудами, в яких корм ущільнюється під власною вагою. Відношення площі основи сховища до його корисної місткості становить 0,06-0,08:1, у звичайних горизонтальних силососховищах – 0,5 : 1, високих силосних траншеях – 0,25 : 1.

Таблиця 1.2 – Технологічні комплекси машин для приготування сінажу

Технологія	Сировина	Косіння, плющення, формування валка	Косіння в прокоси	Ворушіння прокосів	Обертання валків	Підбирання маси	Транспортування
Скошування з плющенням, формування валка, підбирання та подрібнення, транспортування	Сіяні трави	КПС-5Г КПРН-3М	-	-	ГВР-6, ГВК-6А, валкообертач до КПС-5Г	КСК-100А, Е-281С, КПИ-2,4	ПСЕ-20, 2ПТС-4-887Б, ПСЕ—30, ПСЕ-40, ПСТ-Ф-60
Скошування в покоси, ворущіння, згрібання у валки, підбирання з подрібненням, транспортування	Природні сіножаті	-	КМБ-6 КТП-6 (КДП-4, СКП-10)	ГВК-6А, ГВР-6	КСК-100А ГВК-6А РОС-Ф-1А	КСК-100А Е-281С, КПИ-2,4	ПСЕ-20, 2ПТС-4-887Б, ПСЕ-30
Скошування з плющенням, формування валка, підбирання з подрібнення, транспортування	Сіяні трави	Е-303, КПРН-3М	-	-	-	КСК-100А, КПИ-2,4	ПСЕ-30, ПСК-40, ПСТ-Ф-60
Скошування в покоси, ворущіння, згрібання у валки, підбирання з подрібненням, транспортування	Природні сіножаті	-	КДП-4, КСГ-2,1 (КРН-2,1М)	ГВК-6А, ГВР-6	-	КСК-100А, К-Г-6, КПИ-2,4	ПСЕ-30, ПСК-40, ПСТ-Р-60

Оцінка якості сінажної сировини і сінажу. Корм оцінюють за класами в такій послідовності (табл. 1.3, 1.4). Якщо за більшістю показників він відповідає певному класу, його відносять до цього класу. В інших випадках клас якості визначають за середньо арифметичним показником. Якщо сінаж за вмістом сухої речовини (вологості) не відповідає вимогам стандарту, його оцінюють відповідно до ГОСТ 23638-79 “Силос із зелених рослин”.

Визначення фази розвитку трав для заготівлі кормів і органолептичну оцінку корму проводить комісія у складі агронома, зоотехніка і ветеринарного лікаря господарства. Висновки комісії оформляють актом.

Таблиця 1.3 – Нормативи оцінки якості сінажної сировини

Показник	Клас		
	I	II	III
Збирання першого укошу: бобових і бобово-злакових злакових	Бутонізація і початок цвітіння До початку колосіння		Повне цвітіння Початок цвітіння
Збирання другого укошу: бобових і бобово-злакових	Початок цвітіння До початку цвітіння	Цвітіння Колосіння	Кінець цвітіння Початок цвітіння
Вміст сухої речовини, %, не менше: у бобових і бобово-злакових у злакових	40-55 40-60	40-55 40-60	40-55 40-60
Вміст каротину в сухій речовині, мг/кг	60	50	40

Таблиця 1.4 – Нормативи оцінки якості сінажу

Показник	I	II	III
Запах	Ароматичний, фруктовий		Ароматичний, фруктовий, допускається слабкий запах меду або хліба
Забарвлення	Сірувато-зелене, жовто-зелене, для конюшини допускається світло-коричневе		Сірувато-зелене, жовто-зелене, для конюшини - світло-коричневе, допускається світло-буре
Вміст сухої речовини за масою, % в сінажі з трав: бобових злакових і бобово-злакових	40-55	40- 55	40-55
	40-60	40-60	40-60
Вміст протеїну в сухій речовині, %, не менше, в сінажі з трав: бобових злакових і бобово-злакових	15	13	11
	13	11	9
	12	10	8

Вміст сирової клітковини в сухій речовині, %, не більше	29	32	35
Вміст легкорозчинних вуглеводів, %, не менше	2	-	-
Вміст каротину в сухій речовині, мг/кг, не менше	55	40	30
Вміст масляної кислоти, за масою, %, не більше	Не допускається	0,1	0,2

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЛЮЦЕРНИ

2.1 Розрахунок та складання технологічної карти

Перед складанням технологічних карт необхідно проаналізувати природні умови господарства: агрокліматичні, ґрунтові, конфігурацію поля та довжину гонів тощо. Ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування культури, технологічних операцій, склад машинно-тракторного агрегату, його продуктивність та витрату палива. За основу береться передбачена індивідуальним завданням сівозміна, перелік сільськогосподарських культур чи механізованих робіт. По кожній культурі чи полю сівозміни в графу 1 додаток А вписують в календарній послідовності механізовані роботи.

При цьому доцільно користуватися рекомендаціями науково-дослідних інститутів або технологічними картами, що розроблені спеціалістами даного господарства. В переліку робіт слід враховувати забезпеченість комплексної механізації з метою зменшення кількості ручних робіт.

Агротехнічні вимоги та показники якості проставляють в графі 2, де зазначають глибину обробітку ґрунту чи загортання насіння, норму внесення добрив і висіву насіння, врожайність та інші показники, що визначають якість виконання робіт.

В графі 3 відповідно до площі поля сівозміни, норми внесення насіння чи добрив, врожайності і відстані транспортування вантажів з поля чи на поле записується запланований обсяг робіт в га, т чи т·км.

В графі 4 вказуються оптимальні календарні терміни початку та закінчення робіт для даного господарства. Слід враховувати, що технологічні операції вирощування сільськогосподарських культур необхідно узгоджувати за часом.

Так, вносити гній та загортати його в ґрунт треба без розриву в часі (щоб зменшити втрати поживних речовин) та ін. Для сумісних операцій календарні терміни повинні бути однакові. Наприклад, підвезення насіння та сівба, збирання і транспортування врожаю. Кількість робочих днів (графі 5) встановлюється відповідно до агротехнічних вимог на проведення певної операції.

Оптимальні терміни виконання механізованих робіт наведені в [8, додаток 7, стор. 261-265] а також [5, стор. 107-125].

Тривалість робочого дня (графі 7) встановлюється в залежності від прийнятої в господарстві тривалості зміни та з врахуванням операції, що виконується. При однозмінній роботі тривалість робочого дня може бути рівною 7 або 10 год., при двозмінній роботі – 14 або 20 год. При роботі з отрутохімікатами тривалість зміни не повинна перевищувати 6 год.

Розрахунок і обґрунтування складу машинного агрегату (графі 8, 9 і 10) є найбільш відповідальним етапом складання технологічної карти. Склад машинно-тракторного агрегату приймається в залежності від виду виконуваної роботи з врахуванням рекомендованих завданням марок тракторів так, щоб забезпечити задану якість, максимальну продуктивність, повне використання потужності та мінімальні витрати коштів на одиницю роботи. Обов'язково приймаються до уваги технологічні комплекси машин, що рекомендуються для даної зони системою машин для комплексної механізації рослинництва. Потрібно прагнути використовувати в проекті високопродуктивні перспективні технічні засоби, що забезпечують впровадження комплексної механізації польових робіт в господарстві. Оброблення і збирання с.-г. культур повинні вестися з повною механізацією всіх робіт з мінімальним числом допоміжного обслуговуючого персоналу (сівачів, садильників і т.п.). Орієнтуватися потрібно не тільки на ту техніку, що вже є в господарстві, але й на нові перспективні машини. Дуже важливо механізувати вантажні роботи з завантаження і розвантаження технологічних ємностей машинних агрегатів і кузовів транспортних засобів, включаючи навантаження і розвантаження на складах, у сховищах і на пунктах первинної обробки зібраного врожаю. Сільськогосподарські машини підбирають

так, щоб вони були взаємопов'язані у виробничому циклі за рядністю та продуктивністю.

Чисельність обслуговуючого персоналу (графа 11) приймають відповідно до обраних сільськогосподарських машин і прийнятої схеми обслуговування агрегату.

Норму виробітку за зміну (графа 13) встановлюють за типовими нормами виробітку на сільськогосподарські механізовані та транспортні роботи. Для навантажувачів і транспортних засобів, які обслуговують основні виробничі агрегати, норми виробітку встановлюють за продуктивністю основного агрегату. Діючі норми виробітку на механізовані роботи розраховані на тривалість зміни 7 год., а на роботах із шкідливими умовами праці (обпилювання, обприскування культур пестицидами та ін.) – 6 год. Продуктивність агрегату за годину змінного часу (графа 12) визначається за формулою:

$$W = \frac{W_{зм.}}{T_{зм.}}, \quad (2.1)$$

де W – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год, т/год, т·км/год;

$W_{зм.}$ – виробіток агрегату за зміну, га/зм, т/зм, т·км/зм [10, 11];

$T_{зм.}$ – тривалість зміни, год (7 або 6).

Виробіток агрегату за добу (графа 14) визначають за формулою:

$$W_{\partial} = W \cdot T_{\partial}, \quad (2.2)$$

де W_{∂} – виробіток агрегату за добу, га/доб, т/доб, т·км/доб;

T_{∂} – тривалість робочого дня, год. (графа 7).

Виробіток агрегату за агротехнічний термін (графа 15) визначають за формулою:

$$W_a = W_{\partial} \cdot D_p, \quad (2.3)$$

де W_a – виробіток агрегату за агротехнічний термін, га, т, т·км;

D_p – кількість робочих днів (графа 6).

Витрата палива на одиницю виконаної роботи $g_{га}$ (графа 16) приймають за довідковою літературою або нормами витрати палива, які діють в господарстві.

Витрату палива на весь обсяг роботи g_c (графа 17) визначають множенням витрати палива на одиницю виконаної роботи (графа 16) на обсяг роботи (графа 3):

$$g_c = g_{ca} \cdot \Omega. \quad (2.4)$$

Кількість днів роботи D_p визначають виходячи з допустимої кількості календарних днів на виконання роботи D_k (графа 5) та коефіцієнта використання календарного часу:

$$D_p = D_k \cdot \alpha, \quad (2.5)$$

де α – коефіцієнт використання календарного часу (додаток Б).

Число необхідних тракторів (автомобілів) n_a (графа 18) для виконання даного обсягу робіт підраховується в залежності від числа робочих днів D_p (графа 6), тривалості робочого дня T_d (графа 7) і годинної продуктивності агрегату (графа 12) за формулою (з округленням до цілого більшого числа):

$$n_a = \frac{\Omega}{D_p \cdot T_d \cdot W}, \quad (2.6)$$

де Ω – об'єм робіт, га, т, т-км (графа 3).

Після визначення числа необхідних агрегатів уточнюють кількість днів роботи і записують в (графу 6):

$$D_p = \frac{\Omega}{n_a \cdot T_d \cdot W}. \quad (2.7)$$

Число необхідних сільськогосподарських машин n_m (графа 19) визначається за формулою:

$$n = n_a \cdot n_{ma}, \quad (2.8)$$

де n_{ma} – кількість машин в агрегаті (графа 10).

Кількість трактористів-машиністів m_m визначають множенням кількості агрегатів на кількість змін роботи, тобто

$$m_m = n_a \cdot K_z, \quad (2.9)$$

де K_z – кількість змін роботи (1 або 2).

Кількість допоміжних працівників m_d визначають за формулою:

$$m_d = n_a \cdot (m_n - 1) \cdot K_z. \quad (2.10)$$

Кількість нормогодин H_z роботи агрегату (графа 22) визначають за формулою:

$$H_z = \frac{\Omega}{W}. \quad (2.11)$$

Значення виробітку трактора в еталонних умовах за 1 год. змінного часу λ (графа 23) наведені в додатку В, [1, додаток В] та [4, стор. 106].

Обсяг робіт в у.е.га $\Omega_{у.е.га}$ (графа 24) визначається перемноженням числа нормогодин на еталонний виробіток трактора:

$$\Omega_{у.е.га} = \lambda \cdot H_z. \quad (2.12)$$

Затрати праці на одиницю роботи $З_n$ (графа 25) та на весь обсяг робіт $З_c$ (графа 26) визначають за формулами:

$$З_n = \frac{n_n}{W}. \quad (2.13)$$

$$З_c = З_n \cdot \Omega. \quad (2.14)$$

По кожній технологічній карті підраховують об'єм робіт в умовних еталонних гектарах, затрати часу і витрату палива.

Для прикладу проведемо розрахунок операції “Ворушіння”. Приорювання проводимо зразу після внесення всіх органічних добрив. Об'єм робіт – 100 га. Склад агрегату МТЗ-80 + ВРМ-Ф-7,5. Кількість машин в агрегаті – 1 шт., кількість обслуговуючого персоналу – 1 чоловік. Виробіток агрегату за зміну $W_{зм} = 36$ га, витрата палива $q_{га} = 3,5$ кг/га.

Визначаємо виробіток агрегату за годину зміни:

$$W = \frac{36}{7} = 5,1 \text{ га / год.}$$

Виробіток агрегату за робочий день:

$$W_d = 5,1 \times 7 = 36 \text{ га.}$$

Визначаємо кількість днів роботи одного агрегату:

$$D_p = \frac{100}{1 \cdot 36} = 2,8 \text{ дня.}$$

Порівняємо денний результат з оптимальними строками виконання робіт. Отже, ми бачимо, наш строк відповідає оптимальному, тому приймаємо 1 агрегат.

Визначаємо витрату палива на весь об'єм робіт:

$$Q = 3,5 \times 100 = 350 \text{ кг.}$$

Виробіток агрегату за агротехнічний строк:

$$W_{a.c.} = 36 \times 2,8 = 100 \text{ га.}$$

Визначаємо кількість робочих днів:

$$D_p = 2,8 \times 0,9 = 2,5$$

Виходячи з цього, визначаємо кількість календарних днів:

$$D_k = \frac{D_p}{\alpha_T},$$

де α_T – коефіцієнт, що враховує вихідні, святкові дні.

Якщо D_p до 10 днів, то $\alpha_T = 0,9$;

D_p до 10-15 днів, то $\alpha_T = 0,85$;

D_p більше 15 днів, то $\alpha_T = 0,8$.

В нашому випадку $D_p < 10$ днів, отже $\alpha_T = 0,9$.

$$D_k = \frac{2,5}{0,9} = 2,8 \text{ дня}$$

Визначаємо об'єм робіт в ум. ет. га.:

$$Q_{ум.ет.га} = 54,74 \times 0,73 = 39,96 \text{ ум. ет. га.}$$

Визначаємо затрати праці на одиницю роботи і на весь об'єм робіт:

$$Z_n = 1/2,56 = 0,39 \text{ люд.-год.};$$

$$Z_c = 0,39 \times 100 = 39 \text{ люд.-год.}$$

Для всіх інших операцій розрахунки по технологічній карті аналогічно.

2.2 Побудова графіка використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладають заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку може відповідати один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість виконання операцій в номенклатурних днях, а висотою кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції. [2].

Графік використання всіх запланованих марок тракторів будуємо на одному аркуші та на одній календарній шкалі. Якщо сторони проведення робіт по кількох операціях збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будуть один над другим. Загальна висота їх у перерізі, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодують номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор [3], або додаток Г.

Побудова графіка використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки вже заплановано до використання у ці ж строки, які та скільки ще вільні.

Після побудови графіка використання тракторів та його користування на ньому показують кількість витрат палива. Зведемо кількість тракторів у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Кількість тракторів необхідних для вирощування трав і заготівлі

Марка трактора	Потрібна кількість
ХТЗ-181	1
ЮМЗ-6Л	1
МТЗ-80	4
Т-25	1

2.3. Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Одночасно або після побудови графіка використання тракторів будують графік використання сільськогосподарських машин для цього по осі абсцис графіка відкладають, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат - найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках

позначають лінією, паралельно осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарських машин на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляють розрахункову кількість цих машин, що використовують на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі сівозміни [2].

Після побудови графіка на ньому визначають найбільшу кількість сільськогосподарських машин кожної марки, одночасно зайнятих на виконанні технологічних операцій, яку приймають за потребу в них.

На цьому графіку лініями другої товщини або другого кольору можуть бути позначені періоди зняття сільгоспмашин із зберігання, та поставки їх на короткочасне або тривале зберігання їх на механізованих роботах. У цьому разі графік використання машин буде одночасно і планом графіком комплектування та налагодження агрегатів, постановки машин на зберігання та їх ремонт.

2.4. Розробка операційно-технологічної карти

Технологію і організацію механізованих господарських робіт відображають в операційних картах. Зведена операційно-технологічна карта включає 6-8 пунктів, кожен з яких (при необхідності) ілюструється графічно: умови роботи, агротехнічні вимоги, комплектування і підготовка апарату до роботи, підготовка поля, організація роботи апарату в загінці, контроль якості роботи, охорона праці та навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз конструкцій машин для ворущіння, згрібання та перевертання трав

Аналіз конструкцій машин для ворущіння, згрібання та перевертання трав показано в додатку Д.

3.2 Призначення машин

Ворушилка ВРМ-Ф-7.5 призначена для ворущіння свіжоскошених або підв'ялених трав сіяних та природних сінокосів і розкидання валків після скошування трави валковими косарками [19].

Машина може працювати в агрегаті з будь-яким колісним трактором класу 9 або 14 кН. Привід робочих органів здійснюється від валу відбору потужності (ВВП) трактора. Технічна характеристика ворушилки наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика ворушилки ВРМ-Ф-7.5

Назва	Значення
Тип машини	Причіпна
Ширина захвату, м, не менше:	
при чотирьох роторах	2,5
при двух роторах	5,0
при шести роторах	7,0
Продуктивність за годину основного часу з 6 роторами, га/год.	6,3
Конструктивна маса, кг, не більше	750
Кількість роторів, шт.	6
Кількість граблів на роторі, шт	6
Привід робочих органів	Від ВВП трактора
Частота обертання роторів, об/хв	180
Тип опорних коліс	Пневматичний
Обслуговуючий персонал, чол.	Тракторист

3.3 Будова і робота ворушилки

Ворушилка (рис. 4.1) складається з 5 модулів: центрального з двома роторами 1, середнього лівого 2, середнього правого 3, крайнього лівого 4 і крайнього правого 5; сніці 6; контрприводу з запобіжною муфтою 7; карданного валу 8; розтяжок 9; огорожень 10 і 11; гвинта нахилу роторів 12.

Під час роботи ротори центрального модуля, а також середніх і крайніх модулів з граблинами здійснюють обертовий рух назустріч один одному. При ворущінні зуби граблин захвачують масу яка лежить попереду роторів в прокосах або валках і розкидають її позаду роторів.

Ворушилка може працювати одним центральним модулем; центральним, середнім і крайнім модулями.

Для забезпечення високої якості роботи необхідно проводити регулювання зазору між кінцями зубів граблин і ґрунтом, який здійснюється за допомогою упорного гвинта, встановленого на сніці центрального модуля.

Для здійснення регулювання необхідно перевести ворушилку в робоче положення. Відгвинчуючи або вгвинчуючи упорний гвинт встановити зазор між ґрунтом і зубами роторів не більше 15 міліметрів.

Колісний хід кожного із роторів поворотний в горизонтальній площині і фіксуються в робочому положенні фіксаторами. Крім того ротори крайніх і середніх модулів мають транспортне фіксуюче положення.

Ворушилка має шість аналогічних по будові роторів. Ротори є головними вузлами модулів, які мають одні і ті ж робочі органи – пружинні зуби.

Редуктори середніх і центральних модулів відрізняються від крайніх наявністю додаткового вала-шестерні для передачі обертання від центрального ротора середньому і від середнього крайньому.

Ротор складається з конічного редуктора, корпусу до якого прикріплені граблини, колісного ходу і фіксатора.

Ротори мають пневматичні колеса. При монтажі вісі пневматичних коліс в транспортному положенні повинні бути направлені в зовнішні сторони. Болти кріплення дисків коліс до маточини повинні бути надійно затягнуті гайками.

Потрібно дотримуватись норми внутрішнього тиску, запобігати попаданню на шини палива, мастила та інших нафтопродуктів. При щоденному огляді шин покришки очищають від зайвих предметів, не допускають роботу і стоянку на пошкоджених та спущених шинах. При тривалих перервах в роботі машину встановлюють на підставки, щоб шини не торкалися ґрунту.

Вісь колісного ходу представляє собою зварені між собою дугоподібну вісь на якій кріпляться ходові колеса і вертикальний вал, на якому закріплений редуктор.

Граблини служать для кріплення пружинних зубів за допомогою болів, спеціальної шайби і гайки.

Призначення конічного редуктора полягає в передачі обертового руху граблям. Регулювання бічного зазору в зачепленні здійснюється прокладками. Зазор повинен бути в межах 0,3...0,5 міліметра.

Рама модуля служить для з'єднання між собою модулів ворушилки і одночасно є огороженням валу, який передає крутний момент від одного модуля іншому. Поперечина представляє собою конструкцію круглого перерізу, яка приєднана до сусіднього модуля за допомогою скоби, яка дозволяє переміщуватися модулям ворушилки відносно один одного у вертикальній площині. На рамі встановлені кронштейни, які призначені для закріплення на них огорожі.

Спиця служить для приєднання ворушилки до трактора. Спиця представляє собою зварену конструкцію, на якій закріплений регулюючий гвинт і контрпривід.

Розтяжка 9 (рис. 3.1) призначена для утримання середніх модулів в робочому положенні та одночасно є огороженням для центрального модуля. При транспортуванні розтяжка від'єднується від середнього модуля і кріпиться на спиці.

3.4 Опис удосконалення машини

Під час роботи ворушилки осі її роторів нахилені на 15-17 градусів вперед в напрямку руху агрегату, тобто віддаль між кінцями пружинних пальців і ґрунтом в передній частині ротора є значно менша, ніж в задній. Через це пружинні пальці при обертанні роторів і переміщенні машини часто контактують з нерівностями

грунту, а відтак піддаються впливу вібрації. Це спричиняє швидке руйнування зубів внаслідок утворення в їх тілі пальців тріщин утомленості. Зазначене впливає на роботоздатність і економічні показники машини. Крім того, попадання обламаних пальців у траву може спричинити поломку послідоючих сінозбиральних машин: пресів, самозавантажувальних візків, подрібнюючих апаратів кормозбиральних комбайнів і т. д. Для підвищення роботоздатності ворушилки пропонується встановити на кожній із граблин шарнір, який дозволяє повертатися граблям в осьовій площині ротора. Це дасть змогу зменшити кількість контактів пружинних зубів граблин з нерівностями ґрунту.

3.5 Розрахунки на міцність елементів конструкції ворушилки

3.5.1 Розрахунок опорних коліс роторів

Ротори ворушили опираються на опорні колеса з пневматичними шинами (діаметр колеса 250 мм, ширина - 100 мм), на які навантаження діє під час транспортування і виконання технологічного процесу.

Перевагою пневматичних коліс у порівнянні з металевими колесами є менший опір коченню і вони не так сильно подрібнюють ґрунт на пилоподібні фракції.

Необхідний діаметр колеса ротора можна розрахувати із формули Грандвуане-Горячкіна, яка визначає опір перекошування колеса:

$$Q = 0.86^3 \sqrt{\frac{G^4}{qbd^2}}, \quad (3.1)$$

де G – частина ваги агрегату, яка припадає на одне колесо, Н;

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, $q=2,0-4,0$ Н/см³;

$b=100$ мм – ширина колеса,

d – діаметр колеса, мм.

З формули (4.1) визначаємо мінімальний діаметр колеса

$$d = \sqrt[3]{0.86^3 \frac{(G/4)^4}{q \cdot b \cdot Q^3}}, \quad (3.2)$$

$$d = \sqrt[3]{0.86^3 \frac{(2000/4)^4}{4 \cdot 10^6 \cdot 0.1 \cdot 130^3}} = 0.214 \text{ м.}$$

Отже, колесо діаметром 250 мм, на яке операється кожен ротор ворушили вибрано вірно.

Розрахуємо необхідний діаметр осі, на яку кріпитиметься опорне колесо .

На вісь колеса у небезпечному перетині діє згинальний момент:

$$M_B = R_{\Gamma} \cdot l_B, \quad (3.3)$$

де $R_{\Gamma} = R_0 \cos \beta$ – вертикальна складова опору ґрунту, Н;

l_B – плече дії сили R_{Γ} , м. $l_B = 0,070$ м .

$$M_B = 500.95 \cdot \cos(15^\circ) \cdot 0.07 = 33.87 \text{ Н·м.}$$

Діаметр осі у небезпечному перетині визначають за формулою [24]:

$$d_B \geq \sqrt[3]{M_B / 0.1[\sigma]}, \quad (3.4)$$

$$d_B \geq \sqrt[3]{33.87 / 0.1 \cdot 55} = 0.022 \text{ м.}$$

Отже, мінімальний діаметр осі колеса повинен бути не менше 22 мм.

3.5.2 Розрахунок ланцюгової муфти з'єднання привідного вала з валом приводу роторів

Визначаємо значення розрахункового крутного моменту M_P за формулою [22]:

$$M_P = \frac{9740 N \cdot K_E}{n}, \quad (3.5)$$

де N – потужність на приводному валу одного ротора $N = 5,0$ кВт;

n – частота обертів вала, $n = 511 \text{ хв}^{-1}$;

K_E – коефіцієнт експлуатації,

$$K_E = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \text{ [22].}$$

Враховуючи нерівномірне, з поштовхами навантаження, горизонтальне розташування з'єднаних валів, періодичне мащення ланцюгової муфти, двозмінну роботу

$K_1 = 1,3$; $K_2 = 1$; $K_3 = 1,25$; $K_4 = 1,25$,
коефіцієнт експлуатації

$$K_E = 1,3 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,25 = 2,03.$$

Тоді,
$$M_p = 9740 \cdot \frac{5,0 \cdot 2,03}{511} = 202 \text{ Нм.}$$

З [22] приймаємо ланцюгову муфту з кроком 25,4мм з числом зубів $z = 12$, ланцюг ПР 25,4-6000 згідно ГОСТ 13568-72, номінальний крутний момент муфти 250Нм.

Компенсуючі властивості муфти:

- кутове зміщення осей валів $[\beta]$ не більше 1° ;
- радіальне зміщення осей валів $[q]$ не більше 0,2мм.

Матеріал півмуфт – сталі з механічними властивостями не нижче Ст.45 за ГОСТ 1050-74. Твердість зубів і впадин пів муфт повинна бути у межах HRC 42-52.

При складанні муфти на зуби пів муфт і ланки ланцюга необхідно нанести консистентну змазку не нижче УС-1 за ГОСТ 1033-79.

3.5.3 Розрахунок шпонкового з'єднання приводного вала і півмуфти ланцюгової муфти

Вихідні дані з попереднього розрахунку:

Діаметр вала $d = 35 \text{ мм}$.

Шпонка $10 \times 8 \times 36$ – вибираємо конструктивно залежно від діаметру вала.

Максимальний крутний момент, що передається шпонковим з'єднанням $M_{KP} = 202 \text{ Нм}$.

Допустиме напруження на зминання і зріз при сталі з'єднаннях вала і маточини

$$[\sigma]_{3M} = 150 \text{ Н/мм}^2; \quad [\tau]_{3P} = 90 \text{ Н/мм}^2;$$

Умова міцності на зминання [23]:

$$\sigma_{3M} \approx \frac{4,4M_{KP}}{l_P \cdot d \cdot h} < [\sigma]_{3M}, \quad (3.6)$$

$$\sigma_{3M} \approx \frac{4,4 \cdot 202 \cdot 10^3}{(36 - 10) \cdot 35 \cdot 8} = 122 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma]_{3M}.$$

Умова міцності на зріз [23]:

$$\tau_{3P} \approx \frac{2M_{KP}}{l_P \cdot d \cdot b} < [\tau]_{3P}. \quad (3.7)$$

$$\tau_{3P} \approx \frac{2 \cdot 202 \cdot 10^3}{(36 - 10) \cdot 35 \cdot 10} = 44,3 \text{ Н/мм}^2 < [\tau]_{3P}.$$

Умови міцності шпонки на зріз і зминання забезпечені.

3.5.4 Вибір підшипників кочення валів приваду роторів

Основні критерії роботи здатності підшипника кочення – його динамічна і статистична вантажопідйомність.

За умовами роботи беремо радіальні сферичні двохрядні шарикові підшипники і перевіряємо їх на довговічність роботи.

Номінальна довговічність роботи підшипників в мільйонах обертів визначаємо по формулі [24]:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p, \quad (3.8)$$

де p – показник степені, $p = 3$ [24];

C – динамічна вантажопідйомність, $C = 22,9 \text{ кН}$ [24];

P – еквівалентне навантаження.

$$P = V \cdot F_r \cdot K_\sigma \cdot K_m, \quad (3.9)$$

де V – коефіцієнт, при обертанні внутрішнього кільця $V = 1$;

F_r – радіальне навантаження, $F_r = 0,562 \text{ кН}$;

K_σ – коефіцієнт враховуючий перевантаження, $K_\sigma = 1,4$;

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T = 1,05$.

$$P = 1 \cdot 0,562 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 0,738 \text{ кН}.$$

$$L = \left(\frac{22,9}{0,738} \right)^3 = 3,140 \text{ млн.об.}$$

Номінальну довговічність в годинах визначаємо по формулі [24]

$$L_n = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n_2}. \quad (3.10)$$

$$L_n = \frac{10^6 \cdot 3,14}{60 \cdot 67,2} = 778,7 \text{ тис.год.}$$

Номінальна довговічність підшипників 100 тис. год. [24]. Умови вибору підшипників виконуються, вибираємо підшипник 1210.

4.5.5 Розрахунок болтового з'єднання розтяжок середніх модулів

Сила P прагне зрушити складові частини розтяжки одну відносно другої. Цьому запобігає болт, на який із сторони кожної частини передається розподілені по контактній поверхні навантаження (рис. 3.1).

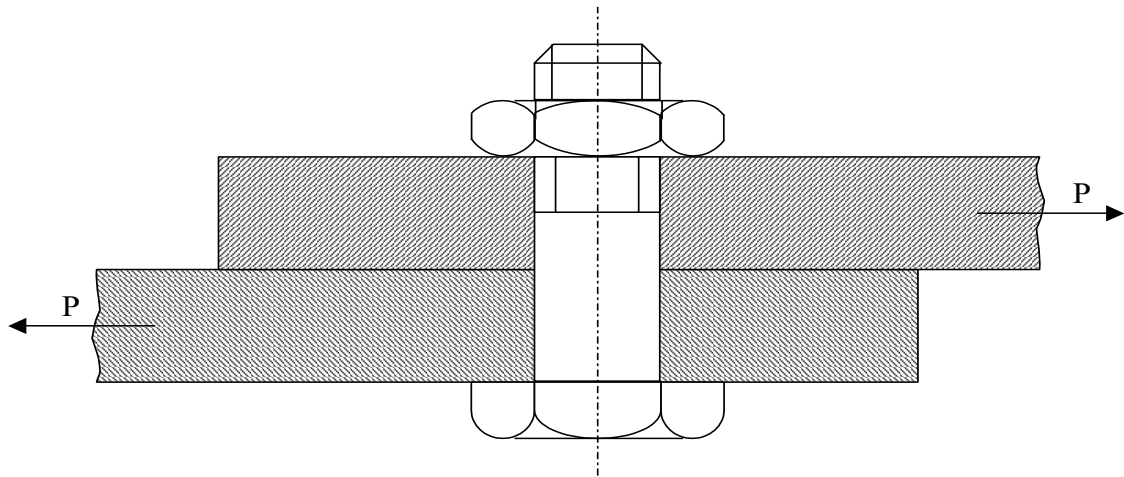


Рисунок 4.1 Схема болтового з'єднання

Зусилля хочуть зрізати болт по площині розподілу частин, так як в цьому перерізі діє найбільша поперечна сила $Q = P$. Вважаючи, що контактні навантаження розподілені рівномірно, одержимо:

$$\tau = \frac{Q}{F}, \quad (3.11)$$

де τ – навантаження зсуву;

F – площа поперечного перерізу болта, $F = 2,01 \text{ см.}$

Діаметр болта визначаємо по формулі [23]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (3.12)$$

де $[\tau]$ - допустиме навантаження при зсуві, $[\tau] = 100$ МПа [23].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0208}{3,14 \cdot 100}} = 0,016 \text{ м.}$$

Перевіряємо болт на міцність по формулі [23]:

$$\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau], \quad (3.13)$$

$$\frac{4 \cdot 0,0208}{3,14 \cdot 0,016^2} \leq 100.$$

Умови міцності виконані, вибираємо болт М16.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці при роботі на сільськогосподарській техніці

Державним стандартом і санітарними правилами регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та сільськогосподарських машин (обладнання машин засобами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до статичної стійкості машин, гідро- і пневмоприводів, робочого місця оператора, органів керування, від яких залежать умови праці й безпека оператора. Усі сільськогосподарські машини не повинні забруднювати навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) шкідливими викидами, не являтися джерелом пожеж і вибухів, а матеріали, які застосовуються при експлуатації і технічному обслуговуванні, є безпечними і не шкідливими для людей. Для експлуатації допускаються лише технічно справні машини й знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не працювали, допускаються до роботи лише після їх, обкатки і реальної перевірки роботи всіх органів.

Для оцінки безпеки сільськогосподарської техніки застосовують різні способи й засоби. Найбільш поширеним є безпосередній огляд, випробування й вимірювання параметрів. В окремих випадках, при експлуатації складного обладнання для оцінки рівня безпеки (небезпеки) сільськогосподарських машин, виробничих процесів, виробництв, із метою запобігання травмонебезпечним, аварійним ситуаціям застосовують аналітичний метод. Усі наведені методи є складовими методу експертної оцінки робочих місць, машин, операцій.

Методом безпосереднього огляду і випробувань визначають стан кабіни, захисного каркасу, безпеку входу і виходу з кабіни, засобів приєднання і від'єднання сільськогосподарських машин і знарядь; наявність і справність огоро-

жувальних та блокувальних пристроїв; стан і роботу вузлів, що працюють під тиском або при підвищеній температурі; справність засобів сигналізації; справність механізмів переведення машин з транспортного положення в робоче і навпаки; наявність і стан засобів фіксації начіпних машин у транспортному положенні; пристрої що забезпечують безпечну роботу в нічний час.

Комплектує МТА тракторист-машиніст, при потребі, за допомогою допоміжних робітників під обов'язковим контролем бригадира чи механіка. За технічний стан, комплектування і безпечне використання машин, що знаходиться у приватній власності, несе повну відповідальність власник. До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини.

Причіпні й начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегатують лише з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції машини. До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту й спецодягу.

Механізовані роботи й рух агрегатів відповідають розробленим і затвердженим керівником господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

4.2 Безпека праці при заготівлі сіна

Поряд із загальними правилами охорони праці і забезпечення техніки безпеки у сільськогосподарському виробництві при заготівлі і закладанні сіна на зберігання необхідно виконувати ряд специфічних вимог.

Перед початком робіт по заготівлі сіна механізатори і робітники повинні пройти інструктаж по техніці безпеки і пожежній безпеці.

Перед початком роботи перевірити наявність на агрегатах чистиків, гачків та інших засобів для очищення робочих органів машини.

При транспортуванні пальці різального апарата косарки повинні бути закриті захисними щитками.

Перед пуском ротаційних косарок перевірити відсутність сторонніх предметів під ротором, а також кріплення роторів і ножів.

Слідкувати, щоб перед пуском і під час роботи нікого не було попереду агрегату.

При роботі підбирача-копнувача ПК-1,6А не можна протягувати сіно під транспортер при увімкненому валі відбору потужності.

Огляд внутрішніх частин копнувача можна проводити тільки при зафіксованій відкидній стінці.

При встановленні на трактори навантажувально-скиртувального обладнання ширина колії передніх коліс трактора повинна бути не менше 1400 мм, а задніх – 1900 мм.

Копицевози КУН-10, ПКУ-0,8 та навантажувач ПФ-0,5 забороняється:

- використовувати не за призначенням;
- піднімати вантажі більшої маси, ніж передбачено технічною характеристикою;
- знаходитись під піднятим вантажем та працювати в грозу;
- різко гальмувати та виконувати круті повороти при роботі з максимально піднятим вантажем;
- рухатись завантаженим копицевозом із швидкістю понад 10, навантажувачем – понад 4 км/год.;
- на стоянці залишати робочі органи в піднятому положенні;
- відривати порцію сіна від скирти з одночасним поворотом агрегату;
- виконувати роботу без навішування ззаду трактора ковша з баластом не менше 900 кг.

На підбирачі-стогоутворювачі СПТ-60 забороняється:

- працювати з перекинутим кузовом без підстраховуючи упорів;
- використовувати схили для руху накатом;
- залишати заповнений сіном кузов на стоянці;
- повертати агрегат у момент вивантаження стогу.

Під час скиртування сіна кількість скиртоправів одночасно біля однієї скирти не повинна перевищувати шести. Стояти вони повинні не ближче 1,5 м від краю скирти.

Забороняється піднімати та опускати з скирти людей стогометом.

Скиртувати сіно можна тільки вдень і при швидкості вітру не більше 10м/с.

Для відпочинку і харчування людей обладнується місце на відстані не менше 25 м від скирти.

Після закінчення скиртування скирти оборюють протипожежною смугою завширшки не менше 3 м та встановлюють грозозахисні щогли, висота яких повинна перевищувати скирту на 2-2,5 м. Для заземлення використовують дріт діаметром не менше 7 мм. Захисна зона щогли орієнтовно приймається 7-8 м.

При заготівлі пресованого сіна забороняється проштовхувати сіно на підбирач, ремонтувати, регулювати і очищати робочі органи під час роботи машин.

Деталі, які рухаються і обертаються, робочі органи і механізми кормозаготівельних машин і обладнання огорожують захисними кожухами, а біля особливо небезпечних вузлів і механізмів роблять попереджувальні надписи.

На тракторах і машинах, які агрегатуються з ними, а також на самохідних кормо збиральних комбайнах для обслуговуючого персоналу необхідно обладнувати двохсторонню сигналізацію (звукову або іншу) і мати медичну аптечку і бачок (термос) для питної води.

При електропостачанні пристроїв підігрівання повітря для досушування сіна потребується монтаж пристрою захисту і контролю за втратою струму.

Для активного вентилявання необхідно застосовувати тільки вентилятори із закритими обдуваємими електродвигунами. Вентилятор із електродвигуном повинен мати захисні вібраційні пристрої і виключати тертя лопатей об кожух.

Вхідний отвір вентилятора необхідно закривати металічною сіткою з отворами розміром не більше 25×25 мм.

Струмопровідний кабель повинен бути надійно захищеним від механічних пошкоджень.

Не допускається укладання кабеля у вологий ґрунт.

При підніманні підстіжного каналу у робоче положення необхідно впевнитися у тому, що ланки підйомного механізму дійшли до упору і каркас каналу прийняв стійке положення.

Огляд, очищення вентиляційних каналів і шахт проводять під контролем відповідальної особи.

Для запобігання попадання води під час дощу у електродвигун вентиляційного пристрою необхідно встановлювати навіс.

У сараях для досушування сіна повинні бути вогнегасники, запас води і піску, відра, лопати. У сіноховищах ставлять блискавкозахист.

Необхідно відводити спеціальні місця для відпочинку, куріння, зберігання і заправки техніки.

Протипожежні відстані між закритими сіноховищами і тваринницькими приміщеннями та іншими спорудами повинні становити 50 м.

Забороняється:

- починати роботу не впевнившись в тому, що всі запобіжні загорожі механізмів і машин правильно встановлені;
- оглядати, регулювати і усувати неполадки робочих органів кормозаготівельних машин при русі агрегату, а обладнання і електропристрої – при працюючому двигуні;
- очищати на робочому або холостому ході від трави ріжучі апарати, рухомі і обертаючі частини машин і механізмів, змащувати ланцюги, підшипники і інші деталі, які труться;
- застосовувати для переносного освітлення електроживлення з напругою вище 12В;
- використовувати на заготівлі сіна трактори і машини без іскрогасників і вогнегасників;
- допускати втрату і розливання палива і мастила при заправці і мащенні тракторів і самохідних сільськогосподарських машин;
- розташовувати сіноховища під лініями електропередач;
- залишати без догляду працюючі вентиляційні пристрої під час грози;
- знаходитися ближче 10 м від тросів при витягуванні підстіжного каналу трактором з-під скирти;
- курити і розпалювати багаття у зоні досушування сіна.

Перед пуском вентилятора перевіряють надійність його кріплення, натяг ведучих пасів, легкість обертання робочого колеса, а також відсутність сторонніх предметів всередині.

Пуск вентиляційних установок у сіносховищі проводять поступово. одночасний пуск двох і більше вентиляторів заборонений. Пускові прилади вентиляторів повинні розміщуватись в легкодоступних місцях.

Забороняється залишати без нагляду працюючі вентиляційні установки.

Протипожежних правил особливо слід дотримуватися при експлуатації повітропідігрівачів на рідкому паливі:

- система подачі палива повинна бути завжди справною;
- один раз на добу очищати від нагару форсунки та її відбивачі;
- перед пуском камери згорання необхідно продути повітрям при повністю відкритій заслінці дуттьового вентилятора;
- з'єднання теплообмінника і камери згорання повинно бути герметичним;
- не допускається підтікання палива в камеру згорання при зупинці повітропідігрівача.

4.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Механізаторам, допоміжному персоналу і спеціалістам, які зайняті на заготівлі сіна, передбачена безкоштовна видача за встановленими нормами спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначимо шляхом визначення кількості робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції.

Результати розрахунків потреби в засобах захисту робітників на заготівлі сіна заносимо у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Норма видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

Вид спецодягу	Строк до списування, місяців	Необхідна кількість
Костюм із пилезахисної тканини	12	5
Респіратор	До зношування	4
Окуляри захисні	До зношування	2
Комбіновані рукавиці	6	3
Мило	-	10
Порошок пральний	-	5

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

5.1 Техніко-економічна оцінка вдосконалення технології вирощування люцерни

Одним із головних критеріїв економічної ефективності вирощування люцерни і сільськогосподарських культур, є собівартість. Вона включає в себе: прямі експлуатаційні затрати, вартість використаних добрив, пестицидів і насіння, а також загально виробничі і загальногосподарські затрати.

Прямі затрати на вирощування люцерни дорівнюють сумі прямих експлуатаційних затрат і вартості затрачених матеріалів.

$$\Pi = C + M, \quad (5.1)$$

де M – затрати на матеріали, грн./га, $M = 3500$ грн./га;

C – експлуатаційні затрати, грн./га, Згідно сумарних затрат по технологічній карті вони складають $C = 3620,62$ грн./га

Для технології, яку проектуємо, затрати складатимуть:

$$\Pi = 3620,62 + 3500 = 7120,62 \text{ грн./га.}$$

Затрати, які пов'язані з організацією і управлінням виробництва, приймаються в розмірі 15% від прямих затрат:

$$O_z = 0,15 \times \Pi. \quad O_z = 0,15 \times 7120,62 = 1068,1 \text{ грн./га.} \quad (5.2)$$

Втрати виробництва дорівнюють сумі прямих, загально виробничих і загальногосподарських затрат:

$$U_n = \Pi + O \quad (5.3)$$

$$U_n = 7120,62 + 1068,1 = 8118,7 \text{ грн./га.}$$

Поділивши втрати виробництва на заплановану врожайність люцерни знаходимо собівартість продукції:

$$C_{\pi} = \frac{U_n}{Y}, \quad (5.4)$$

де Y – врожайність люцерни, т/га. Для технології, яку проектуємо. $Y = 35$ т/га.

Тоді:

$$C_{\pi} = 8118,7/35 = 232 \text{ грн./т}$$

В даний час, фактично, собівартість люцерни в господарстві складає $C = 260$ грн./т.

Затрати робочого часу на вирощення люцерни по існуючій технології дорівнюють 172 люд.-год./га, а по проектній зменшається до 135 люд.-год./га.

Виходячи із приведених даних, розраховуємо ступінь зниження затрат праці при впровадженні проектної технології. Вона складатиме:

$$H_{\text{зниж}} = \frac{H_c - H_{\text{п}}}{H_c}, \quad (5.5)$$

де $H_c, H_{\text{п}}$ – питома трудомісткість для існуючої і проектної технології відповідно,

$H_{\text{зниж}} = (172 - 135)/172 \times 100 = 21,5\%$. Продуктивність праці визначаємо з наступної залежності

$$\Pi_t = 1/H_c \quad (5.6)$$

Тоді, для існуючих технологій матимемо:

$$\Pi_t' = 1/172 = 0,005 \text{ га/люд.-год.},$$

Для проектної:

$$\Pi_{\text{п}}'' = 1/8,1 = 0,007 \text{ га/люд.-год.},$$

Ступінь зниження собівартості визначаємо за формулою:

$$C_{\text{зниж}} = \frac{C_c - C_{\text{п}}}{C_c}, \quad (5.7)$$

де $C_c, C_{\text{п}}$ – відповідно, існуюча і проектна собівартість люцерни.

Після підставки значень отримаємо:

$$C_{\text{зниж}} = [(260 - 232)/260] \times 100 = 10,8 \%$$

Вартість валової продукції вирощеної люцерни в господарстві визначимо так:

$$C_B = B_{\text{п}} \times \Pi_{\text{п}} \quad (5.8)$$

де $\Pi_{\text{п}}$ – закупівельна ціна люцерни. $\Pi_{\text{п}} = 3000$ грн./т,

$B_{\text{п}}$ – річна валова продукція, т.

При існуючій технології, враховуючи що середня площа під люцерну складала 100 га, а врожайність підсушеної ліцерії на сінаж 5,5 т/га, валова продукція складе:

$$B_{\Pi}' = 100 \times 5,5 = 550 \text{ т.}$$

При запропонованій технології для 100 га при врожайності 6,5 т/га для підсушеної ліцерії матимемо:

$$B_{\Pi}'' = 100 \times 6,5 = 650 \text{ т.}$$

Вартість валової продукції при існуючій технології:

$$C_B' = 550 \times 3000 = 1650000 \text{ грн.}$$

При проектній технології:

$$C_B'' = 650 \times 3000 = 1950000 \text{ грн.}$$

Основні капіталовкладення на вирощування люцерни дорівнюють питомим капіталовкладенням помноженим на посівну площу:

$$K_o = K \times S \quad (5.9)$$

де K – питомі капіталовкладення. Для існуючої технології $K' = 679$ грн./га, для проектної $K'' = 853$ грн./га.

Тоді для існуючої технології вирощування люцерни маємо:

$$K_o' = 679 \times 100 = 67900 \text{ грн.}$$

Для проектної технології:

$$K_o'' = 853 \times 100 = 83300 \text{ грн.}$$

Прибуток (чистий дохід) визначаємо, як різницю між вартістю валової продукції і собівартістю:

$$\Pi_p = C_B - C_{\Pi} \quad (5.10)$$

Собівартість всієї продукції (C_{Π}) рівна добутку собівартості одиниці продукції на валовий її збір.

При існуючій технології цей показник складе:

$$C_{\Pi}' = 260 \times 550 = 145000 \text{ грн.}$$

При проектній технології:

$$C_{\Pi}'' = 232 \times 650 = 150800 \text{ грн.}$$

Тоді для існуючої технології прибуток дорівнює:

$$\Pi_p' = 165000 - 145000 = 20000 \text{ грн.}$$

Для проектної технології:

$$\Pi_p'' = 195000 - 150800 = 44200 \text{ грн.}$$

Рентабельність вирощування люцерни визначаємо відношенням умовного чистого доходу (прибутку до втрат виробництва (собівартості), тобто:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{P_p}{C_{\text{п}}} \times 100\% \quad (5.11)$$

При існуючій технології рівень рентабельності дорівнює:

$$Y_{\text{пр}}' = (20000/145000) \times 100 = 13,8\%$$

При проектній технології:

$$Y_{\text{пр}}'' = (44200/150800) \times 100 = 29,3\%$$

Річний економічний ефект від впровадження нової технології визначаємо як різницю прибутків при існуючій і проектній технологіях відповідно, тобто:

$$E_p = P_p'' - P_p' \quad (5.12)$$

$$E_p = 44200 - 20000 = 24200 \text{ грн.}$$

Термін окупності запропонованої технології визначається як відношення додаткових затрат до прибутку, тобто:

$$T = K/E_p = 85300/24200 = 3,5 \text{ роки.}$$

Результати зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічна ефективність вирощування люцерни

Показники	Технологія вирощування люцерни	
	Існуюча	Проектна
Площа, га	100	40
Урожайність, т/га	5,5	6,5
Вартість валової продукції, тис. грн.	550	650
Продуктивність праці, га/люд.-год.	0,005	0,007
Собівартість продукції, грн./т	260	232
Рівень рентабельності, %	13,8	29,3
Прибуток, тис. грн.	20	44,2
Річний економічний ефект, тис. грн.	-	24,2
Термін окупності, роки	-	3,5

Таким чином, як видно із вище приведених розрахунків, впровадження проектної технології є економічно доцільним.

5.2 Техніко-економічні показники конструктивної частини проекту

Метою економічних розрахунків є порівняння модернізованої та базової моделі машини, обґрунтування інженерних рішень і доцільності використання в умовах виробництва.

Найбільш повно можна оцінити доцільність інженерного рішення на основі таких техніко-економічних показників:

- показники продуктивності праці;
- техніко-економічні показники, які відображають продуктивність машини за годину змінного часу, її річний виробіток, витрату пального, матеріалоємність, енергомісткість та інші;
- показники що характеризують зміни експлуатаційних витрат. Це питома економія прямих витрат на одиницю роботи, або одиницю продукції, ступінь зниження експлуатаційних витрат, річна економія;
- показники, які характеризують ефективність капітальних витрат. Це питомі капіталовкладення, додаткові капіталовкладення, строк окупності і їх коефіцієнт ефективності капітальних витрат;
- річний економічний ефект по приведених витратах.

Під час роботи ворушилки осі її роторів відхилені від вертикалі на 15-17 градусів в напрямку руху агрегату. Це призводить до того, що віддаль між кінцями пружинних пальців і ґрунтом в передній частині ротора є значно менша, ніж в задній. Через це пружинні пальці при обертанні роторів і переміщенні машини часто контактують з нерівностями ґрунту і піддаються впливу вібрації. Зазначене спричиняє швидке руйнування зубів внаслідок утворення в їх тілі пальців тріщин утомленості, що впливає на роботоздатність і економічні показники машини. Крім того, попадання обламаних пальців у траву може спричинити поломку послідуєчих сінозбиральних машин: пресів, самозавантажувальних візків, подрібнюючих апаратів кормозбиральних комбайнів і т. д. Для підвищення роботоздатності ворушилки пропонується встановити на кожній із граблин шарнір, який дозволяє повертатися граблинам в осьовій площині ротора. Це дасть змогу зменшити кількість контактів пружинних

зубів з нерівностями ґрунту, а відтак підвищити довговічність пружинних пальців (робочих органів) ворушилки на 50 %.

Вихідні дані для розрахунків економічної ефективності зведемо в таблицю.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані до розрахунків

Показники	Ворушилка	
	Серійна	Модернізована
Ширина захвату агрегату, м	7,5	7,5
Коефіцієнт використання робочого часу зміни	0,80	0,80
Норма виробітку агрегату за зміну, га	36,7	36,7
Кількість обслуговуючого персоналу, чоловік механізаторів	1	1

Згідно даних [17] у ворушилки ВРМ-Ф-7,5 за сезон обламується від 35 до 40 подвійних пружинних зуби. Прийmemo, що в нашому випадку кількість обламаних пальців становить 36 штук, саме стільки пальців закріплено на роторах ворушилки (по 6 пальців на кожному із роторів).

Якщо прийняти до уваги, що нормативне річне завантаження машини становить 140 год., а продуктивність ворушилки – 5,2 га/год., то будемо мати, що можливий виробіток ворушилки до повної заміни пальців буде становити $5,2 \times 140 \approx 730$ га. Вартість одного пружинного пальця становить 40 грн. Тоді, для підтримання серійної ворушилки у працездатному стані за сезон на заміну пружинних пальців необхідно витратити $40 \times 36 = 1440$ грн.

Таким чином, питомі витрати коштів на заміну обламаних зубів у серійної ворушилки будуть становити:

$$C_c = \frac{Ц}{H_c},$$

де Ц – вартість витрачених коштів за сезон на підтримання ворушилки у роботоздатному стані, грн.;

H_c – наробіток машини до повної заміни пружинних зубів, га.

$$C_c = \frac{1440}{730} = 1,97 \text{ грн./га.}$$

Визначимо наробіток машини, при якому можуть обламатися всі пружинні зуби в модернізованій машини:

$$H_m = KWt,$$

де К – коефіцієнт підвищення довговічності зубів, К=1,5;

W – продуктивність машини, га/год.;

t – нормативне річне завантаження машини, t = 140 год.

$$H_m = 1,5 \cdot 5,2 \cdot 140 = 1090 \text{ га.}$$

Тоді, питомі витрати коштів на заміну обламаних зубів у модернізованій машини будуть становити:

$$C_m = \frac{1440}{1090} = 1,32 \text{ грн/га.}$$

Щоб визначити яку кількість коштів було затрачено на модернізацію машини, складемо структуру затрат (див. табл. 6.3).

Як видно із даних табл. 5.3 вартість модернізації однієї машини складає 400 гривень.

Таблиця 5.3 – Структура затрат на модернізацію

Показник	Значення	%
Затрати на свердління з врахуванням заробітної плати робітника та витрати електроенергії, грн.	19,24	4,8
Затрати на фрезерування з врахуванням заробітної плати робітника та витрати електроенергії, грн.	20,36	5,1
Затрати на точіння з врахуванням заробітної плати робітника та витрати електроенергії, грн.	28,3	7,1
Затрати на вигинання з врахуванням заробітної плати робітника та витрати електроенергії, грн.	21,48	5,4
Затрати на складальні та монтажні роботи, грн.	46,36	11,6
Вартість металу, грн.	54	13,5
Інші витрати	210,36	52,5
Всього	400	100

Визначимо річний економічний ефект від використання модернізованої ворущили:

$$E_{\text{еф}} = (C_c - C_m)Wt.$$

$$E_{\text{еф}} = (1,97 - 1,32)5,2 \cdot 140 \approx 470 \text{ грн.}$$

Строк окупності витрат на модернізацію визначимо за формулою:

$$C_{ок} = Z_m / E_{эф},$$

де Z_m – затрати на модернізацію.

$$C_{ок} = 400 / 470 \approx 1,0 \text{ роки}$$

Результати розрахунків економічної ефективності модернізації ворушилки ВРМ-Ф-7,5М зведемо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Економічна ефективність проекту

Показник	Ворушилка		Відхилення, ±
	серійна	модернізована	
Балансова вартість, грн.	7350	7750	+ 400
Кількість роторів	6	6	
Кількість зубів у машини	36	36	
Наробіток до повної заміни зубів, га	730	1090	+ 360
Коефіцієнт підвищення довговічності зубів		1,5	
Затрати на модернізацію, грн.		400	
Питомі витрати коштів на заміну зубів, грн./га	1,97	1,32	– 0,65
Економічний ефект, грн.		470	
Окупність модернізації витрат на модернізацію, років		1,0	

Таким чином, за рахунок підвищення довговічності пружинних зубів (робочих органів) ворушилки ВРМ-Ф-7,5М може бути досягнутий річний економічний ефект в сумі 470 грн. Витрати на модернізацію машини можуть окупитися за рік її експлуатації.

ВИСНОВКИ

1. Невід'ємним процесом технології заготівлі сінажу є прив'ялювання трави в польових умовах. Цей процес супроводжується не тільки втратою рослинами вологи, але і поживних речовин за рахунок протікання біохімічних процесів, розвитку мікроорганізмів, вимивання опадами. Розміри цих втрат зростають із збільшенням тривалості польового сушіння. Знизити їх можна шляхом інтенсифікації цього процесу.

2. Найбільш розповсюдженими способами прискорення сушіння скошеної трави є ворушіння прокосів, їх згрібання та перевертання валків. Для виконання цих операцій використовують різноманітні граблі-ворушилки.

3. Вміст в рослинах протеїну, клітковини, вітамінів та інших речовин значно залежить від фази розвитку рослин, при яких проводиться збирання. Трави по мірі досягання стають менш поживними і гірше перетравлюються тваринами. Крім цього, на якість отриманого сінажу великий вплив здійснює тривалість сушіння трави. Відомо, що при рівномірному прискореному сушінні трав, які забезпечуються такими операціями, як плющення, спущування, ворушіння, втрати поживних речовин можуть бути зменшені.

4. Під час роботи ворушилки ВРМ-Ф-7,5М її пружинні пальці при обертанні роторів контактують з нерівностями ґрунту, а відтак піддаються впливу вібрації. Це спричиняє швидке руйнування пальців внаслідок утворення в їх тілі тріщин утомленості. Зазначене впливає на роботоздатність і економічні показники машини. Крім того, попадання обламаних пальців у траву може спричинити поломку послідуєчих сінозбиральних машин: пресів, самозавантажувальних візків, подрібнюючих апаратів кормозбиральник комбайнів і т. д. Для підвищення роботоздатності ворушилки пропонується встановити на кожній із граблин шарнір, який дозволяє повертатися граблям в осьовій площині ротора. Це дасть змогу зменшити кількість контактів пружинних зубів граблин з нерівностями ґрунту і підвищити роботоздатність машини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алдошин Н.В. Индустриальная технология производства кормов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 175 с.
2. Азовцев Н.Г., Козловский П.И., Ширяев А.М. Комплексы новых машин для возделывания и уборки кормовых культур. – М.: Колос, 1973. – 193 с.
3. Пик Э., Сладкий В., Хмелик К. Снижение расхода энергии при заготовке сена. // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1984. – №5. – С. 55-60.
4. Дашков В.Н., Капустин Н.Ф., Колодич П.П. Прогрессивная технология заготовки сена. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1990. №6. – С. 24-26.
5. Заготовка сена траншейным способом. / Рекомендации Госагропрома УССР. Вып. 1. Киев. – 1989. – 3 с.
6. Зубрилин А.А. К теории сушки трав на сено. // Вопросы кормодобывания. – 1949. – Вып. 2. – С. 192-207.
7. Неш М. Дж. Консервирование и хранение сельскохозяйственных продуктов. Справочная книга. /Пер. с англ. Н.А. Габеловой, Н.В. Гаделия. Под ред. В.И. Аниськина. – М.: Колос, 1981. – 311с.
8. Сухорабов А.К. Уборка трав в Западной сибире. // Корма. – 1979. – №1. – С. 30-31.
9. Королева Р.С. Об использовании обрезиненных ребристых вальцев при плющении травы. // Сб. научн. тр. ВИМ. – 1982. – Т. 94. – С. 110-115.
10. Христов М. Обращане и събиране в ивици на завяхналата трева за ускоряване на сушенато и намаляване на згубите. // Сельскостопанска техника. –1970, – №5. – С. 53-58.
11. А.с. №1187750, МКИ А 01Д 78/06. Ворошилка. – 1985, Б.И., №40.
12. Васильев Г.К., Демишкевич Э.Б. Обзор конструкций граблей зарубежных фирм. // Современные тенденции в развитии технологических процессов и комплексов машин для заготовки грубых кормов. – М.: – 1976. – С. 111-121.
13. А.с. №1547768, МКИ А 01Д 78/10. Устройство для обработки скошенных растений. – 1990, Б.И. №9.

14. А.с. №1576020, МКИ А 01Д 78\10. Сеноворошилка. – 1990, Б.И. №26.
15. Гарькавий А.Д., Кондратюк Д.И. Эластичные рабочие органы в сеноуборочных машинах. //Тез. научн. – произв. конф.: Агропромышленному комплексу Полесья научное обеспечение. – Житомир, 1990. – С. 159.
16. А.с. №1451890, МКИ А 01Д 78/08. Способ ворошения сена. – 1989, Б.И. №27.
17. Садыров А.Н., Эшкулов А. Основные параметры и схемы граблей для поливного земледелия. // Современные тенденции в развитии технологических процессов и комплексов машин для заготовки грубых кормов. – М.: – 1976. – С.132-137.
18. Долгов И.А. выбор формы зуба поперечных граблей. // Тр. ВИСХОМ. – 1958. – Вып. 17. – С. 83-91.
19. Васильев Г.К., Никитина Г.Я., Тихонов А.В. Экспериментальное и теоретическое исследование рабочего органа граблей конвейерного типа. // Тр. ВНИИКОМЖ. – 1977. – Вып. 2. – С. 91-102.
20. ОСТ 10.23.5 – 86 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки сена и соломы. Программа и методы испытаний.
21. Сеноворошилки КР – 420, РН – 420 КР 722. Проспект фирмы YLO ТЕНТААТ ОУ. Julkuarvi. – 1999. – 4 с.
22. Кондратюк Д.И. Режимы работы центробежных грабель-ворошителей при заготовке сена из клевера лугового. // Информационный листок Винницкого ЦНТЭИ, №27 – 94. – 4 с.
23. Кондратюк Д.Г., Гарькавий А.Д. Теоретичні основи уловлення струменем повітря відламаних при ворущінні трави частинок рослин. // Механізація та електрифікація сільського господарства. К.: Урожай, 1993. – Вип. 78. – С. 16-18.
24. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. 384 с.