

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

Допущений до захисту

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

Кандидат технічних наук, доцент

_____ Гуменюк Ю.О.

_____ " _____ 2025р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

**Механізація процесу вирощування та збирання люцерни з удосконаленням
граблін-ворушилок**

Спеціальність 208 Агроінженерія

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент _____ Сівак І.М.

Керівник дипломного проекту бакалавра

К.т.н., доцент _____ Онищенко В. Б.

Виконав _____ Саюк Я.О.

Київ - 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ :

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

Кандидат технічних наук, доцент

_____ Гуменюк Ю.О.

_____ " _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект Саюк Я.О.

на тему:

**"Механізація процесу вирощування та збирання люцерни з удосконаленням
граблин-ворушилок".**

1. Затверджено наказом ректора № 2098 'С' від 26.11.2024 р

2. Кінцевий термін подання - 12 травня 2025 р

3. Вихідні дані проекту :

Технології вирощування люцерни та засоби механізації для їх збирання,
конструкція збиральної техніки та її технічні характеристики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань для розробки)
Опис способів заготівлі кормів з люцерни.

Аналіз методів інтенсифікації сушіння скошеної люцерни в полі.

Визначити потреби в машинах для вирощування люцерни та заготівлі сіна.

Розрахунок показників операційної технології згрібання трави

5. Охорона праці.
6. Економічна ефективність проекту.

Висновки, список використаних джерел та додатки.

7. Перелік графічного матеріалу.

Слайд 1. Технологічна карта вирощування люцерни.

Слайд 2. Операційна технологія .

Слайд 3. Граблі - ворушилка. Складальне креслення.

Слайд 4. Складальні одиниці.

Слайд 5. Деталювання .

Слайд 6. Економічна ефективність.

Дата видачі завдання: 09/02/2024 р.

Керівник ДП _____ доцент В. Б. Онищенко

Завдання прийняв до виконання

Саюк Я.О.

ЗМІСТ

Реферат	5
Вступ	6
1. Технології вирощування та заготівлі кормів з люцерни	8
1.1. Способи заготівлі кормів з люцерни	18
2. Визначити потреби в техніці для вирощування люцерни та заготівлі сіна...29	
2.1. Розробка технологічної карти вирощування люцерни	29
2.2. Побудова графіка використання сільськогосподарської техніки.....	33
3. Вдосконалення та розрахунок основних параметрів граблів – ворушилок ..36	
3.1. Розрахунок показників операційної технології згрібання сіна.....	42
4. Охорона праці	51
5. Економічна ефективність проекту	57
Висновки.....	64
Список використаної літератури.....	65
Додатки	67

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається з 67 сторінок тексту, 5 рисунків і 6 таблиць.

Матеріал висвітлюється наступним чином:

Способи заготівлі кормів з люцерни та інтенсифікація сушки скошеної трави.

Визначення потреби в техніці для вирощування люцерни та сінокосіння.

Розрахунок показників для технології згрібання трав.

Охорона праці.

Економічна ефективність проекту.

Висновки, список використаних джерел та додатки.

Список графічного матеріалу:

Лист 1. Технологічна карта вирощування люцерни.

Лист 2. Операційна технологія вирощування люцерни.

Лист 3. Граблі - ворущилка. Складальне креслення.

Лист 4. Складальні одиниці.

Лист 5. Деталювання.

Лист 6. Економічна ефективність.

ВСТУП

Найпоширенішими методами прискорення сушіння скошеної трави є струшування валків, згрібання валків і перевертання валків. Використання цих методів для заготівлі сіна і кормів не тільки прискорює процес сушіння скошеної трави в 1,3-2 рази, але і дозволяє отримати висушену масу з рівномірним вмістом вологи. Для виконання цих операцій використовують колісні та пальцеві ворушилки, роторні, барабанні та інші види ворушилок. На особливу увагу заслуговують роторні ворушилки. Вони відрізняються простотою конструкції, низькою металоємністю і надійною технологією роботи.

Недоліком граблів є те, що вплив зубців на скошену траву неминуче призводить до подрібнення і втрати найцінніших частин рослин, таких як листя, пагони, суцвіття і кінчики стебел. При використанні існуючих ворушилок ці втрати можуть становити до 20% від початкової маси сухої трави. Це не тільки знижує врожайність сіна, але й суттєво впливає на витрати, оскільки втрачені частини рослини містять у 2-3 рази менше поживних речовин, ніж стебла.

Одним із способів зменшення механічних втрат при переміщенні, згрібанні та перевертанні трави є вдосконалення робочих частин існуючих граблів та розробка нових - ворушилок, які можуть м'яко впливати на траву.

Для досягнення цієї мети пропонується відцентрові граблі - ворушилки, м'який вплив яких на скошену траву досягається за рахунок створення повітряного потоку, який піднімає скошені рослини над стернею. Це зменшує взаємодію між рослинами та стернею і, відповідно, механічні втрати.

1. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ З ЛЮЦЕРНИ

Насіння люцерни відіграє важливу роль у виробництві високоякісних, недорогих рослинних білків, оскільки жодна інша кормова культура не може конкурувати з нею за кількістю білка та інших поживних речовин на одиницю площі.

Люцерна та її суміші з іншими кормовими рослинами є найпоширенішими багаторічними травами. Вважається степовою рослиною, вона становить 75-80% багаторічних трав, 45-50% у лісостеповій зоні та до 25% на Поліссі.

Люцерна продовжувати відігравати важливу роль у кормових сівоzmінах фермерських господарств.

Порівняно з попередником, вимоги до люцерни зводяться до необхідності кращого обробітку ґрунту та відсутності післядії гербіцидів, що використовувалися в попередні роки. Краще висівати цю культуру після озимих зернових (пшениця, ячмінь) або інших культур, які рано звільняють поверхню і дозволяють краще обробити ґрунт і підготувати його до весняного, літнього та осіннього посіву. Люцерну також можна успішно висівати після кукурудзи (ранніх гібридів) або силосу, а також після інших культур, які рано відкривають поверхню і не надто пересушують ґрунт.

Люцерну вирощують в орних сівоzmінах, на корм тваринам, для захисту ґрунту та на інших землях. В орних сівоzmінах її використовують переважно протягом півтора-двох років, в інших сівоzmінах та на перелогах - протягом двох-чотирьох років.

При врожаї сіна 100 центнерів з гектара люцерна виносить 65 кг/га фосфору, 150 кг/га калію, 260 кг/га азоту і 262 кг/га кальцію. При використанні трави протягом двох років ґрунт звільняється від наступних елементів

Азоту 450-500 кг, фосфору 100-120 кг, калію 250-300 кг і кальцію до 500 кг/га. Хоча люцерна значною мірою накопичує азот у ґрунті завдяки

симбіозу з бульбочковими бактеріями та мікроорганізмами, вона позитивно реагує на мінеральні добрива.

Щоб люцерна розвивалася і росла належним чином, ґрунт повинен мати рН від 6,0 до 7,2. У дуже кислих ґрунтах рослини страждають від проростання насіння, поганого живлення, нестачі легкозасвоєваних поживних речовин і пригнічення бульбочкових бактерій. Ось чому кислі ґрунти необхідно вапнувати.

Фосфорні та калійні добрива мають значний вплив на врожайність насіння бобових культур, включаючи люцерну, і повинні вноситися відповідно, з врахуванням покривної культури та кількості доступних форм у ґрунті. Якщо фосфорні та калійні добрива не були внесені в основне удобрення, їх слід вносити восени або ранньою весною з розрахунку 45-50 кг/га діючої речовини.

В інтенсивних культурах локальне внесення мінеральних добрив на глибину загортання від 10 до 20 см є найбільш доцільним, зменшуючи втрати мінерального азоту на 30-40% та фосфору на 35-40%, а також збільшуючи врожайність зеленої маси та вихід добрив.

Встановлено, що високі дози мінеральних азотних добрив значно знижують біологічну фіксацію атмосферного азоту, що робить внесення добрив економічно не вигідним. Сумішки люцерни з різнотрав'ям (очеретянка, райграс, костриця лучна та ін.) потребують середніх ($N_{(45-60)}$) і високих ($N_{(90)}$) доз азотних добрив.) та високі дози ($N_{(90-150)}$ азотних добрив.).

Для поверхневого внесення мінеральних добрив та хімічних покращувачів ґрунту ми використовуємо машини типу РУМ-5-03, РУМ-8, РУМ-16, МВУ-8Б, МВУ-16, МВУ-05,А, РТТ-4,2 А та дорожні розкидачі типу

МНА-7 Поверхнєве внесення добрив проводять за допомогою культиваторів-підживлювачів мінеральних добрив КРН-4,2, КРН-5,6 та інших пристроїв аналогічного призначення. Безпосередньо перед внесенням у ґрунт або перед змішуванням добрива подрібнюють і просівають за допомогою

дробарки ІСУ-4 або пристрою АІР-20. Змішування добрив здійснюється навантажувачем з сівалкою СЗУ-20 та пристроєм УТС-30.

Для транспортування та внесення добрив використовуються машини РУП-10, РУП-14, МТП-10 та МТП-13. Для завантаження та розвантаження добрив використовуються навантажувачі ПГ-0,2, екскаватори ПЕ-0,8Б та фронтальні навантажувачі ПФ-0,7Б.

Мікроелементи, такі як бор, марганець, молібден, цинк, кобальт, залізо та магній, відіграють важливу роль у рості та розвитку люцерни. Ці елементи забезпечують мінеральний баланс рослин, підвищують продуктивність і якість врожаю, а також підвищують стійкість до хвороб, морозів і посухи.

Обробіток ґрунту покращує фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, знищує більшість бур'янів і створює сприятливі умови для посіву та проростання. Люцерна має вищі вимоги до обробітку ґрунту через наступні характеристики:

- Основний обробіток ґрунту під люцерну проводиться один раз на 4-5 років. Тому ґрунт повинен бути якісним, оскільки недоліки неможливо усунути і вони негативно впливають на якість зрошення та врожайність, ріст стебел і довговічність врожаю люцерни;
- Коренева система люцерни проникає на глибину від 3 до 5 метрів, а активна коренева маса знаходиться в шарі ґрунту до 40-50 см;
- Насіння люцерни дрібне і потребує міцного посівного ложа для забезпечення оптимального проростання. Рослина чутлива до бур'янів, особливо на ранніх стадіях розвитку.

Система обробітку ґрунту залежить від попередньої культури та періоду посіву люцерни.

Люцерну висівають після різних попередників, таких як ярі та озимі зернові, кукурудза, товарні культури тощо. При вирощуванні люцерни на корм вирощують як покривні, так і чисті посіви. Отже, система обробітку ґрунту

повинна включати прийоми, які забезпечують оптимальні умови росту як для трав, так і для покривних культур.

Обробіток ґрунту починають одразу після збирання попередньої культури. Якщо люцерну висаджують після ярих або озимих зернових, її висівають на глибину 8-10 см за допомогою дискових знарядь. Поля, забур'янені осотом та іншими коренепаростковими бур'янами, обробляють дисковими боронами на глибину 10-12 см. За необхідності обробіток ґрунту повторюють через 2-3 тижні.

Приблизно через місяць після збору врожаю (у вересні або жовтні) ґрунт переорюють на глибину 26-30 см.

Ділянки під різні культури переорюють одразу після збору врожаю. Оранка плугами в шаховому порядку (ПЯ-3-35) виявилася дуже ефективною у боротьбі з бур'янами порівняно з оранкою звичайними плугами.

У порівнянні зі звичайною оранкою, покращена техніка оранки (з передплужником) на глибину 27-30 см збільшує запаси вологи в шарі 0-100 см і зменшує забур'яненість. Збільшені запаси вологи означають вищу врожайність люцерни.

Тип і тривалість обробітку ґрунту перед посівом залежить від ґрунтово-кліматичних умов і часу посіву.

Для зв'язування вологи використовуються культиватори та борони. Порядок розташування знарядь в машині залежить від ґрунтових умов: на більш структурованих, пухких ґрунтах з яскраво вираженими гребенями культиваторні лапи розміщуються в першому ряду, а борони - в другому. Те саме стосується легких ґрунтів, де використовуються борони середнього розміру. На легких і щільних ґрунтах, де гребені нечітко виражені, спочатку використовуються важкі борони, а потім легкі блоки борін.

Найкраще обробляти ґрунт перед посівом за допомогою культиватора з ріжучими лапами, який рівномірно і поверхнево розпушує ґрунт, знищуючи сходи і розетки бур'янів, при цьому лише злегка перевертаючи ґрунт і роблячи його менш сухим.

Багато господарств перед посівом обробляють поля боронами Радченка або комбінованими знаряддями РВК-3,6, Славутич-8,8, а за відсутності таких знарядь - культиваторами з плоскорізними лапами на глибину до 4 см з одночасним боронуванням. Культиватор УСМК-5,4 добре зарекомендував себе і використовується в багатьох господарствах для обробітку багаторічних трав перед посівом.

Для вирощування люцерни після збирання та скошування поле обробляють після першого збору врожаю дисковими боронами на глибину 5-6 см, а в посушливих умовах дисковими культиваторами, потім ґрунт розпушують на 8-10 см, після чого культивують БГ-3 на глибину 5-6 см і кільчасто-шпоровими котками.

У достатньо вологих умовах оранку проводять на глибину від 14 до 16 см, з одночасним коткуванням і боронуванням. На щільних ґрунтах ґрунт розпушують на глибину від 18 до 25 см за допомогою мілких культиваторів, залежно від ґрунтових умов. Бажано використовувати комбіновану машину. Коткування посівів є обов'язковим заходом.

Для посіву використовують насіння люцерни, яке відповідає вимогам І і ІІ класу та має лабораторну схожість не менше 70-80%. Якщо насіння містить більше 15% твердого насіння, його пропускають через скарифікатори або подрібнювачі конюшини не менше ніж за п'ять днів до посіву або протруюють при температурі 40-41⁰С протягом п'яти днів. Для знищення збудників хвороб посівний матеріал обробляють препаратами, вибір яких залежить від видового складу шкідливих мікроорганізмів. Перед посівом його обробляють добривами на основі бору та молібдену. Для цього використовують висушені, дрібно

подрібнені солі бури - 60-80 г, борної кислоти - 40-50 г, аміачного молібдену натрію - 300-400 г, або аміачного молібдену - 400 г на вагу насіння. Обробку насіння бажано поєднувати з внесенням мікродобрих.

Літературні дані свідчать, що агроекологічні умови відіграють вирішальну роль у рості та розвитку люцерни протягом першого року життя. Ріст і розвиток люцерни значною мірою залежать від світла, температури, вологості та їх поєднання. Всі ці фактори мають сильний вплив на вибір конкретного способу і часу сівби, норми висіву тощо.

Традиційним методом вирощування люцерни на корм є посів її рядами під укриттям, як окремо, так і в травосумішах.

Однією з основних причин вирощування люцерни як покривної культури є її біологічна особливість давати найвищі врожаї на другий і третій роки життя. У перший рік свого життя люцерна поступається однорічним покривним культурам за врожайністю корму. З цієї причини багато дослідників рекомендують висівати люцерну разом з іншими однорічними культурами, щоб отримати більший вихід поживних речовин у рік посіву.

Основним недоліком попередник культур є те, що вони пригнічують ріст і розвиток люцерни, погіршують умови забезпечення світлом, водою та поживними речовинами. Ступінь їх негативного впливу значною мірою залежить від біологічних особливостей рослинної маси та кореневої системи. Ряд агротехнічних заходів і, перш за все, відповідне удобрення та зрошення можуть створити задовільні умови для забезпечення люцерни вологою та поживними речовинами при вирощуванні в теплицях. Умови освітлення та тривалість укриття залежать від правильного вибору покривної культури.

Найкращими весняними попередниками культурами є ті, які раніше залишають поле, не вирівнюються, утворюють меншу надземну масу і розвиваються повільніше. На практиці зазвичай використовують суміші вики,

гороху та вівса. Однак в умовах підвищеної вологості вика і горох рано сходять, створюють затінення і сильніше пригнічують люцерну. У цьому випадку ці культури слід скошувати, як тільки починає проростати покривна культура.

Люцерну слід висівати лише на добре очищених від бур'янів полях, інакше швидкорослі бур'яни пригнічуватимуть молоді рослини люцерни, які спочатку ростуть дуже повільно і тому ще більше пригнічуються, ніж покривні культури.

Кормову люцерну можна висівати рядами з різною шириною міжрядь або розкидним способом. В Україні люцерну переважно висівають з шириною міжрядь 15 см, тоді як збільшення ширини міжрядь призводить до зменшення врожаю сіна.

Оптимальна густина посіву люцерни (в перший рік використання) становить 160-180 рослин на 1 м² в степу, 190-220 рослин на 1 м² в лісостепу і 200-230 рослин на 1 м²) в Поліссі. Виходячи зі схожості та дефіциту полів у період спостережень, для досягнення 200-250 рослин на 1 м² в Лісостепу та Степу необхідно висівати 14-16 кг/га кондиційного насіння для ячменю та 15-16 кг/га для кукурудзи та проса. Збільшення норми висіву понад 18 кг/га, як правило, не призводить до збільшення врожаю зеленої маси або надмірного споживання насіння.

Як і для інших культур, строки посіву люцерни визначаються її біологічними особливостями, зокрема потребою в теплі та волозі. Люцерна проростає при температурі 1-2 градуси °C. Чим тепліший період посіву, тим швидше люцерна проростає і розвивається. Наприклад, якщо середньодобова температура повітря підвищується з 5 до 19-20⁽⁰⁾ °C, період появи сходів скорочується з 19 до 5 днів. Підвищення температури на 1⁰ скорочує період проростання приблизно на добу. Для повних сходів люцерни сума ефективних температур становить 102⁽⁰⁰⁾ °C.

Люцерну найкраще висівати влітку (червень, липень). Переваги літнього посіву значні: попередник (ячмінь, пшениця, вика або горохові суміші тощо) дає нормальний урожай; люцерна розвивається в оптимальних умовах - довгий день і високі температури; протягом першого року використання вона перебуває в доброму стані і використовується як дворічна люцерна; як правило, літні посіви більш чисті від бур'янів, ніж весняні посіви. Озимі або ранні ярі зернові висівають протягом 3-5 днів після початку сільськогосподарських робіт; у випадку проса та кукурудзи, коли температура ґрунту на глибині посіву становить 10-12°C. Посів у ці терміни дозволяє вдруге обробити ґрунт перед посівом і знищити бур'яни. При виборі часу і способу посіву люцерни головною метою є забезпечення максимального засвоєння поживних речовин.

В сільськогосподарському інституті в Пловдиві (Болгарія) були проведені дослідження продуктивності люцерни з використанням різних способів посіву. Люцерну висівали в чистому вигляді (контроль) та під різні культури (овес на зелену масу, зернові, вико-вівсяну суміш, нут, кукурудзу на силос).

Дані досліджень представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Збір кормових одиниць та перетравного протеїну при сівбі люцерни з різними покривними культурами, у % до контролю (чистий посів)

Рік використання	Показники	Без обклади нки	Під виглядом вівсянки	Під кукурудзяним силосом
Перший рік	Кормові одиниці	100,0	90,%	153,1
	Перетравлений протеїн	100,0	48,2	80,3

Другий Рік	Кормові одиниці	100,0	67,3	76,7
	Перетравлений протеїн	100,0	67,1	76,7
Загальна сума за перший та другий рік	Кормові одиниці	100,0	74,2	95,1
	Перетравлений протеїн	100,0	61,5	73,6

Таблиця 1.1 показує, що врожайність люцерни значно нижча (на 53,1%) у рік, коли вона висівається в полі, ніж люцерни, посіяної під кукурудзу на силос. Однак це стосується лише кукурудзи, оскільки люцерна залишається слабкою і низькорослою. Наступного року з тієї ж площі можна отримати приблизно на 25% менше кормових одиниць і перетравного протеїну.

Дуже хороші результати дає посів люцерни в суміші з викою. Овес і пшениця мають найбільш негативний вплив на врожайність люцерни під викою. На другий рік і за два роки використання в цілому найвищий вихід поживних речовин з гектара було отримано при посіві люцерни під викою [1]. Отже, якщо умови сприятливі для розвитку люцерни і в перший рік можна отримати понад 150 ц зеленої маси з гектара, перевагу слід надавати посіву у відкритий ґрунт. У відносно несприятливих умовах, коли в рік посіву отримують низькі врожаї, краще висівати люцерну під покрив (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Продуктивність люцерно-люцернової сівозміни (3 роки) залежно від способу сівби люцерни та типу покривної культури

Способи посіву люцерни	Суха маса врожаю, т/га		Загальна врожайність за 4 роки з 1 га
	Покривні культури та люцерна за рік посіву	Загальна кількість люцерни за 3 роки використан ня	Кормові одиниці
Безпокровний	2,84	29,95	28550
Під шаром вики з вівсом	4,93	27,52	28900
Під покрив пшениці	$\frac{3,11^*}{4,12}$	25,76	28040
Під покрив курудзи на зелений корм	7,06	28,82	32000

дала на 3450 (12%) кормових одиниць більше, ніж посів без покривної культури. Таким чином, можна зробити висновок, що кукурудза на зелений корм є найбільш підходящою культурою серед перелічених, оскільки вона менше пригнічує люцерну в рік посіву і забезпечує найвищий вихід поживних речовин у комбінації покривна культура-люцерна.

Для забезпечення нормального розвитку та перезимівлі люцерни важливо вчасно зібрати покривну культуру та прибрати з поля всі рослинні рештки.

Якщо під час основного обробітку ґрунту не вносили мінеральні добрива, люцерну підживлюють фосфорними та калійними добривами.

На достатньо зволжених ґрунтах рослини люцерни добре відростають після збирання покривної культури в рік посіву, а в зоні Лісостепу їх також скошують один раз. Восени, за 40-45 днів до закінчення вегетації, скошування проводять для того, щоб молоді рослини накопичили достатню кількість поживних речовин і сформували максимальну кількість бруньок у зоні кущіння. Висота останнього укосу повинна бути не менше 10 см. Там, де накопичується сніг, скошену траву залишають смугами шириною 0,5-1,2 м через кожні 10-15 м.

Для підвищення водопроникності ґрунту та зменшення шкідливого впливу водної ерозії рослини обробляють у жовтні, до закінчення вегетації, щілинними культиваторами ШП-3-70, ШН-5-40 або переобладнаними плоскорізами КПП-2,2 чи КПП-250А.

Чисті посіви люцерни та суміші з іншими травами боронують за один-два проходи голчастими або важкими боронами в перший рік і в наступні роки рано навесні. Осіннє обстеження травостоїв проводять навесні, на початку відростання. Для оцінки стану рослин використовують показники, наведені в таблиці 1.5.

Якщо посіви зріджені і не утворюють нормального травостою, їх пересівають або висівають інші культури. Якщо ґрунт надто ущільнений, бур'яни третього і наступних років заорюють у міжряддях дисковими боронами в складі боронувальних агрегатів. Диски мають малий кут атаки (15^0), щоб уникнути пошкодження коренів і зони кущіння люцерни.

Ефективною є також культивація ранньою весною за допомогою долото-подібних культиваторів на глибину 10 см з одночасним боронуванням. Долота розташовують на відстані 18-20 см один від одного.

Після кожного косіння на початку осені обробіть одну або дві смуги легкими боронами або важкими боронами і, за необхідності, підживіть посіви фосфорними або калійними добривами. Якщо взимку накопичується сніг, під час останнього косіння створіть смуги не ширше 1,2 метра через кожні 10-15 метрів. Обробляйте рослини до кінця вегетації. У другій половині жовтня проведіть інвентаризацію травостанів.

1.1. Способи збирання кормової люцерни

Існує багато способів збирання та використання зеленої маси люцерни, але всі вони можуть бути узагальнені наступним чином: Споживання у свіжому вигляді, сушіння, ферментація та хімічне консервування.

1.1.1. Сушіння трави - це технологія виробництва сіна навалом, яка включає скошування, змішування і тюкування, а також пресування, транспортування тюків і заготівлю або завантаження в сховища. Ці операції виконуються незалежно від того, чи виробляється сіно шляхом польового сушіння або активної аерації.

Сіно збирають за допомогою комбінації машин, що включає підбирач ПК-1,6А, транспортер для сіна КУН-10 та нову машину ПКУ-0,8, підбирач СПТ-60 та прес-підбирач для сіна СП-60, підбирач ПВ-6 та причіп 2ПТС-4.

1.1.2. Тюкування сіна. Сіно з оброблюваних земель та природних кормових угідь тюкують до вологості 27-30%. Тюки збирають і пресують за допомогою прес-підбирачів ПС-1,6, К-453 або ПРП-1,6. Прес-підбирачі найбільш ефективні, коли вага погонного метра валка становить 1,4-1,6 кг, а ширина не перевищує 1,4 м. Щільність маси люцерни регулюється залежно від її вологості (таблиця 1.3).

Останніми роками в господарствах все більше уваги приділяється хімічному зберіганню сіна. Це дозволяє значно зменшити залежність заготівлі сіна від погодних умов і зберігати його в умовах підвищеної вологості. Для консервування сіна використовують різні хімічні консерванти: органічні

кислоти, їх солі, ефіри та піросульфат натрію, який додають у пропорції від 0,5 до 0,6% від ваги сіна.

Органічні кислоти використовуються для хімічного консервування сіна з високим вмістом вологи (таблиця 2.2).

Таблиця 1.3

Допустима щільність тюків люцернового сіна за різної вологості

Вологість сіна при пресуванні, %.	Щільність, кг/м ³	
	Степ	Лісостеп
до 20	всі	всі
20 - 22	всі	180 - 200
23 - 25	190 - 210	160 - 180
26 - 28	170 - 190	140 - 160
29 - 31	150 - 170	120 - 140
32 - 35	130 - 150	100 - 120

Таблиця 1.4

Мінімальні дози консервантів у сіні

Назва консерванту	Споживання консервантів в залежності від вологості сіна		
	до 25 років	25 - 30 %	31 - 35 %
Суміш пропіонової та мурашиної кислот (83:17), л/т	13	15	18

Пропіонова кислота, л/т	16	18	-
КМНК з додаванням хлориду натрію, л/т	16	18	20

1.1.3. Особливості заготівлі подрібненого сіна. Заготівля подрібненого сіна дозволяє повністю механізувати всі технологічні процеси, починаючи від скошування трави в полі і закінчуючи роздачею корму тваринам.

Заготівля сіна за цією технологією передбачає сортування висушеної трави до вологості 35-40%, її подрібнення та завантаження на транспортні засоби, транспортування маси до місць сушіння, завантаження у вентиляційні системи складу та досушування до вологості 17% за допомогою активного вентилявання. Не рекомендується сушити траву до вологості нижче 35%, оскільки це призводить до значних механічних втрат листя і суцвіть внаслідок подрібнення та обдування робочими органами збиральних машин і під час транспортування до сховищ.

1.1.4. Силосування (ферментація) - процес консервування зелених кормів, при якому рослинна маса зберігається у вологому стані в ямах, траншеях, силосах або спеціальних сховищах - сховищах під герметично закритою плівкою. Ущільнений та ізольований від повітря корм ферментує. Він набуває кислуватого смаку, стає м'якшим, злегка знебарвлюється, але залишається соковитим. Існує два методи вилучення ферментів: холодний і гарячий. Метод холодного силосування називається так тому, що під час дозрівання силосної маси температура помірно підвищується (подекуди до 40⁽⁰⁾); оптимальна температура - 25-30⁽⁰⁾.

У цьому типі силосу культура подрібнюється відповідно до вимог і поміщається в контейнер для зберігання, який потім ущільнюється і герметично закривається до повного заповнення.

Під час процесу гарячого силосування силос заповнюється в кілька секцій. Зелена маса покривається шаром товщиною приблизно 1-1,5 метра, який повинен залишатися в такому стані протягом 1-2 діб. Під впливом повітря в ній розвиваються потужні мікробіологічні та ферментативні процеси, які підвищують температуру корму до 45-50⁽⁰⁾ °C. Далі накладається другий шар такої ж товщини, як і перший, який також підігрівається. Рослини в нижньому шарі під впливом високої температури розм'якшуються, ущільнюються під вагою нового шару корму, повітря витісняється, аеробні процеси припиняються і температура починає знижуватися.

Таким чином, весь силос заповнюється шар за шаром; верхній шар корму ущільнюється і герметично закривається, щоб захистити його від доступу повітря.

Сіно готують і зберігають для виробництва двома основними способами: у вирівняних земляних траншеях і в закритих вежах.

1.1.5. *Технологія тюкування сіна* - це прогресивна технологія заготівлі цієї сировини, яка полягає в наступному: Траву, скошену та висушену за традиційною технологією, збирають за допомогою прес-підбирачів ПРП-1,6 або ПСБ-1,6, призначених для тюкування сіна або соломи. Отримані тюки або рулони висушеної маси запечатуються поліетиленовою плівкою, потім транспортуються на край поля або ферми і складаються в штабелі. Новою особливістю цієї технології є те, що скошена трава ущільнюється в процесі пресування.

Переваги нової технології :

- Витрати палива на тонну заготовленого сіна зменшуються в 2,5-3 рази, якщо скошування трави та тюкування замінити пресуванням. Слід зазначити, що, залежно від фізіологічних особливостей худоби, не завжди є потреба у скошуванні трави.

- Завдяки герметизації та негайному закриттю сушених трав, втрати при зберіганні практично неможливі.

- Якість виробленого сіна значно покращується, оскільки дощ більше не може проникати в канави.

- Відсутність капітальних витрат на будівництво сховищ для зберігання сіна, таких як траншеї або вежі.

- Наземні траншейні сховища можуть використовуватися для зберігання вкритих плівкою тюків і рулонів сіна; в Україні 90-95% сіна зберігається саме в таких сховищах.

- усуває жорстку технологічну залежність між розміром сховища та кількістю сіна, заготовленого в будь-який момент часу.

- Сіно можна транспортувати на великі відстані для тривалого зберігання на кормових майданчиках, що дозволяє виробляти сіно в одних регіонах, де умови сприятливі, і згодовувати його в інших регіонах, де тваринництво є економічно вигідним.

- Питома металоємність заготівлі тонни такого корму зменшується в два і більше разів. Нова технологія вимагає лише прес-підбирачів для ущільнення маси, тоді як традиційна технологія вимагає подрібнювачів і важких колісних або гусеничних тракторів для подрібнення та пакування корму.

Шрот люцерни - високопоживний органічний продукт харчування. Поживна цінність одного кілограма такого шроту становить 0,78-0,9 к.од. з вмістом перетравного протеїну до 150 г і каротину до 300 мг. Для виробництва штучно висушених кормів необхідно організувати сировинний транспортер, який забезпечує подачу зеленої маси для сушіння в агрегатах АВМ-1,5А. Основу сировинного конвеєра повинні складати бобові культури, зокрема люцерна.

Для цього люцерну зрізають під час фази проростання, і вона повинна бути готова найпізніше до початку цвітіння. Барабанні сушарки в основному використовуються для штучного сушіння кормів. Під час процесу сушіння необхідно регулярно перевіряти вологість маси, що надходить у подрібнювач; вона повинна бути в межах 13-14%. Під час подрібнення і сепарації висушеної маси в циклоні вологість борошна знижується на 2-4% і залишається в межах 9-12%. Не можна допускати пересихання зеленої маси бобових, оскільки це збільшує втрати каротину і білка. Отримане борошно фасують у мішки, охолоджують протягом 2-3 днів під навісом, після чого ставлять на постійне зберігання.

1.1.6. Білковий концентрат з листя люцерни. Найціннішою частиною люцерни є листкова фракція. Листя люцерни містить в 2,2-2,5 рази більше білка, ніж стебло, набагато менше клітковини (до 14%) і набагато легше перетравлюється, ніж стебло. Ми розробили нову перспективну технологію фракційного збирання люцерни, яка передбачає відокремлення листової частини органічної рослини від стебел (комбайном), зберігання листя в окремих контейнерах та скошування і подрібнення безлистих стебел. Фракційне збирання бобових дає можливість отримати білковий концентрат з листя, а стебла використовувати як менш цінний корм для тварин у вигляді сіна або сінного молока.

Додавання білкового концентрату з листя люцерни з вмістом сухої речовини 22% (34% протеїну) до корму для свиней покращує поживну цінність амінокислот у кормі, підвищує засвоюваність поживних речовин і сприяє ефективному засвоєнню азоту. Заміна 25% корму на поживну цінність (30% протеїну) збільшує швидкість росту свиней і зменшує споживання корму на одиницю приросту живої маси.

З огляду на те, що листя люцерни має амінокислотний склад, який лише незначно відхиляється від "ідеального" білка, і що вони позитивно впливають

на продуктивні властивості тварин, їх рекомендують для виробництва як добавку до кормів, багатих на білок.

1.1.7. Аналіз можливостей інтенсифікації сушіння скошеної в полі трави

Щоб прискорити висихання трав, призначених на сіно і корм, іноді роблять спроби обробити рослини хімічними речовинами, які можуть блокувати життєдіяльність рослинних клітин. Випробовуються різні речовини, в тому числі гербіциди, десиканти та дефоліанти. Мурашина кислота, реглон і карбонат калію виявилися найефективнішими засобами. Наприклад, використання карбонату калію на траві може скоротити час збирання сіна на 1-2 дні порівняно з традиційним методом.

Недоліком обробки трав хімікатами є те, що вони не мають репродуктивних властивостей: діють переважно на листя, яке висихає набагато швидше, ніж стебла, навіть без обробки. Тому їх застосування призводить до збільшення механічних втрат. Деякі з них мають токсичну дію на трави або знижують подальшу продуктивність сіножатей. З цих причин використання хімічних препаратів для прискорення висихання трави не є поширеною практикою.

Існують також термічні методи інтенсифікації сушіння трав. Обробка трави відкритим полум'ям, парою або гарячими газами на корені, під час або після скошування призводить до того, що клітинні білки коагулюють і втрачають свою гідрофільність. Таким чином, трава швидко втрачає вологу і може бути використана як сіно або корм. Однак цей метод прискорення сушіння є дуже енергоємним і потребує до 50 кг нафти на тонну висушеної трави.

Електричні методи прискорення сушіння трав включають обробку трав електричними розрядами або струмами високої частоти. Суть електричних методів обробки полягає в тому, що високочастотні розряди або струми

зменшити стійкість рослинних клітин до вологості. Ці методи мають вибірковий вплив, який діє більше на стебла, ніж на листя, що призводить до нерівномірного висихання рослин. Однак ці методи споживають багато енергії і не є економічно ефективними.

При сушінні трав стебла висихають набагато повільніше, ніж листя. Це уповільнює процес збору врожаю. Прискоривши виділення вологи зі стебел, можна значно скоротити час сушіння, а отже, і втрату поживних речовин. Для цього просто пропустіть живці через прес-підбирач, обробіть стебла, відокремте їх і подрібніть.

Вирівнювання не тільки прискорює висихання всієї рослини в 1,5-3 рази, але й наближає швидкість висихання стебел до швидкості висихання листя. Такий спосіб прискорення сушіння ефективний у сприятливих кліматичних умовах. У вологому, сирому кліматі вирівнювання є ризикованим, оскільки рослини з вирівняними стеблами втрачають набагато більше поживних речовин під час опадів, ніж рослини з неvirівняними стеблами.

Проходження скошеної трави через вальці плющилки супроводжується розривом і втратою частини листової маси рослини. Згідно з дослідженнями Р. Корольової [9], втрати листя люцерни за вальцями плющилки можуть досягати 700 кг/га.

На початку 1970-х років з'явилися моделі косарок з плющилками, в основі яких лежить динамічна дія робочих органів на скошену траву. Плющилка складається з ротора [7], до якого кріпляться ріжучі головки з тонкого металевого дроту або штучних матеріалів, і направляючого корпусу, який охоплює машину на певній відстані. Якщо скошена трава потрапляє всередину направляючого кожуха, шар лусочок пошкоджується і стебла ламаються. В результаті утворюється пухкий валок або валок. Це збільшує час висихання трави в порівнянні з необробленою травою.

Слід зазначити, що використання кондиціонування для прискорення сушіння трави є суперечливим. Наприклад, багато англійських фермерів відмовляються від плющення через незначне скорочення часу сушіння. Фермери вважають, що ширина валка має більший вплив на швидкість висихання, ніж вирівнювання. Крім того, вирівнювання має ті ж недоліки, що і розрівнювання.

Ефективним заходом, який забезпечує більш інтенсивне виділення вологи з рослин, ніж згадані вище механічні методи, є розщеплення стебел уздовж. Така обробка покращує тепловіддачу за рахунок збільшення площі поверхні випаровування, що значно прискорює процес сушіння. Експериментальні результати показують, що рослини з розщепленими стеблами, зокрема овес, віддають вологу в 1,6 рази інтенсивніше, ніж рослини зі сплющеними стеблами.

Слід зазначити, що використання поздовжньої сепарації стебел для інтенсифікації сушіння трави ще не набуло широкого розповсюдження і все ще є предметом досліджень.

Ми знаємо, що здатність повітря поглинати вологу зменшується, коли воно насичене парою. Тому сушіння можна прискорити, злегка обдуваючи траву. Аерацію скошеної трави можна покращити, перемішуючи та перекочуючи її. Це зменшує щільність грудок і волога вивільняється інтенсивніше під час вентиляції. Крім того, недостатньо просушені рослини переміщуються з нижніх шарів у верхні, підвищуючи рівномірність сушіння.

М.І. Nash [10] повідомляє, що в багатьох країнах Західної Європи швидкість випаровування вологи з необробленої трави становить 0,5-1,0% на годину. Однак, якщо траву регулярно струшувати або перевертати, щоб забезпечити доступ повітря до нижніх шарів, швидкість висихання збільшується до 2% на годину.

Косіння особливо важливе в регіонах з вологим або нестабільним кліматом, оскільки найбільші втрати поживних речовин відбуваються через дощі та тривале висихання трави на землі.

Під час заготівлі сіна та кормів іноді застосовують комбіновану обробку, щоб пришвидшити висихання трави. Наприклад, одним із відомих методів є обробка трави електричним струмом, а потім її розрівнювання. Іноді траву також розрівнюють за допомогою нагрітих валків.

Ці комбіновані методи не дуже поширені, оскільки вони більше підходять для лікування травами в лікарнях, ніж для лікування на місці.

У виробництві сіна та кормів для тварин часто використовують комбінації механічних процесів. Ефективним заходом для прискорення сушіння трав є, наприклад, комбінація розрівнювання або розрівнювання і перемішування. Це особливо ефективно при заготівлі сіна або сінажу з бобових культур.

З метою скорочення часу сушіння трави в полі і, відповідно, втрат поживних речовин під час заготівлі сіна та кормів, розроблено різні методи інтенсифікації процесу, які можна розділити на п'ять груп: хімічні, термічні, електричні, механічні та комбіновані методи. Розроблені методи базуються на наступних принципах: Зменшення енергії, з якою волога зв'язується з клітинами рослин; створення сприятливих умов для випаровування вологи з рослин; ефективне використання сонячного тепла і здатності повітря поглинати вологу.

Одним з ефективних методів, який часто поєднується з вирівнюванням та кондиціонуванням, є регулярне перемішування та перевертання скошеної трави. Без цих заходів неможливо отримати якісне сіно. Тільки тоді трава може рівномірно висохнути. Однак ці процеси не позбавлені недоліків. Вони призводять до значних втрат поживних речовин, оскільки найцінніші частини рослини, такі як листя і суцвіття, зрізаються і використовуються як корм.

М.І. Nash [10] стверджує, що основною проблемою при сінокосінні є втрата листя. Вони відбуваються під час підготовки скошеної трави до згрібання і, в меншій мірі, під час наступних операцій. Навіть за найсприятливіших умов втрати листя можуть сягати 15% від маси трави.

Коли сухі рослини збирають або подрібнюють, кількість листя, що опадає з бобових, може становити до 50% від їхньої ваги. Якщо врахувати, що листові поверхні (маса листя і суцвіть) конюшини, наприклад, становить близько 50% від загальної маси рослини, то механічні втрати лише внаслідок цих процесів можуть становити до 25% врожаю сухої речовини.

Величина механічних втрат при розкиданні, згрібанні та перевертанні трави залежить від швидкості виконання цих операцій, стадії розвитку рослини, виду трави та погодних умов. Однак набагато сильніше на них впливають принцип технологічного процесу і конструктивні особливості робочих органів ворушилок.

2. ВИЗНАЧИТИ ПОТРЕБИ В ТЕХНІЦІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ ТА ЗАГОТІВЛІ СІНА

2.1. Розробка технологічної карти вирощування люцерни

Найважливішим технологічним документом для вирощування або збирання кожної культури на фермі є технологічна карта.

Технологічна карта - це документ, який представляє результати та перспективи розвитку технології виробництва певного продукту.

Це зведений план робочих процесів на весь період вирощування певної культури. Технологічна карта враховує конкретні природно-кліматичні умови, зону вирощування та особливості культури. Розробка технологічних карт є трудомістким процесом, тому їх створюють кожні два-три роки і щорічно оновлюють.

Організаційна структура складається з таких основних елементів:

- Перший стовпчик містить назви операцій, здійснених протягом періоду зростання;

- На наступній схемі показано оптимальний склад машинно-тракторних агрегатів (МТА).

- У наступній колонці надається технічна підтримка стандартів експлуатації та обладнання (змінна потужність, витрата палива, еталонна потужність);

- Другий - потреба в ресурсах (кількість технологічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і бригад (часові ресурси), палива і технологічних матеріалів);

- далі в таблиці показників ефективності та прибутковості.

Створюючи організаційну схему, бажано визначити чіткі потоки процесів,

Операції, об'єднані в серію операцій зі спільною метою (обробіток ґрунту, сівба, догляд, збирання врожаю), за умови, що операції в технологічному циклі пов'язані між собою агрономічними вимогами та часовими послідовностями. Для того, щоб операції були сумісними, календарні періоди повинні збігатися.

Проілюструємо процес створення технологічної карти на прикладі технологічної операції: розкидання валків. Склад агрегату МТЗ-82 + роторний розкидач.

Обсяг робіт визначається за формулою :

$$\Omega = F \cdot k, \text{га}, \quad (2.1)$$

де F – посівна площа в гектарах;

k – коефіцієнт множення операції.

Посівна площа $F = 100\text{га}$, коефіцієнт множення $k = 1$.

Наступний:

$$\Omega = 100 \cdot 1 = 100\text{га}.$$

Коефіцієнт варіації визначається за формулою :

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}}, \quad (2.2)$$

де T_{∂} – час використання приладу на добу в годинах;

$T_{зм}$ – Тривалість роботи команди, години.

Час роботи машини на добу взято з $T_{\partial} = 7\text{год}$. Тривалість робочої зміни .

$$T_{зм} = 7\text{год}.$$

Наступний:

$$K_{зм} = \frac{7}{7} = 1.$$

Змінна віддача визначається за такою формулою

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T_{зм}, \quad (2.3)$$

де $W_{год}$ – - погодинна продуктивність станції в га/год.

Наступний:

$$W_{зм} = 2.5 \cdot 7 = 17.5 \text{га/зм.}$$

Кількість одиниць n_a , необхідних для виконання запланованого на сільськогосподарський період обсягу робіт, визначається за формулою :

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p}, \quad (2.4)$$

де $D_{(р.)}$ - робочий час у днях;

У нашому випадку: $\Omega = 100$ га; $W_s = 15$; $K_{(s)} = 1$ (див. формулу 3.3); $D_p = 10$ днів.

Замінити дані, вказані в результаті, на :

$$n_a = \frac{100}{15 \cdot 1 \cdot 10} = 0,6,$$

ми приймаємо 1 одиницю.

Кількість відпрацьованих днів розраховується за наступною формулою:

$$D_\phi = \frac{\Omega}{n_a W_{зм} K_{зм}}, \quad (2.5)$$

Підставте значення у формулу та отримайте результат:

$$D_\phi = \frac{100}{1 \cdot 15 \cdot 1} = 6.7.$$

Ми приймаємо 7 днів.

Кількість стандартних змін, необхідних для виконання замовлення, розраховується за наступною формулою:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (2.6)$$

де $N_{зм}$ - кількість змін у стандарті.

$$N_{зм} = \frac{100}{17.5} = 5.71.$$

Необхідна кількість працівників розраховується за допомогою наступних формул:

$$n_m = m_{(m)} - n_{(a)} - K_{зм}, \quad (2.7)$$

$$n_e = m_{(e)} - n_{(a)} - K_{зм}, \quad (2.8)$$

де $n_{(m)}$ і n_e - відповідно кількість операторів машин та допоміжного персоналу, що обслуговують виробничу одиницю.

Визначте кількість операторів для цього процесу:

$$n_m = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ механічна.}$$

Ми також визначаємо кількість асистентів.

Кількість палива, необхідного для виконання роботи, визначається за наступною формулою:

$$G_n = \Omega \cdot g_n, \quad (2.9)$$

де g_n - витрата палива в кг/га е.

Витрата палива для системи кондиціонування складе :

$$G_n = 100 \cdot 3,5 = 350 \text{ кг.}$$

Витрати на оплату праці для виконання робіт розраховуються за наступною формулою:

$$W_{(p)} = (n_m + n_d) / W_s \cdot T_s \quad (2.10)$$

У нашому випадку це витрати на оплату праці:

$$Z_{(p)} = (1 + 0) / 17.5 \cdot 7 = 0.39 \text{ год/га.}$$

Продуктивність машин і тракторів в умовних одиницях розраховується за наступною формулою:

$$W_y = \lambda \cdot N_s \cdot T_s, \quad (2.11)$$

де W_y - випуск виробничої одиниці в умовних одиницях, наприклад, гектарах ;

λ - Орієнтовна погодинна продуктивність, наприклад, га/год.

Номінальна потужність кондиціонера наступна :

$$W_y = 1 \cdot 5.71 \cdot 7 = 40 \text{ т н.е./га.}$$

Як і в попередньому прикладі для кондиціонування повітря, ми проведемо решту розрахунків для заготівлі сіна.

Всі визначені дані вносяться у відповідні стовпчики блок-схеми.

2.2. Побудова графіка використання сільськогосподарської техніки

При створенні плану використання тракторів на осі x відкладається календарний період виконання робіт машиною в полі, а на осі y - приблизна кількість тракторів відповідних марок, необхідних для виконання запланованого обсягу робіт на фермі.

Кожна операція на діаграмі може бути представлена одним або декількома прямокутними квадратами, основою яких є тривалість операції в календарних днях, а висотою - кількість тракторів, задіяних в операції.

Програми для всіх запланованих моделей тракторів будуються на одному аркуші і в одному календарному масштабі. Якщо кілька операцій збігаються, прямокутники графіків для відповідних моделей тракторів перекриваються. Їх сумарна висота в перерізі, перпендикулярному осі календарного дня, відповідає кількості тракторів, необхідних в даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожен прямокутник кодується номером процесу, для якого

запрограмований трактор.

Орієнтовна кількість тракторів наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

ит на трактори

Марка трактора	Необхідна кількість
Трактори:	
Case	1
Джон-Дир	1
МТЗ-140	4
Фенд	1

Для створення календаря використання сільськогосподарських машин одночасно з календарем тракторів або після його створення. Як і в першому випадку, введіть дані календаря на осі x, а на осі y - назву та марку сільськогосподарської машини, а також загальну потребу в цій машині.

Використання сільськогосподарської техніки представлено на цих діаграмах лінією, паралельною осі x, довжина якої відповідає оціночній тривалості використання сільськогосподарської техніки для виконання технічного заходу у відповідному порядку величини. Над лінією вказана розрахункова кількість машин, задіяних у цій операції, а під лінією - номер цієї операції в переліку операцій, запланованих на даній ділянці.

Орієнтовна кількість необхідних сільськогосподарських машин наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Попит на сільськогосподарську техніку для заготівлі сіна

Сільськогосподарська техніка	Необхідна кількість
ПЕ-8	1
МВД-8	1
СП-11	1
БДТ - 8	11
КПС-8	1
Розкидач добрив	1
КР-420	1
ГВР- 6	1
830S	2
ПФ-0.5	1

3.ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГРАБЛІВ - ВОРУШИЛОК

Одним із способів зменшення механічних втрат під час змішування, згрібання та перевертання є вдосконалення робочих частин існуючих граблів та розробка нових - ворушилок, здатних м'яко ворушити траву.

Для цього проект пропонує відцентрові граблі - ворушилки, м'який вплив якого на траву досягається за рахунок створення повітряного потоку, який піднімає скошені рослини над стернею. Це зменшує взаємодію між рослинами та стернею і, відповідно, механічні втрати.

Запропонований робочий орган (рис. 4.1) складається з опори 7, встановленої на краю ротора 5, до якої прикріплений обертовий сепаратор 6 з підпружиненими зубами 1 і осаджувальним екраном 2. Один кінець осаджувального екрану взаємодіє з підпружиненими зубцями, інший кінець прикріплений до сепаратора 6 за допомогою шарніра 4. Ступінь взаємодії осаджувального травяного сектору з зубцями пружини регулюється обмежувачем 3. Ступінь прилягання травяної маси до зубів пружини встановлюється обмежувачем 3.

Коли ротор обертається, дефлектори діють як лопаті вентилятора, створюючи потік повітря, який зменшує контакт між рослинами і стернею. Крім того, дефлектори зменшують вібрацію граблів, збільшуючи термін їх служби.

Основне призначення валкоутворювача ВЦН-Ф-3 - згрібання конюшини з валків з вологістю 50...55%. Припустимо, що врожайність конюшини у вигляді зеленої маси становить 250 ц/га, а вологість на момент скошування - 80%. Мінімальна довжина рослин культури становить 0,2 метра, а висота скошеної трави перед тюкуванням - також 0,2 метра.

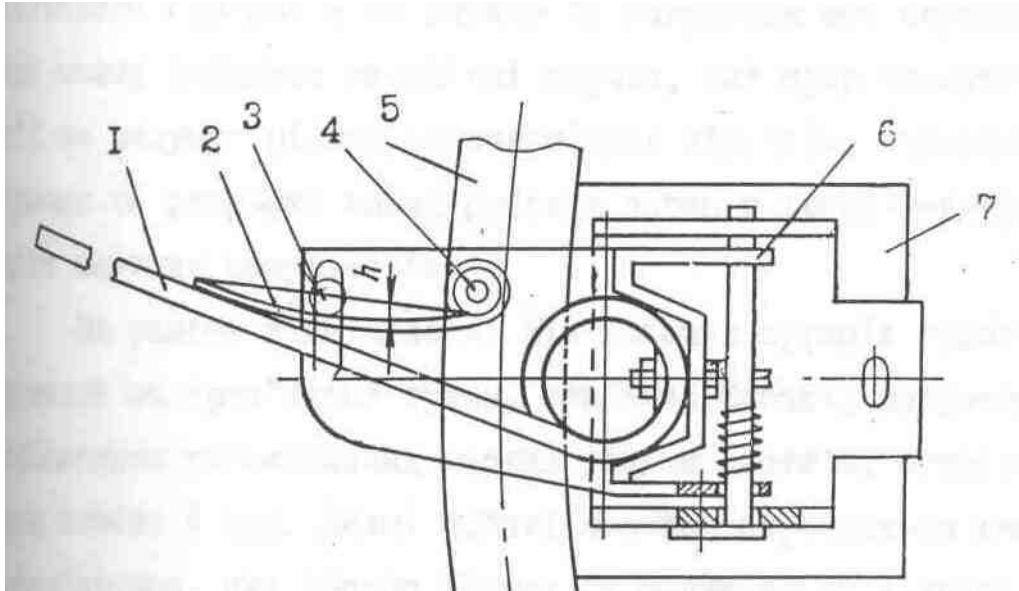


Рис. 3.1 - Схема удосконалення робочих органів ротаційних грабель-ворушилок.

- 1 – пружини зубці; 2 – вітровий щит; 3 - кришка; 4 - шарнір; 5 - обід ротора;
6 – поворотна обойма; 7 – кронштейн

Визначають граничне значення кута нахилу лап по відношенню до горизонту в найнижчій точці їх траєкторії по відношенню до поверхні поля за наступною формулою

(див. рис. 4.2):

$$\varphi_r = \arcsin(d / l_{\min}), \quad (3.1)$$

де l_{\min} – - мінімальна довжина скошеної культури, на яку розраховані граблі, в м ;

d – діаметр зубів, м.

Для існуючих граблів вона варіюється від 0,1 до 0,15 м, візьмемо $d = 0,12$ м.

Знаходять за формулою

$$\varphi_r = \arcsin(0.12 / 0.2) = 37^\circ$$

Оскільки кут зуба повинен бути більшим або дорівнювати граничному куту, ми використовуємо $^\circ \varphi = 40$

Робоча ширина кожного зуба визначається за наступною формулою:

$$b = d / \sin \varphi, \quad (3.2)$$

$$b = 0,12 / \sin 40^\circ = 0,187 \text{ м.}$$

Необхідна довжина внутрішньої та зовнішньої ніжок визначається за наступними формулами:

$$l \geq h \cdot l_{\min} / d, \quad (3.3)$$

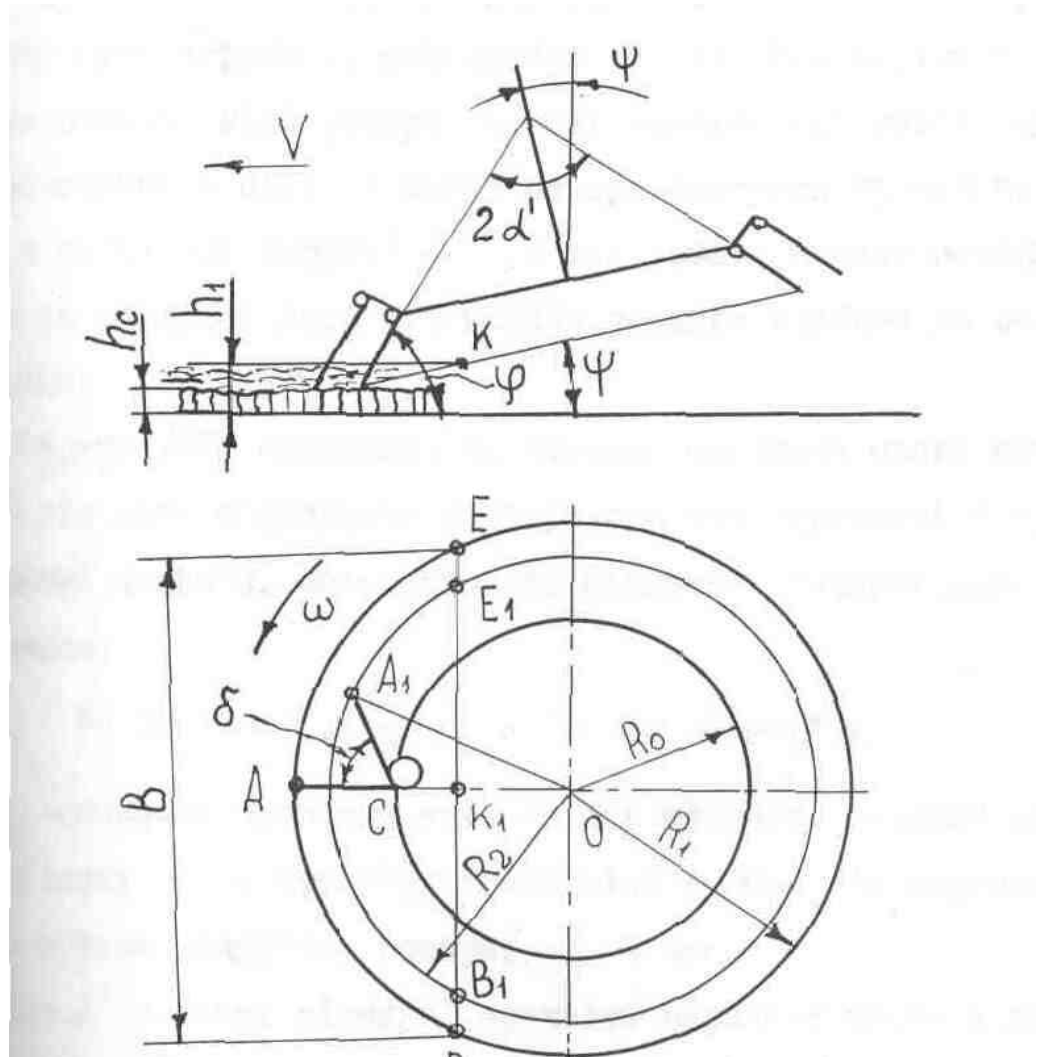


Рисунок 3.2- Схема для визначення найважливіших параметрів робочих компонентів

$$l_1 \geq l_{\min} \left[h/d + \sqrt{1 - (d/l_{\min})^2} \right], \quad (3.4)$$

де l_{\min} – - мінімальна довжина скошеної трави для згрібання

запланована машина;

d – Відхилення зубів ;

h – Безпечна висота краю ротора над поверхнею поля

$h = 0,06...0,15$ м [22]. Ми приймаємо $h = 0,08$ м.

$$l \geq \frac{0,08 \cdot 0,2}{0,12} \geq 0,133 \text{ м.}$$

$$l_1 \geq 0,2 \cdot \left[\frac{0,08}{0,12} + \sqrt{1 - \left(\frac{0,12}{0,2} \right)^2} \right] \geq 0,293 \text{ м.}$$

Ми приймаємо $l = 0,135$ м та $l_1 = 0,295$ м.

Радіус ротора визначається за формулою

$$R = \sqrt{l_1^2 \cdot \cos^2(\varphi - \psi) + R_0^2 + 2 \cdot R_0 \cdot l_1 \cdot \cos(\varphi - \psi) \cdot \cos \delta}, \quad (3.5)$$

де δ – кут відхилення зубців від їх радіального положення

$$\delta = 60^\circ;$$

ψ – Кут відхилення осі ротора від вертикалі. В існуючих граблях

$\psi = 5...7^\circ$, ми приймаємо $^\circ$; $\psi = 7$

l_1 – Довжина зовнішнього зуба, м. ;

R_0 – Радіус кола ротора, м. $R_0 = 1,1$ м.

$$R = \sqrt{0,295^2 \cdot \cos^2(40^\circ - 7^\circ) + 1,1^2 + 2 \cdot 1,1 \cdot 0,295 \cdot \cos(40^\circ - 7^\circ) \cdot \cos 60^\circ} = 1,24 \text{ м.}$$

Теоретична робоча ширина граблів визначається за наступною формулою:

$$B = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot R \cdot h_1 / \sin \psi - h_1^2 / \sin^2 \psi}, \quad (3.6)$$

$$B = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 1,24 \cdot 0,08 / \sin 7^\circ - 0,08^2 / \sin^2 7^\circ} = 2,35 \text{ м.}$$

Фактична робоча ширина визначається за формулою :

$$B_\phi = (0,18...0,24) + B$$

$$B_{\phi} = 0,2 + 2,35 = 2,55 \text{ м.}$$

Кількість зубів, встановлених на ободі ротора, визначається за формулою :

$$2 \cdot \pi \cdot \lambda / z = d / R \cdot \sin \alpha , \quad (3.7)$$

де λ – кінематичний параметр, який залежить від вологості трави, $\lambda = 0,3$ м ;

R – Радіус ротора, м. ;

d – Відхилення зубів ;

φ – Максимальне значення кута нахилу зубців по відношенню до горизонту ;

$$\frac{2 \cdot 0,3 \cdot \pi}{z} = \frac{0,12}{1,24 \cdot \sin 40^\circ}$$

$$z = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 1,24 \cdot \sin 40^\circ}{0,12} = 12,48 .$$

Округлимо отриману кількість граблин до найближчого парного числа.
Отримуємо $z = 14$.

3.1. Розрахунок показників операційної технології згрібання сіна.

Характеристика ділянки Поле займає площу 86 га. Ухил становить 2%, тип ґрунту - чорнозем. Врожайність: Зелена маса 200 ц/га; сіно при вологості 18% - 43,5 ц/га. Обладнання: МТЗ-80 + ВКН-Ф-3.

Розрахунок режимів роботи системи.

Згідно з рекомендаціями [22], допустима агротехнічна швидкість сільськогосподарської техніки для валкування та ворошіння становить від 7 до 10 км/год. В межах допустимих агротехнічних швидкостей коробки передач трактора підбирають з урахуванням таких умов

$$v_{\min} < v_{T.I} < v_{(\max)} \quad (3.8)$$

де $v_{(0) (\min)}$ та $v_{(v) 0 (\max)}$ - мінімальна та максимальна допустимі швидкості ГТА відповідно.

Трактор МТЗ-80 має наступні теоретичні швидкості руху, які відповідають вищезазначеній вимозі:

$$v_{(0) (T.II)} = 7.24 \text{ км/год};$$

$$v_{0 ((T.I) 0) (V) 0)} = 8.4 \text{ км/год};$$

$$v_{(T.V)} = 10.54 \text{ км/год}.$$

Оскільки VCN-F- є тяговою машиною, приведений опір розриву агрегату $R_{(pr)}$ може бути визначений на окремих шестернях за формулою :

$$R_{pr} = R_m + R_{(PIB)} \quad (3.9)$$

де $R_{(m)}$ - межа міцності на розрив робочих елементів, що не приводяться в рух БП.

$R_{(PTO)}$ - це додаткове тягове зусилля, яке трактор може розвинути за рахунок енергії, що споживається верстатом через вал відбору потужності.

Значення R_m визначається за наступною формулою:

$$R_m = K_{((v) (i) Bp + (m) (f_m + \frac{i}{100})} \quad (3.10)$$

де $K_{(vi)}$ - питомий опір зубів кронштейна при русі на i -й передачі, в кН ;
 $(W_{(p)})$ - робоча ширина машини, м ($W_{(p)} = 3,3$) ;

$G_{(m)}$ - вага машини, у кН;

$f_{(m)}$ - коефіцієнт опору коченню машини ;

i - нахил ділянки, % ($i=2$).

Згідно з даними, коефіцієнт опору коченню знаходиться в межах $f_m = 0,06-0,08$. Приймаємо $0,07$. Вибираємо $0,07$. Вага автомобіля становить $G_m = 9,31$ кН.

Питомий опір сільськогосподарської машини при русі на другій передачі визначається за формулою :

$$K_{vi} = K_0 [1 + \Delta (v_{pi} + v_{(0)})], \quad (3.14)$$

де $K_{(0)}$ - питомий опір сільськогосподарської машини при швидкості руху $v_{(0)} = 5$ км/год, кН/м ;

Δ - швидкість збільшення опору сільськогосподарської машини при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год.

$v_{(pi)}$ - робоча швидкість на іншій передачі в км/год.

Згідно з $\Delta = 0,02 \dots 0,03$. Приймаємо $\Delta = 0,02$.

Згідно з [22], зуб культиватора має питомий опір $K_0 = 0,7-0,9$ кН/м при швидкості руху $v = 5$ км/год.

Оскільки робоча швидкість машини ще не відома, припускається, що вона ідентична теоретичній швидкості трактора.

Визначте питомий опір обраних шестерень:

$$K_{(vIII)} = 0.8[1+0.02(7.24-5)]=0.8 \text{ кН/м,}$$

$$K_{(vIV)} = 0.8[1+0.02(8.4-5)]=0.82 \text{ кН/м,}$$

$$K_{(vV)} = 0.8[1+0.02(10.54-5)]=0.86 \text{ кН/м.}$$

Якщо ми використаємо значення питомого опору, то отримаємо опір коченню машини на обраних передачах:

$$R_{III} = 0,8 \cdot 3,3 + 9,31 \left(0,07 + \frac{2}{100} \right) = 5,64 \text{ кН}$$

$$R_{IV} = 0,82 \cdot 3,3 + 9,31 \left(0,07 + \frac{2}{100} \right) = 5,76 \text{ кН}$$

$$R_{V} = 0,86 \cdot 3,3 + 9,31 \left(0,07 + \frac{2}{100} \right) = 5,98 \text{ кН}$$

Додаткове тягове зусилля, яке трактор може розвинути в результаті потужності, що використовується для приводу зубців ротора через карданний вал, визначається за наступною формулою:

$$R_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \cdot \eta_{mp}}{v_p \cdot \eta_{ВВП}} \quad (3.15)$$

де $N_{(ВВП)}$ - потужність, в кВт, що використовується для приводу робочих органів сільськогосподарської машини ВВП.

$\eta_{(tr)}$ - коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора, $\eta_{tr} = 0,92$;

$\eta_{(ВВП)}$ - ефективність ВВП трактора, $\eta_{(ВВП)} = 0,95$;

$v(p)$ - робоча швидкість пристрою в км/год.

Згідно з [24], потужність, необхідна для приводу робочого обладнання від трактора (вал відбору потужності), становить $N_{((\text{вал відбору потужності}))} = 15 \text{ кВт}$.

Обчислити значення $R_{(GDP)}$ для всіх вибраних передач:

$$R_{VII} = \frac{3,6 \cdot 15,92}{7,24 \cdot 0,95} = 7,2 \text{ кН}$$

$$R_{VII} = \frac{3,6 \cdot 15,92}{8,4 \cdot 0,95} = 6,2 \text{ кН}$$

$$R_{VII} = \frac{3,6 \cdot 15,92}{10,54 \cdot 0,95} = 4,96 \text{ кН}$$

Якщо ми використаємо відповідні мінімальні та максимальні значення $R_{(PIV)}$ та $R_{(m)}$, то результат буде наступним

$$R_{(I) ((pr III) (min))} = 5,64 + 7,2 = 12,84 \text{ кН}$$

$$R_{prIVV} = 5,76 + 6,2 = 12,84 \text{ кН}$$

$$R_{(r V)} = 5,9 + 4,94 = 10,86 \text{ кН}$$

Робоча швидкість приладу визначається за наступною формулою:

$$V_p = V_i \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.16)$$

де δ - коефіцієнт буксування трактора у %.

$$V_{p \min} = 7,24 \left(1 - \frac{13}{100} \right) = 6,29 \text{ км/год}$$

$$V_{pIV} = 8,4 \left(1 - \frac{11}{100} \right) = 7,5 \text{ км/год}$$

$$V_{p \max} = 10,54 \left(1 - \frac{9}{100} \right) = 9,59 \text{ км/год}$$

Визначаємо коефіцієнт зчеплення трактора з ґрунтом за формулою :

$$\eta = \frac{R_{npi}}{P_{гак}} \quad (3.17)$$

де $P_{(гак)}$ - сила тяги на гаку трактора в кН.

Для трактора МТЗ-80: $P_{(гак)} = 14,0$ кН; $P_{(гак)} = 14$ кН; $P_{гак} = 11,5$ кН. [24]

$$\eta_3 = \frac{12,84}{14} = 0,92$$

$$\eta_4 = \frac{11,96}{14} = 0,85$$

$$\eta_5 = \frac{10,86}{11,5} = 0,94$$

Ось чому провідне колесо трактора є третім колесом.

Визначення технічних та експлуатаційних характеристик агрегату.

Продуктивність агрегату за робочу годину можна розрахувати за наступною формулою:

$$W = 0.1 B_p V_p \tau, \quad (3.18)$$

Ступінь використання зміни - τ .

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (3.19)$$

де T_p) час роботи системи протягом робочого періоду в годинах ;

$T_{(shift)}$ - тривалість зміни, в годинах ($T_{shift} = 7$ годин) ;

Кінематичні параметри машини визначаються для обґрунтування значення змінного коефіцієнта використання часу.

Виходячи зі специфікацій технологічного процесу для цієї операції та конструкції робочої машини, ми обираємо човниковий метод переміщення блоку.

Коефіцієнт використання ходу розраховується за наступною формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (3.20)$$

де L_p) - середня довжина борозни, в метрах;

L_x) - середня питома довжина мінімуму, м.

Середня довжина забігу визначається за наступною формулою:

$$L_p = L - 2E \quad (3.21)$$

де L - довжина хребта в метрах.

E - ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги залежить від типу повороту:

$$E_p = 3R + \quad (3.21)$$

де R - радіус повороту машини в метрах ;

e - довжина одиниці товару, в метрах.

Тип обертання визначається умовою :

$X_n < 2R$ - Інверсія

де $X(n)$ - відстань між центральними лініями сусідніх проходів одиниці m e .

Робоча ширина для валкування визначається за наступною формулою:

$$B_p = \beta B_{(k)}$$

де β - коефіцієнт використання робочої ширини. Припустимо, що він становить $\beta = 0,96$.

$w_{(k)}$ - це запланована робоча ширина машини, тобто $W_{(k)} = 3$ м.

Отже:

$$B_p = 0,96 \cdot 3 = 2,86 \text{ м.}$$

Таким чином, радіус повороту під час згрібання є наступним

$$R_3 = 3,2 \cdot 2,86 = 6,9 \text{ м.}$$

Довжина виводу обчислюється за наступною формулою:

$$e = (0,50 \dots 0,75) l_k \quad (3.22)$$

де l_k - кінематична довжина одиниці в метрах.

$$l_k = l_{mp} + l_{(m)}$$

де $l_{(mp)}$ і $l_{(m)}$ - кінематичні довжини трактора або сільськогосподарської машини в метрах.

У нашому випадку :

$$l_{mp} = 1,3 \text{ м ;}$$

$$l_m = 4,5 \text{ м.}$$

Отже:

$$l_k = 1,3 + 4,5 = 5,8 \text{ м.}$$

Інсталяція будить нашу маму:

$$e = 0,6 \cdot 5,8 = 3,48 \text{ м.}$$

Визначення ширини поворотної смуги

$$E_p = 3 \cdot 6,9 + 3,48 = 24,98 \text{ м};$$

Середній робочий хід можна отримати за наступною формулою

$$L_p = 850 - 2 \cdot 24,18 = 801,64 \text{ м}$$

Якщо ви знаєте середню довжину пробігу, вам потрібно визначити середній питомий час холостого ходу, який розраховується за формулою, що базується на стилі водіння та радіусі повороту:

$$L_x = 6R + 2e \quad (3.23)$$

Якщо ви вставите дані у формулу, то отримаєте

$$L_x = 6 \cdot 6,9 + 2 \cdot 3,48 = 48,36 \text{ м.}$$

Тому ступінь використання робочого процесу однаковий

$$\varphi = \frac{801,64}{801,64 + 48,36} = 0,94.$$

Чистий час роботи приладу визначається за наступною формулою

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{п.з.} + T_{в.оп} + T_{ін})}{1 + \tau_{нов}} \quad (3.24)$$

де $T_{(tech)}$ - час, витрачений на обслуговування Арегата в годинах;

$T_{(п.з.)}$ - підготовчий та заключний час роботи (обслуговування станції, підготовка робочих документів тощо), години (0,14-0,3). Вважаємо, що $T_{п.з.} = 0,3$ години;

$T_{(v.о)}$ - Час на відпочинок та задоволення особистих потреб оператора, год (0,3-0,5) $T_{(mz)}$ приймаємо $T_{v.о} = 0,35$ год;

$T_{(other)}$ - інші витрати часу, включаючи: витрати часу, пов'язані з погодинною оплатою праці, організацією роботи та характеристиками процесу, $T_{other} = 0,35$.

$\tau_{(td)}$ - коефіцієнт часу обертання.

Розрахуйте час, необхідний для технічного обслуговування, за формулою

$$T_{(tech)} = 7 t_s, \quad (3.25)$$

де $t(s)$ - тривалість зупинки блоку в годинах.

Тривалість технічної зупинки для згрібання або перемішування становить [22] від 0,02 до 0,03 години. Ми припускаємо, що $t_{(h)}$ дорівнює 0,03 години є:

$$T_{(tech)} = 7 \cdot 0,03 = 0,21 \text{ години.}$$

Значення коефіцієнта часу реакції розраховується за наступною формулою:

$$\tau_{нов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (3.26)$$

$$\tau_{нов} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06$$

Це означає, що прилад працюватиме довше в чистоті:

$$T_p = \frac{7 - (0,21 + 0,3 + 0,35 + 0,35)}{1 + 0,06} = 5,46 \text{ Ха;}$$

Ступінь використання потужностей при позмінній роботі :

$$\tau = \frac{5,46}{7} = 0,78;$$

У цьому випадку продуктивність агрегату за відпрацьовану годину дорівнює

$$W = 0,1 \cdot 5,76 \cdot 9,59 \cdot 0,78 = 4,3 \text{ га/год;}$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

На додаток до загальних правил охорони праці в сільськогосподарському виробництві, існує низка специфічних вимог, яких слід дотримуватися при заготівлі та зберіганні сіна.

Перед початком сінокосіння оператори та працівники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки та протипожежного захисту.

Перед початком роботи переконайтеся, що машини обладнані склоочисниками, гаками та іншими засобами для очищення активних частин машини.

Під час транспортування зуби ріжучого бруса повинні бути закриті захисними кожухами.

Перед запуском циркулярної косарки переконайтеся, що під ротором немає сторонніх предметів, а ротори та ножі надійно закріплені.

Перед запуском і під час роботи переконайтеся, що перед машиною нікого немає.

При використанні підбирача ПК-1.6А не тягніть сіно під стрічку транспортера, коли ввімкнений карданний вал.

Внутрішню частину екскаватора видно лише тоді, коли відкидна стінка заблокована.

Коли навантажувально-розвантажувальна техніка причеплена до трактора, ширина колії передніх коліс трактора повинна бути не менше 1400 мм, а задніх коліс - не менше 1900 мм [4].

Заборонено використовувати зарядні пристрої КУН-10, ПКУ-0,8 та ПФ-0,5:

Використовувати для інших цілей ;

піднімати вантажі, що перевищують вагу, зазначену в технічних характеристиках;

Працює при великих навантаженнях і під час грози;

Потужне гальмування та круті повороти при максимальному навантаженні;

Керування навантаженим возом сіна зі швидкістю понад 10 км/год та навантажувачем зі швидкістю понад 4 км/год;

Під час паркування залишайте робочі елементи у піднятому положенні;

Відірвіть частину сіна від тюка під час повороту машини;

працювати без ковша з баластом не менше 900 кг, прикріпленим до задньої частини трактора.

Не використовуйте візок СПТ-60:

Робота з перевернутим тілом без необхідності захисних опор;

використовуйте схили для їзди ;

Залиште ящик із сіном на стоянці;

Не повертайте пристрій з розрядженим акумулятором.

Під час збирання сіна кількість прес-підбирачів на копиці не повинна перевищувати шести. Їх слід розміщувати на відстані не менше 1,5 метра від краю скирти [4].

Не використовуйте прес-підбирач для підйому або спуску людей з тюка.

Сіно слід тюкувати тільки вдень, коли швидкість вітру не перевищує 10 метрів на секунду.

Щонайменше за 25 метрів від стогу сіна є місце, де можна відпочити та поїсти.

Після завершення укладання палі оточують брандмауером шириною не менше 3 метрів і встановлюють блискавкозахисні щогли, які повинні бути на 2-2,5 метра вище висоти палі. Для заземлення використовується дріт діаметром не менше 7 мм. Зона захисту щогли становить приблизно 7-8 м [4; 6].

Під час збирання тюкованого сіна забороняється штовхати сіно на підбирач, а також виконувати ремонт, регулювання або очищення робочих органів на місці під час роботи машини.

Рухомі та обертові частини, робочі вузли та механізми кормозаготівельних машин і обладнання оснащуються захисними кожухами, а біля особливо небезпечних вузлів і механізмів встановлюються

попереджувальні знаки.

Трактори та супутня техніка, а також самохідні кормозбиральні комбайни повинні бути обладнані двосторонньою сигналізацією (звуковою або іншою) для обслуговуючого персоналу, аптечкою та ємністю для питної води (флягою-термосом) [6].

Проектування і технічна експлуатація систем вентиляції та електричних скерт повинні відповідати чинним нормам технічної експлуатації електроустановок у сільській місцевості та правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок у сільськогосподарському виробництві [6].

Для живлення повітрянагрівачів для сушіння сіна необхідно встановити пристрій захисту та контролю струму витoku.

Для активної вентиляції можна використовувати тільки вентилятори з герметичними двигунами та вентиляторами. Вентилятори з електродвигунами повинні бути оснащені пристроями захисту від вібрації, щоб запобігти тертю лопатей об корпус.

При сушінні сіна в приміщенні вентилятори повинні бути встановлені зовні, на відстані не менше 1 метра від негорючих стін і 2,5 метра від горючих стін, а в стогах сіна - на відстані не менше 2,5 метрів. Повітропроводи повинні бути виготовлені з негорючих матеріалів. Місце встановлення вентилятора має бути огорожене дерев'яною огорожею або решіткою [6].

Вхідний отвір вентилятора повинен бути закритий металевою решіткою з отворами розміром не більше 25×25 мм.

Для обслуговування всього електрообладнання повинен бути передбачений загальний щит управління, розташований на негорючій стіні або на окремій рамі (на відстані не менше 5 метрів від місця зберігання), у відповідному негорючому ящику, оснащеному запірним пристроєм.

Кабель живлення повинен бути надійно захищений від механічних пошкоджень.

Не прокладайте кабель на вологому ґрунті.

Піднімаючи жолоб у робоче положення, переконайтеся, що шарніри підйомного механізму повністю висунуті, а рама жолоба знаходиться у стійкому положенні.

Вентиляційні канали та люки повинні перевірятися та очищатися під наглядом відповідальної особи.

Для запобігання потраплянню води в двигун вентиляційної установки під час дощу необхідно встановити кришку.

Сіносховища, що використовуються для сушіння сіна, повинні бути забезпечені вогнегасниками, водою та піском, відрами та лопатами. Сирти повинні бути обладнані блискавкозахистом.

Повинні бути передбачені спеціальні місця для відпочинку, куріння, зберігання та поповнення спорядження.

Протипожежні відстані між закритими стайнями та будівлями та іншими спорудами є наступними 50 м.

Заборонено:

Не починайте роботу, не переконавшись, що всі захисні пристрої на машинах та обладнанні встановлені належним чином;

Перевірка, регулювання та усунення несправностей робочих органів кормозбиральних комбайнів під час руху, а також обладнання та електричної системи під час роботи двигуна;

Під час роботи або на холостому ході очищайте від трави ріжучі органи, рухомі та обертові частини машин і механізмів, а також змащуйте ланцюги,

підшипники та інші деталі, що труться;

Для портативного освітлення використовуйте джерело живлення з напругою вище 12 В ;

під час заготівлі сіна використовувати трактори та техніку без іскрогасників та вогнегасників;

Запобігає витоку і розливу палива і мастила під час заправки і змащування тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки;

Покладіть тюки сіна під лініями електропередач;

не залишайте вентиляційне обладнання без нагляду під час грози;

Під час витягування трактором дренажного каналу зі стерні не наближайте до кабелів ближче ніж на 10 метрів;

задимлення та розпалювання пожежі в системі сушіння сіна.

Перед введенням вентилятора в експлуатацію переконайтеся, що він надійно закріплений, що привідні ремені натягнуті, що крильчатка легко обертається і що всередині вентилятора немає сторонніх предметів.

Вентиляційні системи в корівнику слід вмикати поступово. Не вмикайте два або більше вентиляторів одночасно. Пускачі вентиляторів слід розміщувати в легкодоступних місцях [6].

Не залишайте кондиціонери без нагляду.

Правила пожежної безпеки особливо важливі при використанні рідинних повітрянагрівачів:

Не зберігайте паливо та мастильні матеріали поблизу повітрянагрівача;

Не розміщуйте ємності з паливом ближче ніж за 5 метрів від повітрянагрівача;

Система подачі палива завжди повинна бути в ідеальному стані;

Очищайте форсунки та рефлектори раз на день;

Перед запуском камера згоряння повинна бути продута повітрям, а заслінка вентилятора повинна бути повністю відкрита;

З'єднання між теплообмінником і камерою згоряння повинно бути водонепроникним;

При вимкненому передпусковому підігрівачі паливо не повинно потрапляти в камеру згоряння.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

Доцільність впровадження інновацій підтверджується їх економічною ефективністю. Інновація повинна не тільки відповідати базовій версії, але й перевершувати її за певними параметрами.

В економічних розрахунках ефективності використання машин на механізованих роботах в основному використовуються прямі і приведені експлуатаційні та трудові витрати. Всі складові експлуатаційних витрат поділяються на три групи: витрати, що залежать від балансової вартості машин, встановлених норм амортизації і терміну служби машин; витрати на оплату праці; витрати, що залежать від кількості фактично відпрацьованих годин і витрат паливно-мастильних матеріалів. Співвідношення між прямими операційними витратами та одиницею продукції (продуктивністю) називається собівартістю одиниці продукції. Економічна ефективність проекту розраховувалася за умови, що розроблена ворошилка використовується для скошування люцерни на пасовищах. Базовим варіантом був агрегат, що складався з трактора МТЗ-80 і стандартних граблів - культиватора ВЦН-Ф-3.0. Нова серія машин складається з того ж трактора та вдосконалених граблів. Необхідні для розрахунків дані (табл. 10.1) були взяті з довідкової літератури /30, 31, 32/.

Розрахунки економічної ефективності були проведені відповідно до методології /33/.

Ми розраховуємо витрати на оплату праці за наступною формулою:

$$W_n = M/W, \quad (5.1)$$

де М - кількість працівників ;

W - продуктивність , га/год.

Витрати на оплату праці під час роботи бази та нових агрегатів

$$w_{(n)} = W_b = 1/3,4 = 0,29 \text{ год/га,}$$

Питомі прямі операційні витрати розраховуються за наступною формулою:

$$C_{(pit)} = C_{op} + C_m + C_p + C_{to}, \quad (5.2)$$

де $C_{(op)}$ - оплати праці, в грн./га;

$C_{(pmm)}$ - вартість спожитих паливно-мастильних матеріалів, в грн/га;

$C_{(r)}$ - відрахування на реновацію, грн/га;

$C_{(a)}$ - витрати на ремонт та обслуговування, в грн/га.

Таблиця 5.1

Дані для розрахунку коефіцієнту ефективності витрат

Індикатори.	Базовий агрегат	Новий агрегат
Кількість працівників	1	1
Відрахування на реновацію, %.		
Трактора	10	10
Машини	14,2	14,2
Ставка відрахувань на ремонт, %.		
Трактора	13	13
Машини	7	7
Річне навантаження, в годинах		
Трактора	1600	1600
Машини	150	150

Витрата пального, кг/га (всього)	1,3	2,5
Балансова вартість, грн.		
Трактора	68580	68580
Машини	4450	6020

Витрати на оплату праці можна визначити за наступною формулою:

$$C_{op} = \frac{k \cdot T(1 + \alpha)}{W}, \quad (5.3)$$

де k - фонд оплати праці, $k = 1.375$;

T - ставка, грн/га;

α – доплата за класність, $\alpha = 20\%$.

Потім приходиться винагорода:

для базової та нової версії

$$C_{(op)}^{(n)} = C_{(op)}^{(b)} = \frac{1,375 \cdot 7,3(1 + 0,2)}{3,4} = 3,5 \text{ грн/га.}$$

Вартість реструктуризації розраховується за наступною формулою:

$$C_{(p)} = \frac{B_t q_t}{100 T_t W} + \frac{B_m q_m}{100 T_m W}, \quad (5.4)$$

де B_t та B_m - балансова вартість трактора або машини в гривнях;

q_t , q_m - річна ставка відрахувань на оновлення тракторів та машин, %;

$(T(t) T_m)$ - стандартне річне навантаження на трактор і машину в годинах.

Витрати на реструктуризацію склали

для базового блоку

$$C_{(p)}^{(b)} = \frac{68580 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 3,4} + \frac{4450 \cdot 14,2}{100 \cdot 150 \cdot 3,4} = 2,50 \text{ грн/га,}$$

для нового відділу

$$C_{(p)}^{(n)} = \frac{68580 \cdot 10}{100 \cdot 1600 \cdot 3,4} + \frac{6020 \cdot 14,2}{100 \cdot 150 \cdot 3,4} = 2,95 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування розраховуються за аналогічними формулами, але щорічні витрати на оновлення замінюються щорічними витратами на ремонт.

Для базового блоку

$$C_{(to)}^{(b)} = \frac{68580 \cdot 13}{100 \cdot 1600 \cdot 3,4} + \frac{4450 \cdot 7}{100 \cdot 150 \cdot 3,4} = 2,25 \text{ грн/га.}$$

Для нової серії машин

$$C_{(to)}^{(n)} = \frac{68580 \cdot 13}{100 \cdot 1600 \cdot 3,4} + \frac{6020 \cdot 7}{100 \cdot 150 \cdot 3,4} = 2,47 \text{ грн/га.}$$

Витрати на паливно-мастильні матеріали розраховуються за наступною формулою:

$$C_{((pmm))} = GC, \quad (5.5)$$

де G - витрата палива в л/га ;

Це комплексна ціна пального, в грн/літр.

Загальна вартість пального, включаючи пускове пальне та різні мастильні матеріали, становить 13,0 грн. за літр за поточними цінами.

Витрати на паливо та мастильні матеріали є наступними:

для базового блоку

$$C_{pm)} = 1,3 \cdot 53,0 = 68,90 \text{ грн/га,}$$

для нової серії машин

$$C(\text{pmm}_0) = 2,5 \cdot 53,0 = 132,50 \text{ грн/га.}$$

Конкретні прямі експлуатаційних витрати, таким чином, є наступними

для базового блоку

$$C(\text{yama}) = 3,5 + 2,50 + 2,25 + 68,90 = 76,85 \text{ грн/га,}$$

для нової серії машин

$$C(\text{pit}^{(n)}) = 3,5 + 2,95 + 2,47 + 132,50 = 141,42 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, покращення граблів призводить до збільшення експлуатаційних витрат.

Це пов'язано зі збільшенням вартості техніки.

Однак запропонована модернізація машини може зменшити втрати поживних речовин на 10%, а це означає, що запропонована машина дасть змогу збільшити додаткову пружію

Вміст поживних речовин в 1 кг сіна конюшини в середньому становить 0,45 кормових одиниць. Таким чином, впровадження удосконалення зменшить втрати поживних речовин на $\frac{0,45 \cdot 10}{100} = 0,045$ кормових одиниць.

Ми знаємо, що поживна цінність одного кілограма вівса відповідає одній кормовій одиниці. При закупівельній ціні на овес 4000 грн/т, або 4 грн/кг, впровадження розкидача означає грошовий еквівалент $0,045 \cdot 4 = 0,18$ грн на кілограм сіна. При врожайності сіна 35 центнерів з гектара, додаткове виробництво може бути виражене в грошовому еквіваленті наступним чином

$$D_{\text{п}} = 3500 - 0,18 = 630 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, впровадження запропонованого вдосконалення виробництва призведе до додаткового виробництва продукції на 630 грн/га та зменшить втрати під час заготівлі сіна.

Таблиця 5.2

Основні економічні показники

Назва показника	Граблі - ворушилки		відхилення +,-
	серійні	улучшені	
Затрати праці, люд/год	0,29	0,29	0
Прямі експлуатаційні затрати, грн/га в тому числі :	76,85	141,42	65,66
Оплата праці	3,5	3,5	0
Відрахування на реновацію	2,50	2,95	0,45
Витрати на ремонт	2,25	2,47	0,22
Витрати на паливно-мастильні матеріали	68,9	132,5	63,6
Річний економічний ефект, грн.	-	22617,2	-
Термін окупності, в роках	-	1,0	-

Річний економічний ефект від використання машини розраховується за наступною формулою:

$$E_{p.эф} = [(C_{пит})^б - (C_{пит})^н + D_{п}] \cdot F \quad (5.6)$$

де F – посівна площа, на якій машина може бути використана для заготівлі сіна, га, $F = 40$ га.

$$\text{Тоді } E_p = (76,85 - 141,42 + 630) \cdot 40 = 22617,2 \text{ грн.}$$

Визначимо період амортизації запропонованої машини за наступною формулою

$$O = \frac{B_m - B_B}{E_p} \quad (5.7)$$

$$O = \frac{6020 - 4450}{22617,2} = 0,07 \text{ рік.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності представлені в таблиці 5.2.

Дані таблиці 5.2 показують, що впровадження у виробництво вдосконаленої валкової косарки ВЦН-Ф-3.0 дає річний економічний ефект у розмірі 22617,2 грн завдяки зменшенню втрат поживних речовин під час заготівлі сіна.

ВИСНОВКИ

1) Сушіння трави в полі є невід'ємною частиною будь-якої технології сінокосіння. Під час цього процесу втрачається не тільки волога, але й поживні речовини через біохімічні процеси, ріст мікроорганізмів та вимивання опадами. Ці втрати збільшуються зі збільшенням тривалості сушіння в полі. Їх можна зменшити, інтенсифікувавши цей процес.

2 Найпоширенішими методами прискорення сушіння скошеної трави є перемішування, формування та перевертання валка. Для цих операцій використовуються різні типи граблів. На особливу увагу заслуговують граблі-ворушилки. Вони характеризуються простотою конструкції, низькою металоємністю і надійністю.

3 Недоліком граблів з відцентровими граблинами є те, що вплив граблин на зв'язану траву неминуче призводить до зрізання і втрати найцінніших частин рослини: листя, суцвіть і кінчиків стебел.

4. Одним із способів зменшення механічних втрат при переміщенні, згрібанні та перевертанні трави є вдосконалення існуючого робочого обладнання та розробка нового обладнання з ворушильними гребінками, які можуть м'яко впливають на траву.

5. Запропоновано конструкцію робочого органу відцентрових граблів - ворушилок, щадний вплив яких на траву досягається за рахунок створення потоку повітря, що піднімає скошені рослини над стернею.

6. Впровадження у виробництво вдосконаленої валкоутворювача ВЦН-Ф-3.0 матиме річний економічний ефект 22617 грн. за рахунок зменшення втрат поживних речовин під час сінокосіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаркавий А.Д., Бабич А.О., Нарчилевич І.В., Мотельчук Д.Д. Патент України № 20101 А, А01D84/00, А01D87/10, 25.12.97. Бюл. 6.
2. Гаркавий А.Д., Бабич А.О., Вірусов О.В., Нарчилевич І.В., Власкін Б.І., Яценко М.Ф. Патент України № 22583, А01D 84/00, 17.03.98.
3. Авторське свідоцтво № 718048, А01D83/00, 28.02.80, З.С. Фейгін, Б.К. Пастухов, Ф.І. Куршаков.
4. авторське свідоцтво № 651750, А01D 83/00, 15.03.79, бюл. № 10, А.Ф. Мухін, Б.К. Пастухов, М.П. Алексеєнко, В.І. Василенко, Е. Турсункулов, З.С. Фейгін, А.П. Алексеєв.
5. Гаркавий А.Д., Кондратюк Д.І. Еластичні робочі органи в сінозбиральних машинах // Матеріали науково-виробничої конференції: Наукове забезпечення агропромислового комплексу Полісся. - С.159.
6. Кондратюк Д.І. Режими роботи відцентрових валкових косарок для збирання сіна на конюшинових луках // Бюлетень Центрального науково-дослідного інституту сільськогосподарського машинобудування, Вінниця. Вінниця, №27-94, - 4 с.
7. Кондратюк Д.Г., Гаркавий А.Д. Теоретичні основи захоплення відокремлених рослинних частинок повітряним струменем при русі травостою // Механізація та електрифікація сільського господарства. К.: Урожай, 1993 - Випуск 78 - с. 16-18.
8. Використання техніки в сільському господарстві / В.Ю, П.А. Жолос та ін.; за ред. В.Я. Ільченка та Ю.П. Нагірного - К.: Урожай, 1996. 384с.

9. Керування машинами та тракторами для сільськогосподарського виробництва.

/ В.Я. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін. - К. : Урожай, 1993. 288 с.

10. Ондаренко М.Г., Демещук В.А. Будова та використання машин і тракторів у рослинництві: Підручник. -К. Вища школа, 1995. 237с.

ДОДАТКИ