

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНИЙ
Завідувач кафедри агроінженерії та
технічного сервісу, к.т.н., професор
_____ І.В. Гунько
«_____» _____ 2024 р.

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту
на тему «РОЗРОБКА МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ЗАГОТІВЛІ СІНА З
МОДЕРНІЗАЦІЄЮ КОНСТРУКЦІЇ ВОРУШИЛКИ»
ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ

Виконав: студент групи АІ-20-4
Побережний Павло Віталійович

Керівник: к.т.н., доцент
_____ Солона О.В.

2024 р.

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АІ та ТС, к.т.н., професор

_____ І.В. Гунько

« _____ » _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт**

студенту _____ *Побережному Павлу Віталійовичу*

на тему: *Розробка механізованого процесу заготівлі сіна з модернізацією конструкції ворушилки*

затверджену наказом № 344 д від 19.09.22 р.

Термін подання дипломного проєкту

на кафедру для попереднього захисту _____

Вихідні дані для проєкту

Вид роботи – модернізація конструкції ворушилки.

Методичні вказівки для виконання бакалаврської роботи

Підручники і навчально-методичні посібники.

Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТЕІ, тощо).

Технічна та довідникова література

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ.

1. Аналіз способів заготівлі кормів.

2. Конструктивно-технологічні передумови удосконалення процесу заготівлі сіна.

3. Розрахунок основних параметрів процесу і машини

Висновки.

Список використаної літератури.

Додатки.

Перелік графічного матеріалу:

1. Ворушилка ВЦН-Ф-3,0 (ВЗ) – А1;

2. Робочий орган (СК) – А1;

3. Деталювання – А1;

4. Технологічна карта – А1.

Завдання видано _____

Завдання прийняв до виконання _____ П.В. Побережний
(підпис)

Керівник _____ О.В. Солона, к.т.н., доцент
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ.....	6
1.1. Вирощування люцерни.....	6
1.2. Опис способів заготівлі кормів з люцерни.....	15
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАГОТІВЛІ СІНА.....	25
2.1. Складання технологічної карти вирощування люцерни.....	25
2.2 Побудова графіка використання тракторів	28
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин.....	29
2.4 Патентний аналіз конструкцій машин для ворущіння і перевертання скошених трав	30
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ І МАШИН...32	
3.1. Необхідність удосконалення і розрахунок основних параметрів граблів- ворушилки.....	32
3.2 Розрахунок показників операційної технології згрібання трави.....	36
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44
ДОДАТКИ.....	48

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розробка механізованого процесу заготівлі сіна з модернізацією конструкції ворушилки</i>			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.	Побережний П.									4	48
Перевір.	Солона О.В.										
Реценз.											
Н. Контр.	Солона О.В.										
Затверд.	Гуцько І.В.				ВНАУ гр. АІ-20-4						

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво має в розпорядженні значну кількість технологій заготівлі сіна та сінажу. Але яка б не була між ними різниця, невід'ємним процесом будь-якої технології є сушіння 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.

Найбільш розповсюдженими способами прискорення сушіння скошеної трави є ворухіння 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. Особливої уваги заслуговують ротаційні граблі – ворушилки. Переважають вони простою конструкцією, низькою металоємністю та надійним виконанням технологічного процесу.

Недоліком граблів – ворушилок є те, що дія робочих органів на прив'ялену траву неминуче призводить до оббивання і втрачання найбільш цінних, в кормовому відношенні, частин рослин – листків, бутонів, суцвіть та верхівок стебел рослин. При виконанні операцій існуючими граблями – ворушилками ці втрати можуть досягати 20% маси вихідної сухої речовини трави. Це не тільки зменшує збір сіна, але й суттєво впливає на його цінність, тому що втрачені частини рослин за вмістом поживних речовин в 2...3 рази перевищують стебла.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ

1.1. Вирощування люцерни

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. Вона вважається культурою степу, де частка її посівів становить до 75-80 % серед багаторічних трав, для зони лісостепу - відповідно 45-50 %, на поліссі - до 25 %.

В кормових сівозмінах господарств люцерна займає і повинна займати основне місце.

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.

Люцерну вирощують в польових, кормових, ґрунтозахисних та інших сівозмінах, на запільних ділянках. У польових сівозмінах її використовують переважно півтора - два роки, в інших сівозмінах та на запільних ділянках – два-чотири роки.

Для нормального розвитку і росту люцерни посівної необхідно щоб ґрунт мав рН в межах 6,0-7,2. На ґрунтах з підвищеною кислотністю у рослин порушується проростання насіння, погіршується режим живлення не вистачає легкозасвоюваних речовин, пригнічується робота бульбочкових бактерій. Тому кислі ґрунти необхідно вапнувати.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Значний вплив на формування урожаю насіння бобових, в тому числі і люцерни посівної, мають фосфорні та калійні добрива, які вносять відповідно із врахуванням покривної культури та наявної кількості в ґрунті у вигляді доступних для рослин форм. Якщо в основне удобрення фосфорно-калійні туки не вносили, то їх слід внести в підживлення восени чи рано весною з розрахунку по 45-50 кг/га діючої речовини.

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.

Встановлено, що високі дози мінеральних азотних добрив, істотно послаблюють біологічну фіксацію азоту з атмосфери, внаслідок чого економічна ефективність добрив стає нерентабельною. Сумішки люцерни посівної із злаковими травами (грястицею збірною, вівсяницею очеретяною, стоколосом безостим, тимофіївкою лучною та іншими), залежно від частки кожного компоненту та родючості ґрунтів, потребують середніх (n_{45-60}) та високих (n_{90-150}) доз азотних добрив.

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. Поверхнєве 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 айр-20. Добрива змішують автотранспортом сівалок сзу-20 та установкою утс-30.

Для транспортування і внесення пиловидних добрив застосовують машини руп-10, руп-14, мтп-10, мтп-13. Для навантаження і вивантаження добрив використовують навантажувачі пг-0,2, екскаватор пе-0,8б, фронтальний навантажувач пф-0,7б.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Мікроелементи, бор, марганець, молібден, цинк, кобальт, залізо, магній, відіграють важливу роль в відростанні та розвитку люцерни. Завдяки перерахованим елементам балансують мінеральне живлення рослин, підвищують їх продуктивність та якість урожаю, стійкість проти хвороб, морозо - та посухостійкість.

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, оскільки огріхи не можна ліквідувати і вони негативно впливають на якість поливу і збирання, на стеблестій 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 насінневе ложе для отримання дружніх сходів. Культура чутлива до забур'яненості, особливо в початковій фазі її розвитку.

Система обробітку ґрунту залежить від попередника і від строку посіву люцерни.

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 лушення дисковими знаряддями на глибину 8-10 см. Поля, засмічені осотом і іншими коренепаростковими бур'янами обробляють на глибину 10-12 см лемішними лушцильниками. Через 2-3 тижні, якщо необхідно, лушення повторюють.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

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

Площі з під різних культур орють відразу ж після збирання врожаю. У боротьбі проти бур'янів доведена висока ефективність оранки ярусними плугами (ПЯ-3-35) порівняно із оранкою звичайними плугами.

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.

Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння люцерни боронами ВНІС-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 неуцільненому 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 ґрунт, знищує сходи й розетки бур'янів, при цьому ґрунт 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

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

одночасним боронуванням. При цьому добре зарекомендував себе культиватор УСМК-5,4, який широко застосовують у господарствах для передпосівного обробітку під багаторічні трави.

Під післяукісні й післяжнивні посіви люцерни, слідом за збиранням першої культури, поле обробляють дисковими луцильниками на глибину 5-6 см, а в посушливих умовах - дисковими боронами, після чого розпушують ґрунт на 8-10 см з наступним обробітком БП-3 на 5-6 см та кільчасто-шпоровими котками.

В умовах достатнього зволоження орють на глибину 14-16 см з одночасним коткуванням і боронуванням. На ущільнених ґрунтах після дискових знарядь їх розпушують плоскорізами залежно від стану ґрунту на глибину 18-25 см. Доцільно використовувати комбінований агрегат. Прикочування посівів є обов'язковим заходом.

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. Доцільно поєднувати протруювання й обробку насіння мікроелементами.

З літературних джерел відомо, що агроекологічні умови відіграють вирішальну роль для росту і розвитку люцерни в перший рік життя. В найбільшій мірі ріст і розвиток люцерни залежить від режиму освітлення, температурного фактору, вологозабезпеченості та взаємного поєднання їх. Всі ці фактори в великій мірі впливають на вибір того чи іншого способу і строку посіву, норми висіву тощо.

При вирощуванні люцерни на корм застосовують звичайний рядковий спосіб посіву під покрив, в чистому вигляді або в травосумішах.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		10

Однією з основних мотивацій підпокровних посівів люцерни є її біологічна особливість формувати максимальний урожай на другий і третій роки життя. В перший рік життя люцерна за збором кормових одиниць поступається однорічним покровним культурам. Тому за рекомендаціями багатьох дослідників люцерну, як правило, висівають з іншими однорічними культурами з метою одержати в рік посіву більший збір поживних речовин.

Головним недоліком покровних посівів є те, що культури, під які підсівають люцерну, пригнічують її ріст і розвиток, погіршують світловий, водний і поживний режими. Рівень їх негативного впливу в великій мірі залежить від біологічних особливостей формування вегетативної маси і кореневої системи. Комплексом агротехнічних заходів і, перш за все, правильним застосуванням добрив, зрошенням можна створити задовільні умови для забезпечення вологою і елементами живлення люцерни під покривом. Стосовно світлового режиму і тривалості перебування її під покривом, вони залежать від правильного вибору покровної культури.

Із ярих покровних культур кращими вважаються такі, які раніше звільняють поле, не вилягають, утворюють меншу надземну масу і розвиваються повільніше. На практиці частіше за все використовують вико- і горохо-вівсяні сумішки. Проте в умовах підвищеної вологості вика і горох рано вилягають, затіняють і сильніше пригнічують люцерну. В таких випадках посіви слід скошувати одразу, як тільки покровна культура почне вилягати.

Особливої уваги заслуговують безпокровні весняні і літні посіви люцерни. Їх слід розміщувати лише на добре очищених від бур'янів полях, інакше швидкорослі бур'яни заглушають молоді сходи люцерни, які спочатку ростуть дуже повільно і тому пригнічуються ними навіть сильніше, ніж покровними зерновими.

Люцерну на корм можна сіяти рядковим способом з різними міжряддями або врозкид. В Україні люцерну сіють, в основному, сівалками з міжряддями 15 см, при збільшенні ширини міжрядь спостерігається тенденція до зниження урожаїв сіна.

Оптимальна густота травостою люцерни становить (в перший рік використання) в Степу - 160-180, Лісостепу - 190-220, на Поліссі - 200-230 рослин на 1 м². Виходячи з показників польової схожості та зрідженні в підпокровний період,

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

щоб одержати 200-250 рослин на 1 м² у Лісостепу і в Степу, під ячмінь треба висівати 14-16, під кукурудзу та просо - 15-16 кг/га кондиційного насіння. Збільшення норми висіву понад 18 кг/га, як правило, не підвищує врожаність зеленої маси й призводить до перевитрати посівного матеріалу.

Як і у інших культур, у люцерни строк посіву обумовлений біологічними особливостями і головним чином її вимогами до тепла і вологи. Люцерна дає сходи при температурі 1-2⁰ С. Чим тепліший період сівби, тим швидше сходять і розвивається люцерна. Наприклад, при підвищенні середньодобової температури повітря з 5 до 19-20⁰ С тривалість появи сходів скорочується з 19 до 5 днів. Підвищення температури на 1⁰ призводить до скорочення періоду появи сходів приблизно на добу. Для повної появи сходів люцерни необхідна сума ефективних температур 102⁰ С.

Найкраще сіяти люцерну влітку (червень, липень). Переваги літнього посіву значні: попередник (ячмінь, пшениця, викові або горохові сумішки і ін.) дає нормальний урожай; розвиток люцерни проходить в оптимальних умовах — довгий день і високі температури; на наступний, фактично перший рік використання вона знаходиться в доброму стані і використовується як люцерна другого року життя; як правило, літні посіви бувають більш чистими від бур'янів, ніж весняні.

Підсів під озимі зернові або ранні ярі зернові культури, проводять у перші 3-5 днів від початку польових робіт; під просо і кукурудзу тоді, коли на глибині загортання насіння температура ґрунту становить 10-12 С. Сівба у такі строки дає можливість провести другий передпосівний обробіток ґрунту і знищити сходи бур'янів.

При виборі строків і способів посіву люцерни, перш за все ставиться завдання — забезпечити максимальний збір поживних речовин.

Дослідження по продуктивності люцерни при різних способах посіву проводились в сільськогосподарському інституті в Пловдиві (Болгарія). Люцерну висівали в чистому вигляді (контроль) і під покрив різних культур (вівса на зелену масу, на зерно, викової сумішки, нуту, кукурудзи на силос).

Дані досліджень наведені в табл. 1.1.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Збір кормових одиниць і перетравного протеїну при посіві люцерни з різними покривними культурами, в % до контролю (чистого посіву)

Рік викорис-тання	Показники	Без покриву	Під покрив вівса на зерно	Під покрив кукурудзи на силос
Перший рік	Кормові одиниці	100,0	90,%	53,1
	Перетравний протеїн	100,0	48,2	80,3
Другий рік	Кормові одиниці	100,0	67,3	76,7
	Перетравний протеїн	100,0	67,1	76,7
Разом за перший і другий рік	Кормові одиниці	100,0	74,2	95,1
	Перетравний протеїн	100,0	61,5	73,6

З даних табл. 1.1 видно, що в рік посіву безпокривний посів за збором кормових одиниць з 1 га значно поступається (на 53,1 %) люцерні, посіяній під покрив кукурудзи на силос. Проте, урожай формується лише за рахунок кукурудзи, так як люцерна залишається слабкою і низькорослою. На наступний рік з тої ж площі отримують приблизно на 25 % менше кормових одиниць і перетравного протеїну.

Дуже добрі результати отримують при сівбі люцерни під покрив викової суміші. Найбільш негативний вплив на урожайність підпокривної люцерни має овес та зерно. На другий рік і в цілому за два роки використання найбільший збір поживних речовин з 1 га забезпечив безпокривний посів люцерни. Тому, якщо є сприятливі умови для розвитку люцерни і ще в перший рік можна отримати більше 150 ц зеленої маси з гектара, надавати перевагу безпокривному посіву. При відносно несприятливих умовах, коли в рік посіву одержують низькі урожаї, люцерну краще сіяти під покрив (табл. 1.2).

Аналізуючи дані табл. 1.2 по продуктивності люцерни і покривних культур (разом) видно, що найбільший збір кормових одиниць за 4 роки життя люцерни забезпечив посів її під покрив кукурудзи на зелений корм, при якому зібрали на 3450 (12 %) кормових одиниць більше, ніж при безпокривному посіві. Отже, можна зробити висновок, що з перерахованих посівних культур найпридатнішою є

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		13

кукурудза на зелений корм, так як вона найменше пригнічує люцерну в рік посіву і забезпечує найбільший збір поживних речовин в ланці “покривна культура-люцерна”.

Для нормального розвитку і перезимівлі люцерни важливо своєчасної в стислі строки зібрати покривну культуру, вивезти з поля всі рослинні рештки. Якщо під основний обробіток ґрунту не вносили мінеральні добрива, травостій підживлюють фосфорними та калійними добривами.

Таблиця 1.2

Продуктивність сівозміни “покривна культура-люцерна” (3 роки) залежно від способу посіву люцерни і виду покривної культури

Спосіб посіву люцерни	Збір сухої маси, т/га		Вихід в сумі за 4 роки життя з 1 га
	Покривних культур і люцерни в рік посіву	Люцерни в сумі за 3 роки використання	Корм. одиниць
Безпокривний	2,84	29,95	28550
Під покрив вики з вівсом	4,93	27,52	28900
Під покрив пшениці	$\frac{3,11^*}{4,12}$	25,76	28040
Під покрив кукурудзи на зелений корм	7,06	28,82	32000

На достатньо зволжених ґрунтах після збитрання покривної культури травостої люцерни посівної добре відростають і в рік сівки, а в зоні Лісостепу навіть дають один укіс. Восени за 40-45 днів до кінця вегетації її скошують, щоб молоді рослини нагромадили достатню кількість поживних речовин і утворили максимальну кількість бруньок у зоні кушення. Висота останнього скошування має становити не менше 10 см. Для нагромадження снігу через кожні 10-15 м залишають нескошений травостій смугами шириною 0,5-1,2 м.

Для підвищення водопроникнення ґрунту, зменшення шкідливої дії водної ерозії в жовтні перед припиненням вегетації, посіви обробляють щілинорізами ЩП-3-70, ЩН-5-40 або переобладнаними плоскорізами КПП-2,2 чи КПП-250А.

Чисті посіви люцерни та сумішки з іншими травами першого і наступних років використання, рано весною боронують в один-два сліди голчастими або важкими боронами. На початку відростання травостою проводять весняну інвентаризацію посівів за методикою осінньої для оцінки стану рослин використовують порказники табл..2.5.

Якщо травостій зріджений і не забезпечує нормального стеблестою, його пересівають або підсівають інші культури. У разі переущільнення ґрунту трави третього і наступних років вегетації обробляють впоперек рядків дисковими луцильниками в агрегатів з боронами. Диски встановлюють під невеликим кутом атаки (15^0), щоб вони не підрізали коренів і якнайменше травмували зону кушення люцерни.

Ефективне також і ранньовесняна культивування, культиваторами обладнаними долотами, на глибину до 10 см з одночасним боронуванням. Долота встановлюють на віддалі 18-20 см. Після кожного скошування пускають голчасті або важкі борони в один-два сліди, на початку осені, а вразі потреби травостій підживлюють фосфорними або калійними добривами. Для нагромадження снігу взимку під час останнього с кошування залишають нескошені смуги шириною до 1,2 м через кожні 10-15 метрів. Перед припиненням вегетації проводять щілювання посівів. У другій половині жовтня здійснюють оцінку посівів інвентаризацією.

1.2. Опис способів заготівлі кормів з люцерни

Відомо багато способів збирання та використання зеленої маси люцерни, проте всі вони переважно зводяться до наступних: використання в свіжому вигляді, висушування (зневоднення), заквашування (силосування) та хімічне консервування.

Висушування трави на сіно - технологія заготівлі розсипного сіна включає операції скошування, ворущінні та підбору маси з валків з укладкою в копиці, перевезення копиці та скиртування чи завантаження в сховище. Виконуються ці

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

операції незалежно від того, заготовляється сіно методом польової сушки чи активним вентиляванням.

Здійснюється заготівля сіна комплексом машин, які складаються з підбирача-копнувача ПК-1,6А, серійного копицевоза КУН-10 та нової машини ПКУ-0,8, підбирача-стогаутворювача СПТ-60 та стоговоза СП-60, підбирача-ущільнювача ПВ-6 і тракторного причепа 2ПТС-4.

Заготівля пресованого сіна. Сіно сіяних та природних кормових угідь пресують при вологості 27 – 30 %. Підбирають та пресують валки прес-підбирачами ПС-1,6, К-453 або рулонними прес-підбирачами ПРП-1,6. Найбільш ефективно працюють прес-підбирачі, якщо маса погонного метра валка складає 1,4 – 1,6 кг при ширині не більше 1,4 м. Щільність пресування маси люцерни регулюється в залежності від її вологості (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Допустима щільність пресування сіна з люцерни в тюки при різній вологості

Вологість сіна при пресуванні, %	Щільність, кг/м ³	
	Степ	Лісостеп
до 20	будь яка	будь яка
20 - 22	будь яка	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

В останні роки в нашій країні все більше уваги приділяють хімічному консервуванню сіна. При цьому значно зменшується залежність заготівлі сіна від погодних умов, його можна зберігати з підвищеною вологістю. Для консервування сіна використовують різні хімічні консерванти – органічні кислоти, їх солі, ефіри, піросульфат натрію, якого вносять у кількості 0,5 – 0,6 % від маси сіна.

Для хімічного консервування сіна підвищеної вологості використовують органічні кислоти (табл. 1.4).

Особливості заготівлі подрібненого сіна. Заготівля сіна в подрібненому вигляді дозволяє повністю механізувати всі технологічні операції – від скошування трави в полі до роздавання корму тваринам.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		16

Приготування сіна за цією технологією включає підбір пров'яленої до 35 – 40 % вологості трави з подрібненням та навантаженням в транспортні засоби; перевезення маси до місць досушування; завантаження її на вентиляційні установки сховищ та досушування до вологості 17 % активним вентиляванням. Пров'ялювати траву до вологості нижче 35 % не варто, тому що це призводить до значних механічних втрат листя та суцвіття рослин, які виникають внаслідок подрібнення і видування їх робочими органами збиральних машин та в процесі перевезення до місць зберігання.

Таблиця 1.4

Мінімальні дози внесення консервантів в сіно

Назва консерванту	Витрати консерванту в залежності від вологості сіна		
	до 25 %	25 – 30 %	31 – 35 %
Суміш пропіонової і мурашиної кислот (83:17), л/т	13	15	18
Пропіонова кислота, л/т	16	18	-
КНМК з добавкою кухонної солі, л/т	16	18	20

Силосування (заквашування) – спосіб консервування зеленого корму, при якому рослинна маса зберігається у вологому стані в ямах, траншеях, силосних баштах чи спеціальних сховищах - герметичні сховища з плівки. Корм, ущільнений та ізольований від потрапляння повітря, зброджується. Він набуває кислого смаку, стає більш м'яким, дещо змінюється в кольорі, але залишається соковитим.

Відомі два способи силосування: холодний і гарячий.

Холодний спосіб силосування називається так тому, що під час дозрівання силосу в ньому відбувається помірне підвищення температури (в деяких шарах до 40⁰С), оптимальною температурою рахується 25-30⁰С.

При такому силосуванні скошену рослинну масу, якщо потрібно, подрібнюють, укладають в сховище з одночасним ущільненням до повного наповнення та герметизують.

При гарячому способі силосування силососховище наповнюють по частинам.

Зелену масу укладають не щільно, шаром біля 1-1,5 м, яка повинна лежати в такому стані 1- 2 дні. При доступі повітря в ній розвиваються потужні мікробіологічні та ферментативні процеси, в наслідок чого температура корму піднімається до 45-50⁰С. Потім вкладають другий шар такої ж товщини, як і перший, і він також піддається розігріванню. Рослини, які знаходяться в нижньому шарі стали м'якими під дією високої температури, ущільнюються під вагою нового шару корму повітря витискається, як наслідок припиняються аеробні процеси і температура починає знижуватися.

Так, шар за шаром заповнюють усе силососховище; самий верхній шар корму ущільнюють та щільно укривають для захисту від повітря.

Сінажування зеленої маси люцерни. Сінаж в раціоні великої рогатої худоби може бути основним трав'янистим кормом.

Сінаж - корм консервований при вологості 35-55%. Наукове обґрунтування мікробіологічних процесів сінажування обґрунтовано у 1936-1938 роках А.М. Міхіним. У зв'язку з широким інтервалом вологості (35-55%) вивчення процесів інтенсивності бродіння, що впливають на поживну цінність корму мають значне наукове та практичне значення.

У виробництво рекомендовано два основні способи приготування і зберігання сінажу: в наземних облицьованих траншеях та в герметичних баштах.

Рулонна технологія заготівлі сінажу - прогресивна технологія заготівлі такої сировини, суть її полягає в наступному: скошену і пров'ялену по традиційній технології траву підбирають пресами типу ПРП-1,6 або ПСБ-1,6, які призначені для пресування сіна чи соломи. Одержані рулони або паки пров'яленої маси герметизують поліетиленовою плівкою, а потім відвозять на край поля або ферму і там штабелюють. Новим у технології є ущільнення подрібненої трави методом пресування.

Переваги нової технології:

- у 2,5 - 3 рази зменшуються витрати палива на 1 т заготовленого сінажу за рахунок заміни операцій подрібнення трави та її трамбування процесом пресування.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

При цьому слід зазначити, що відповідно до фізіологічних особливостей великої рогатої худоби траву їй не потрібно подрібнювати;

- практично виключаються втрати під час зберігання завдяки миттєвому ущільненню і герметизації пров'яленої трави;

- різко підвищується якість одержаного сінажу через виключення можливості попадання під дощ у траншеї;

- немає капітальних затрат на будівництво сховищ для сінажу - траншей або башт;

- є можливість використання наземних траншейних сховищ для складування загерметизованих плівкою рулонів і паків сінажу, а його в Україні зберігається в таких сховищах 90 - 95 %;

- виключається жорсткий технологічний взаємозв'язок між розмірами сховищ і об'ємами одночасної заготівлі сінажу;

- можна транспортувати сінаж на великі відстані для довгострокового зберігання в місцях згодовування, що в свою чергу забезпечує можливість організації виробництва сінажу в одних районах, де умови сприятливі для цього, і згодовування його в інших, де економічно доцільно утримувати велику рогату худобу;

- знижується питома металоємкість заготівлі однієї тони цього корму в два рази і більше. За новою технологією для ущільнення маси потрібні тільки преси, тоді як для подрібнення і трамбування її за традиційною - кормозбиральні комбайни і важкі колісні або гусеничні трактори.

Трав'яне борошно з люцерни - високопоживній біологічно цінний вид корму. Поживність 1 кг такого борошна становить 0,78-0,9 к.од., з вмістом перетравного протеїну до 150 г, а каротину до 300 мг. Для виробництва штучно зневоднених кормів необхідно чітко організувати сировинний конвеєр, який забезпечить надходження зеленої маси для сушіння на агрегатах типу АВМ-1,5А. Основу сировинного конвеєра повинні становити бобові трави особливо люцерна.

З цією метою люцерну скошують в фазі бутонізації, закінчувати косовицю трав для цього, необхідно не пізніше фази цвітіння. Для штучного сушіння кормів використовують здебільшого барабанні сушильні агрегати. Під час сушіння

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

необхідно регулярно перевіряти вологість маси, яка надходить у подрібнювач, вона повинна мати вологість 13-14 %. При подрібненні висушеної маси і розділенні у циклоні вологість борошна знижується на 2-4 % і залишається в межах 9-12 %. Не слід допускати пересушування зеленої маси бобових трав, внаслідок зростання втрат каротину та протеїну. Одержане борошно затарюють у мішки, охолоджують 2-3 дні під навісом і складають для постійного зберігання.

Протеїновий концентрат із листя бобових люцерни. Найцінніша частина люцерни - листова фракція. Листки люцерни у своєму складі містять у 2,2-2,5 рази більше протеїну ніж стеблова частина, значно менше клітковини (до 14 %), вони значно краще перетравлюються ніж стебла. Розроблена нова перспективна технологія фракційного збирання трави люцерни включає: відділення листкової частини біологічного врожаю від стебел (очісування), нагромадження листя в окремих ємкостях, скошування і подрібнення стебел без листя. Фракційне збирання бобових трав дає можливість одержати протеїновий концентрат із листя, а стебла використати, як менш цінний корм у вигляді сіна або сінажу.

Включення в зернові раціони свиней протеїнового концентрату з листя люцерни посівної в кількості 22 % по сухій речовині (34 % по протеїну), поліпшує амінокислотну поживність раціонів, підвищує перетравність поживних речовин і сприяє ефективному засвоєнню азоту. Заміна 25 % комбікорму за поживністю (30 % за протеїном) сприяє підвищенню інтенсивності росту свиней і зниженню витрат кормів на одиницю приросту живої маси.

У зв'язку з тим, що листя люцерни за своїм амінокислотним складом мало відрізняється від "ідеального" протеїну і позитивно впливають на продуктивні якості тварин, їх рекомендують виробництву, як високоцінну збагачуючу протеїнову кормову добавку.

1.3 Аналіз способів інтенсифікації сушіння скошених трав в полі

Прискорення сушіння трав при заготівлі сіна та сінажу інколи намагаються досягти дією на рослини хімічних речовин, які здатні припиняти життєдіяльність клітин рослин. Були спроби застосування ряду речовин, які використовуються в

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

якості гербіцидів, десикантів та дефоліантів. Встановлено, що найбільш ефективними препаратами є мурашина кислота, реглон і вуглекислий калій. Наприклад, внесення в траву вуглекислого калію дозволяє на 1...2 дні скоротити тривалість заготівлі сіна в порівнянні з традиційним способом.

Недоліком обробітку трав хімічними речовинами є те, що вони не мають властивостей селекційної дії. Їх дія сильніше проявляється на листках, які і без обробітку висихають значно швидше стебел. Тому застосування їх призводить до збільшення механічних втрат. Деякі з них чинять токсичну дію на трави або зменшують наступну продуктивність сінокосів. Внаслідок зазначених причин застосування хімічних препаратів не знайшло широкого розповсюдження в практиці прискорення сушіння трав.

Існують також термічні способи інтенсифікації сушіння трав. Обробіток трав відкритим вогнем, парою, гарячими газами, як на корні, так і під час їх скошування або після цього, призводить до коагуляції білків клітин і втрати ними гідрофільності. В результаті трава швидко втрачає вологу і її можливо використати для заготівлі сіна або сінажу. Однак такий спосіб прискорення сушіння є досить енергомісткими, тому що потребує до 50 кг нафтопродуктів на тонну сухої трави.

До електричних способів прискорення сушіння трав відносяться обробіток трав електричними розрядами або струмами високої частоти. Сутність електричних способів обробітку полягає в тому, що струми розряду або високої

частоти зменшують опір клітин рослин віддачі вологи. Ці способи мають селективну дію, уражаючи стебла в більшій мірі, ніж листки, в результаті чого вирівнюються нерівномірність сушіння рослин. Однак, ці способи є досить енергомісткими і економічно не вигідними.

При сушінні трави стебла висихають значно повільніше, ніж листки. Це сповільняє процес заготівлі. Тому, прискоривши віддачу вологи стеблами, можливо значно скоротити тривалість сушіння, а внаслідок цього і втрати поживних речовин. Досягти вказаного можливо шляхом прокатування скошеної трави плющильними вальцями, кондиціонуванням, розщепленням та подрібненням стебел рослин.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		21

Плющення не тільки в 1,5...3,0 рази прискорює сушіння всієї рослини, але й наближає швидкість сушіння стебел до швидкості сушіння листків. Цей спосіб прискорення сушіння є ефективним при сприятливих погодних умовах. При випаданні дощу, а також в умовах вологого клімату, проведення плющення пов'язано з ризиком через те, що рослини з розплющеними стеблами, попавши під дощ, втрачають значно більше поживних речовин, ніж з нерозплющеними.

Прокатування скошеної трави вальцями косарок – плющилок супроводжується обривом і втратою деякої листкової маси рослин. За даними дослідів [9], втрати листків люцерни за вальцями косарок – плющилок можуть досягати 700 кг/га.

На початку 70-х років були запропоновані моделі косарок з кондиціонуючими апаратами, принцип роботи яких полягає в динамічній дії робочих органів на скошену траву. Кондиціонуючий апарат складається з ротора, на якому закріплені біла, зроблені з тонкого металічного дроту або штучних матеріалів, і направляючого кожуха, який охоплює апарат на деякій віддалі. Під час протягування білами скошеної трави по внутрішній поверхні направляючого кожуха відбувається пошкодження кутикулярної плівки, стебла зламуються. Завдяки цьому утворюється пухкий прокіс або валок. В результаті інтенсивність сушіння трави збільшується в порівнянні з необробленою.

Необхідно відзначити, що застосування для прискорення сушіння трави кондиціонування є суперечливим. Так, багато фермерів Англії не визнають кондиціонування через незначне скорочення часу сушіння. Фермери вважають, що ширина валка суттєвіше впливає на швидкість сушіння, ніж кондиціонування. Крім того, кондиціонуванню властиві ті ж недоліки, що і плющенню.

Ефективним заходом, який забезпечує більш інтенсивну вологовіддачу рослинами, ніж вище представлені механічні способи, є повздовжнє розщеплення стебел. Такий обробіток рослин дозволяє покращити теплообмін за рахунок збільшення площі випаровування, а це значно прискорює процес сушіння. Результати дослідів свідчать, що рослини з розщепленими стеблами, зокрема овес, в 1,6 рази інтенсивніше віддають вологу, ніж плющені.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Необхідно відзначити, що використання поздовжнього розщеплення стебел для інтенсифікації сушіння трав не знайшло поки що розповсюдження і залишається на стадії дослідження.

Відомо, що по мірі насичення повітря паром, його здатність до поглинання вологи знижується. Тому прискорення сушіння можна досягти в тому випадку, коли трава легко продувається. Покращити аерацію повітря в скошеній траві можливо шляхом її ворухіння та перекидання. Внаслідок цього щільність її укладання зменшується, і вона, провітрюючись, інтенсивно віддає вологу. Крім того, недостатньо підсушені рослини переміщуються з нижніх шарів у верхні, що підвищує рівномірність сушіння.

М.Дж.Неш [10] зазначає, що в умовах багатьох країн Західної Європи інтенсивність випаровування вологи із неворушеної трави складає 0,5...1,0% за годину. Однак, якщо траву періодично ворухити або перевертати, щоб повітря надходило до нижніх шарів, то швидкість сушіння збільшується до 2% за годину.

Особливо важливого значення ворухіння скошених трав набуває в зонах з вологим кліматом або при нестійких погодних умовах, тому що в цьому випадку основні втрати поживних речовин відбуваються через випадання осадів, а також тривале сушіння трави в полі.

При заготівлі сіна та сінажу інколи, з метою прискорення сушіння трав, використовують комбіновані способи обробітку. Так, відомий спосіб обробітку трав електричними розрядами з наступним плющенням. Інколи плющать траву гарячими вальцями.

Зазначені комбіновані способи не знайшли широкого розповсюдження, тому що вони більш придатні для обробітку трав на стаціонарі, ніж в польових умовах.

В практиці заготівлі сіна та сінажу широко використовують комбінації механічних способів. Так, ефективним заходом прискорення сушіння трав є поєднання плющення трав, або їх кондиціонування, із наступним ворухінням. Особливо ефективним цей захід є при заготівлі сіна або сінажу із бобових трав.

Для скорочення тривалості польового сушіння трав, а відтак і втрат поживних речовин при заготівлі сіна та сінажу, розроблено ряд способів інтенсифікації

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

процесу, які можливо розділити на п'ять груп: хімічні, термічні, електричні, механічні та комбіновані. Розроблені способи базуються на наступних принципах: зменшення енергії зв'язку вологи із клітинами рослин; створення сприятливих умов виходу вологи із рослин; ефективного використання сонячного тепла і вологопоглинаючої здатності повітря.

Ефективним способом, який часто поєднують із плющенням та кондиціонуванням, є періодичне ворущіння та перевертання скошених трав. Причому без проведення цих операцій неможливо одержати якісне сіно. Пов'язане це з тим, що тільки при цій умові досягається рівномірне сушіння трав. Однак ці операції не позбавлені недоліків. При застосуванні їх спостерігаються значні втрати поживних речовин через оббивання найбільш цінних в кормовому відношенні частин рослин – листків та суцвіть.

М.Дж. Неш [10] відмічає, що основною проблемою в заготівлі сіна є втрати листків. Відбуваються вони при обробітку прив'яленої трави граблями – ворущилками і в меншій мірі під час проведення послідуєчих операцій. Навіть при найбільш сприятливих умовах втрати листків можуть сягати 15% від маси трави.

При згрібанні або ворущінні сухих рослин кількість оббитих листків у бобових трав може досягнути 50% від їх маси. Якщо врахувати, що облистяність (маса листків та суцвіть), наприклад, у конюшини складає біля 50% від загальної маси рослин, то можна побачити, що механічні втрати тільки від одноразового проведення цих операцій можуть скласти до 25% урожаю сухої речовини.

Розміри механічних втрат при ворущінні, згрібанні та перевертанні трави залежать від своєчасності виконання цих операцій, фази розвитку рослин, виду трави і погодних умов. Але значно більший вплив на них чинить принцип виконання технологічного процесу і конструктивні особливості робочих органів граблів – сіноворущилок.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАГОТІВЛІ СІНА

2.1. Складання технологічної карти вирощування люцерни

Основним технологічним документом на вирощування або збирання будь-якої сільськогосподарської культури у господарстві є технологічна карта .

Технологічна карта – це документ, який відображає досягнення і перспективи розвитку технології виробництва певного продукту .

Вона є зведеним планом виконання робочих процесів протягом усього періоду вирощування певної сільськогосподарської культури. У технологічній карті враховуються конкретні природнокліматичні умови, виробничий напрям і специфікація вирощування певної сільськогосподарської культури. Розробка технологічних карт – трудомісткий процес, тому їх складають раз на кілька років при щорічному коригуванні .

Технологічна карта складається з таких основних складових:

- перша графа містить назву операцій, які проводяться протягом усього періоду вирощування даної культури;

- наступна графа – це графа, яка містить оптимальний склад машинно-тракторних агрегатів (МТА).

- наступна графа – це технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);

- наступна – потреба в ресурсах (кількість технологічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормо змін (ресурси часу), палива, технологічних матеріалів);

- далі графа показників ефективності та економічності операцій .

При складанні технологічної карти доцільно виділити окремі технологічні цикли, що об'єднуються у сукупність операцій із спільною метою (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю), оскільки операції у

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими режимами. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові.

Порядок заповнення технологічної карти покажемо на прикладі виконання технологічної операції - розкидання валків. Склад агрегату МТЗ-82+ротаційний розкидач валків.

Обсяг робіт визначаємо за формулою:

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

де F – площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k – коефіцієнт кратності виконання операції.

Площа вирощуваної культури $F = 100\text{га}$, коефіцієнт кратності $k = 1$.

Тоді:

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

Коефіцієнт змінності визначаємо за формулою:

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

де T_{∂} – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год..

Приймаємо тривалість роботи агрегату за добу $T_{\partial} = 7\text{год.}$. Тривалість робочої зміни $T_{зм} = 7\text{год.}$

Тоді:

$$K_{зм} = \frac{7}{7} = 1.$$

Змінну норму виробітку визначимо за формулою:

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

де $W_{\partial\partial}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год..

Тоді:

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

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт в агротермін кількість агрегатів n_a визначаємо за формулою:

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		26

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

де D_p – тривалість робіт, днів;

В нашому випадку: $\Omega=100$ га; $W_{зм}=15$; $K_{зм}=1$ (див. формулу 2.3) $D_p=10$ днів.

Підставимо зазначені дані в отримаємо:

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

приймаємо 1 агрегат.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота, підраховуємо за формулою:

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

Підставляємо в формулу свої значення і отримуємо:

$$D_\phi = \frac{100}{1 \cdot 15 \cdot 1} = 6,7.$$

Приймаємо 7 днів.

Число нормо-змін, необхідних для виконання роботи, знаходимо за формулою:

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

де $N_{зм}$ – число нормо-змін.

$$N_{зм} = \frac{100}{17,5} = 5,71.$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначимо за формулами:

$$n_m = m_m \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (2.7)$$

$$n_d = m_d \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (2.8)$$

де n_m і n_d – відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників обслуговуючих агрегат.

Визначимо кількість механізаторів для даної операції:

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

Аналогічно визначаємо кількість допоміжних робітників.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Кількість палива необхідного для виконання роботи визначаємо по формулі:

$$G_{\text{п}} = \Omega \cdot g_{\text{п}}, \quad (2.9)$$

де $g_{\text{п}}$ – норма витрати палива, кг/га.

Для операції кондиціонування витрата палива буде становити:

$$G_{\text{п}} = 100 \cdot 3.5 = 350 \text{ кг.}$$

Затрати праці на виконання робіт підраховуємо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = (n_{\text{м}} + n_{\text{д}}) / W_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (2.10)$$

В нашому випадку затрати праці будуть становити:

$$Z_{\text{п}} = (1 + 0) / 17,5 \cdot 7 = 0,39 \text{ год/га.}$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях визначають за формулою:

$$W_{\text{у}} = \lambda \cdot N_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (2.11)$$

де $W_{\text{у}}$ – виробіток агрегату в умовних одиницях, у. е. га;

λ - годинна еталонна продуктивність, у. е. га/год.

Умовний виробіток на операції кондиціонування буде таким:

$$W_{\text{у}} = 1 \cdot 5,71 \cdot 7 = 40 \text{ у. е. га.}$$

Аналогічно приведеному прикладу по кондиціонуванню ми виконуємо решту розрахунків, по операціям заготівлі сіна.

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти.

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 розрахункову кількість тракторів відповідних марок, що необхідно для виконання запланованого обсягу робіт по операції.

Кожній операції на графіку може відповідати один або кілька прямо кутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будують на одному

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		28

аркуші і на одній календарній шкалі. Якщо строки 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 .

Розраховану кількість тракторів наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Потреба у тракторах

Марка трактора	Необхідна кількість
Трактори:	
ДТ-75М	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 відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марка сільськогосподарських машин та сумарна потреба в цих машинах.

Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією, паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляють розрахункову кількість тих машин, що використовують на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		29

Розраховану необхідну кількість сільськогосподарських машин наведемо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Потреба у сільськогосподарських машинах
для виконання технологічного процесу заготівлі сіна

Сільськогосподарська машина	Необхідна кількість
ПЕ-0,8	1
РУМ-8	1
СП-11	1
БЗТС-1,0	11
КПС-5Г	1
Розкидач валків	1
КР-420	1
ГВЦ-3	1
830S	2
ПФ-0,5	1

2.4 Патентний аналіз конструкцій машин для ворущіння і перевертання скошених трав

Відомий обертач валків [13], який включає раму 1 (рис. 3.1), начеплену на енергетичний засіб, принаймні одну роторну секцію 2 для обертання валка 3. Роторна секція 2 включає в себе вісь 4, закріплювальну відомим чином на рамі 1, ротор 5, робочий орган 6 з еластичного матеріалу встановлений на кільцевому носії 7 за допомогою плоских кронштейнів 8 і болтів з гайками 9.

Кільцевий носій 7 жорстко закріплений на роторі 5 з болтами 10 за допомогою встановлених кронштейнів 11.

На робочому органі 6 у нижній частині закріплено копіююче кільце 12 плоскими кронштейнами 13 і болтами 14.

При цьому кільцевий носій 7 виконаний з діаметром, більшим чим ротор 5, а копіююче кільце 12 – більшим діаметром, ніж кільцевий носій 7. Кільцевий носій 7 і

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

копіююче кільце 12 виконанні у вигляді труби.

Плоскі кронштейни 8 і 13 конусного носія 7 і копіюючого кільця 12 виконанні плоскими. При цьому кріплення робочих органів 6 плоскими кронштейнами 8 і 11 болтами 9 і 14 виконано переривчастими (не суцільне), а з заданим кроком. Кронштейни встановленні по утворюючій конусу з кутом біля вершини рівним $2\alpha = 120 - 160^\circ$.

Діаметр кільцевого носія 7 більший ніж діаметр ротора 5, а копіююче кільце 12 більше, ніж кільцевий носій 7.

Ротор 5 у верхній частині має привідний шків 15 і обертається на осі 4 від клинового паса 16.

Ротор 5 має трубчасті стійки 17 з державками 18, на яких закріплений циліндр 19 з гладкого матеріалу. Вісь ротора 4 нахилена вперед від вертикальної вісі 20 по ходові руху під кутом β .

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ І МАШИНИ

3.1. Необхідність удосконалення і розрахунок основних параметрів граблів-ворушилки

Одним із шляхів зменшення механічних втрат під час виконання операцій ворущіння, згрібання та перевертання трав є вдосконалення існуючих та розробка нових робочих органів граблів – ворушилок, які здатні бережливо діяти на траву.

З метою досягнення зазначеного в проекті запропоновано робочий орган відцентрових граблів – ворушилок, бережливості дії якого на траву досягається створенням потоку повітря, який здатний підняти скошені рослини над стернею. Це дозволяє зменшити взаємодію рослин із стернею, а відтак і механічні втрати.

Запропонований робочий орган (рис. 3.1) включає прикріплені до обода ротора 5 кронштейн 7, на кожному з яких змонтована поворотна обойма 6 з пружинними зубами 1 і вітровим щитом 2. Один кінець вітрового щита взаємодіє з пружинними зубами, а інший при допомозі шарніра 4 прикріплений до обойми 6. Ступінь взаємодії вітрового щита з пружинними зубами регулюється упором 3.

При обертанні ротора вітрові щити, працюючи аналогічно лопатям вентилятора, створюють потік повітря, який зменшує контактування рослин із стернею. Крім того, вітрові щити зменшують вібрацію пальців пружинних зубів, а відтак підвищується їх довговічність.

Основне призначення граблів-ворушилки ВЦН-Ф-3 – згрібання конюшини лучної з прокосів у валки вологістю 50...55%.

Прийmemo, що урожайність конюшини по зеленій масі складає 250 ц/га, а її вологість під час скошування – 80%. Мінімальна довжина рослин в травостої становить 0,2 м, а висота прокоосу трави перед його згрібанням також рівна 0,2 м.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

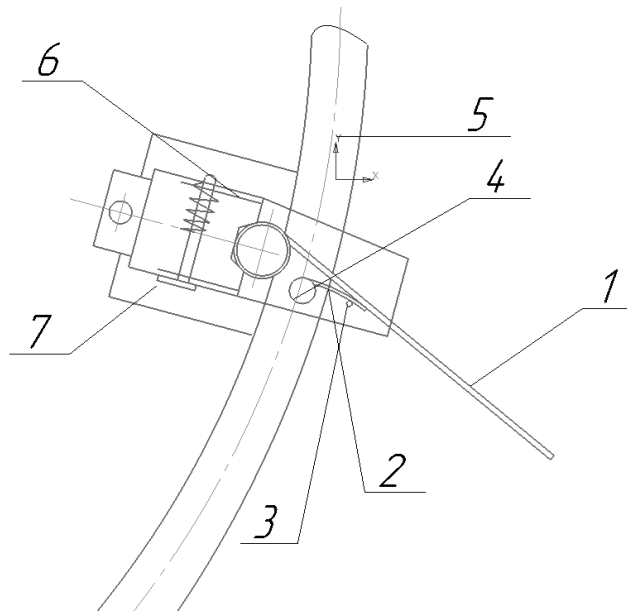


Рис. 3.1. Схема удосконалення робочих органів ротаційних граблів – ворушилки: 1-пружинні зуби; 2-вітровий щит; 3-упор; 4-шарнір; 5-обід ротора; 6-поворотня обойма; 7-кронштейн

Визначимо граничне значення кута нахилу пальців граблін до горизонту в найнижчій точці їх траєкторії відносно поверхні поля, за формулою (див. рис. 3.2):

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

де l_{\min} – мінімальна довжина скошених рослин для згрібання яких призначена машина, м.;

d – розхил пальців граблін, м.

В існуючих граблях – ворушилках він знаходиться в межах 0,1...0,15 м., прийємо $d = 0,12$ м.

Звідки,

$$\varphi_r = \arcsin(0,12 / 0,2) = 37^\circ$$

Через те що кут нахилу пальців граблін повинен бути більшим або рівним граничному, приймаємо $\varphi = 40^\circ$.

Ширину захвату кожної із граблін визначимо за формулою:

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

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

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		33

Необхідну довжину внутрішніх та зовнішніх пальців граблин визначимо за формулами:

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

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

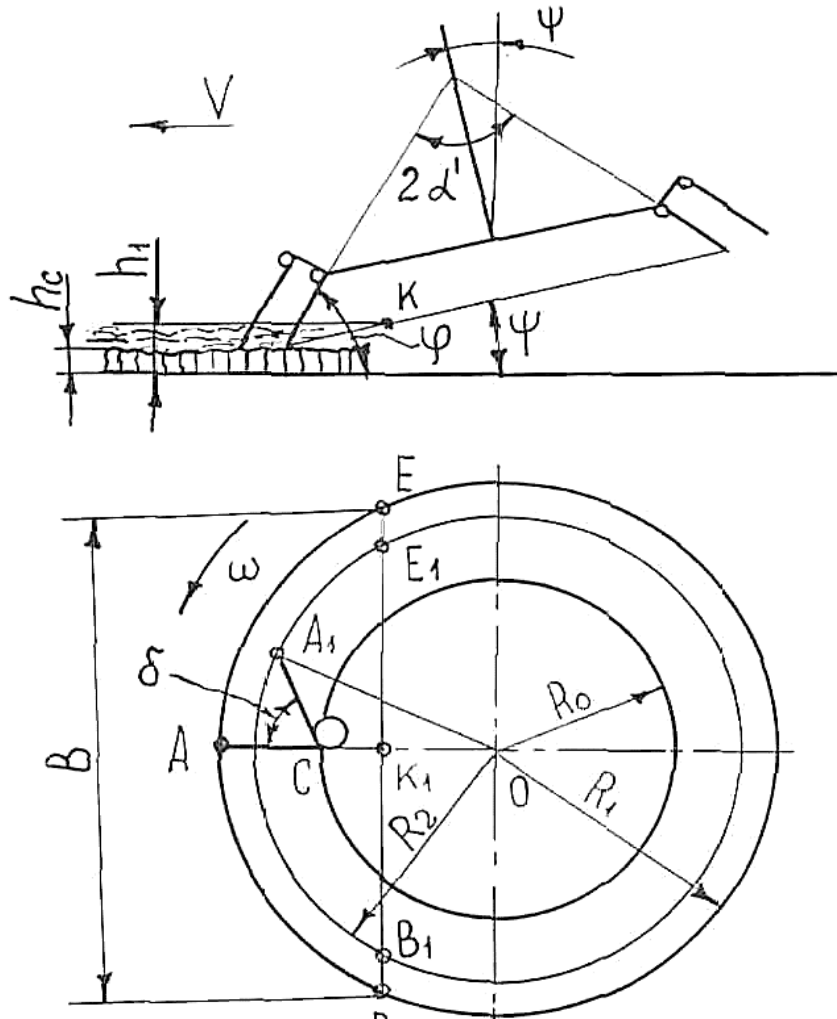


Рис. 3.2. Схема до визначення основних параметрів робочих органів

де l_{\min} – мінімальна довжина скошених рослин, для згрібання яких призначена машина, м.;

d – розхил пальців граблин, м.;

h – безпечна висота установки обода ротора над поверхнею поля

$h = 0,06 \dots 0,15$ м [22]. Приймаємо $h = 0,08$ м.

Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата

ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ

Арк.

34

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

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

Приймаємо $l = 0,135$ м, а $l_1 = 0,295$ м.

Радіус ротора визначаємо 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 пальців граблин від їх радіального положення

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

ψ – кут відхилення вісі ротора від вертикалі. В існуючих граблях –
ворушилках $\psi = 5 \dots 7^\circ$, приймаємо $\psi = 7^\circ$;

l_1 – довжина зовнішнього пальця граблини, м.;

R_0 – радіус обода ротора, м. $R_0 = 1,1$ м.

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

Теоретичну ширину захвату граблів-ворушилки визначаємо за 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 ширина захвату визначається за формулою:

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

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

Число граблин, які необхідно встановити на ободі ротора визначаються 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 – розхил пальців граблин, м.;

α – граничне значення кута нахилу пальців граблин до горизонту;

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		35

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

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

Виразуване значення числа граблин заокруглимо до більшого парного числа. Таким чином, одержимо $z = 14$.

3.2 Розрахунок показників операційної технології згрібання трави

Характеристика умов роботи. Площа поля – 86 га. Величина схилу – 2 %, тип ґрунту чорнозем. Урожайність: зеленої маси 200 ц/га; сіна 18% вологості – 43,5 ц/га. Склад агрегату МТЗ–80+ВЦН-Ф-3.

Розрахунок режимів роботи агрегату.

Згідно рекомендацій [22] агротехнічні допустимі робочі швидкості руху МТА на згрібання та ворущіння знаходяться в межах 7-10 км/год. В інтервалі агротехнічних допустимих швидкостей руху вибирають передачі трактора виходячи з умови

$$v_{\min} < v_{T.I} < v_{\max}$$

де v_{\min} і v_{\max} – відповідно, мінімальна і максимальна допустимі швидкості роботи МТА.

Трактор МТЗ–80 має наступні теоретичні швидкості руху на передачах, які задовільняють вище зазначену вимогу:

$$v_{T.III} = 7,24 \text{ км/год};$$

$$v_{T.IV} = 8,4 \text{ км/год};$$

$$v_{T.V} = 10,54 \text{ км/год}.$$

Оскільки ВЦН-Ф-3 є тягово-приводною машиною, то визначимо приведений тяговий опір агрегату $R_{\text{пр}}$ на вибраних передачах за формулою:

$$R_{\text{пр}} = R_{\text{м}} + R_{\text{ВВП}} \quad (3.8)$$

де $R_{\text{м}}$ – тяговий опір робочих агрегатів, які не приводяться в дію від ВВП.

$R_{\text{ВВП}}$ – тягове зусилля, яке міг би додатково розвинути трактор, за рахунок потужності, що витрачається на приведення в дію робочих органів машини від ВВП.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		36

Значення R_M визначаємо за формулою:

$$R_M = K_{v,i} B_p + G_M \left(f_M + \frac{i}{100} \right) \quad (3.9)$$

де $K_{v,i}$ – питомий опір граблів–волокуш при рухові на i тій передачі, кН;

B_p – робоча ширина захвату машини, м ($B_p = 3,3$);

G_M – вага машини, кН;

f_M – коефіцієнт опору перекочування машини;

i – схил місцевості, % ($i=2$).

Згідно даних коефіцієнт опору кочення знаходиться в межах $f_M = 0,06 - 0,08$.

Приймаємо 0,07. Вага машини становить $G_M = 9,31$ кН.

Питомий опір с/г машини при рухові на i тій передачі визначають за формулою:

$$K_{v,i} = K_0 [1 + \Delta(v_{pi} + v_0)], \quad (3.10)$$

де K_0 – питомий опір с/г машини при швидкості руху $v_0 = 5$ км/год, кН/м;

Δ – темп приросту питомого опору с/г машини при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год.

v_{pi} – робоча швидкість руху на i тій передачі, км/год.

Згідно даних $\Delta=0,02 \dots 0,03$. Приймемо $\Delta = 0,02$.

Згідно даних [22] граблі–ворушилки при швидкості руху $v = 5$ км/год, мають питомий опір $K_0 = 0,7 - 0,9$ кН/м.

Оскільки робоча швидкість машини ще не відома приймаємо що вона дорівнює теоретичній швидкості руху трактора.

Визначаємо питомий опір на вибраних передачах:

$$K_{v,III} = 0,8[1+0,02(7,24-5)]=0,8 \text{ кН/м,}$$

$$K_{v,IV} = 0,8[1+0,02(8,4-5)]=0,82 \text{ кН/м,}$$

$$K_{v,V} = 0,8[1+0,02(10,54-5)]=0,86 \text{ кН/м.}$$

Підставивши значення питомого опору отримаємо опір коченню машини на вибраних передачах:

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

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		37

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

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

Визначимо тягове зусилля яке міг би додатково розвинути трактор за рахунок потужності, що витрачається на приведення в дію робочих органів граблів–ворушилок через ВВП за формулою:

$$R_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \cdot \eta_{тр}}{v_p \eta_{ВВП}} \quad (3.11)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, що витрачається на приведення в дію робочих органів с/г машини через ВВП, кВт.

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора, $\eta_{тр} = 0,92$;

$\eta_{ВВП}$ – ККД ВВП трактора, $\eta_{ВВП} = 0,95$;

v_p – робоча швидкість агрегату, км/год.

Згідно даних [24] потужність, що витрачається на приведення в дію робочих органів через ВВП трактора становить $N_{ВВП} = 15$ кВт.

Підраховуємо значення $R_{ВВП}$ для всіх вибраних передач:

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

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

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

Підставивши відповідні min і max значення показників $R_{ВВП}$ і R_m , отримаємо:

$$R_{пр III \min} = 5,64 + 7,2 = 12,84 \text{ кН}$$

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

$$R_{пр \nu \max} = 5,9 + 4,94 = 10,86 \text{ кН}$$

Робочу швидкість агрегату визначаємо по формулі:

$$V_p = V_i \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.12)$$

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		38

де δ – коефіцієнт буксування рушіїв трактора, %.

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

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

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

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора по формулі:

$$\eta = \frac{R_{\text{прі}}}{P_{\text{зак}}} \quad (3.13)$$

де $P_{\text{зак}}$ – величина тягового зусилля на гаку трактора, кН.

Для трактора МТЗ–80: $P_{\text{закIII}} = 14,0$ кН; $P_{\text{закIV}} = 14$ кН; $P_{\text{закV}} = 11,5$ кН. [24]

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

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

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

Отже, робочою передачею трактора є третя передача.

Визначення техніко–експлуатаційних показників роботи агрегату.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу можна визначити за формулою:

$$W = 0,1 B_p V_p \tau, \quad (3.14)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} \quad (3.15)$$

де T_p – час роботи агрегату протягом зміни, год;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год ($T_{\text{зм}} = 7$ год);

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для обґрунтування величини коефіцієнта використання часу зміни, визначають кінематичні показники агрегату.

Виходячи з особливостей технологічного процесу використання заданої операції і конструкції робочої машини вибираємо човниковий спосіб руху агрегату.

Коефіцієнт використання робочих ходів знаходимо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (3.16)$$

де L_p – середня довжина гону, м;

L_x – середня питома довжина холостого ходу агрегату, м.

Середню робочу довжину гону визначаємо за формулою:

$$L_p = L - 2E \quad (3.17)$$

де L – довжина гону, м.

E – ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги залежить від виду повороту:

$$E_p = 3R + e \quad (3.18)$$

де R – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегата, м.

Вид повороту визначають з умови:

$X_{\Pi} < 2R$ – петльовий поворот

де X_{Π} – відстань між осьовими лініями суміжних проходів агрегату, м.

Робочу ширину захвату при згрібанні визначаємо за формулою:

$$B_p = \beta B_k$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату. Прийmemo його $\beta=0,96$.

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату і вона становить $B_k = 3$ м.

Отже:

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

Звідси радіус повороту при згрібанні буде таким

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

Довжину виїзду знаходимо за формулою:

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		40

$$e = (0,50 \dots 0,75) l_k \quad (3.19)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату, м.

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

де l_{mp} , l_m – кінематична довжина, відповідно трактора, сільськогосподарської машини, м.

В нашому випадку:

$$l_{mp} = 1,3 \text{ м};$$

$$l_m = 4,5 \text{ м}.$$

Отже:

$$l_k = 1,3 + 4,5 = 5,8 \text{ м}.$$

Підставивши, будимо мати:

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

Знаходимо ширину поворотної смуги

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

Звідси визнаємо середню робочу довжину гону

$$L_p = 850 - 2 \cdot 24,98 = 801,64 \text{ м}$$

Знаючи середню робочу довжину гону нам, ще потрібно визначити середню питому довжину холостого ходу яка визначається в залежності від способу руху, радіусу повороту по формулі:

$$L_x = 6R + 2e \quad (3.20)$$

Підставивши дані в формулу отримаємо

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

Отже коефіцієнт використання робочих ходів буде рівний

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

Час чистої роботи агрегату визначимо по формулі

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{п.з.} + T_{в.он} + T_{ін})}{1 + \tau_{нов}} \quad (3.21)$$

де $T_{техн}$ - затрати часу на технічне обслуговування агрегату, год;

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		41

$T_{п.з}$ - час на виконання підготовчих і заключних операцій (проведення щозмінного технічного обслуговування, оформлення робочих документів, тощо), год (0,14–0,3). Приймаємо $T_{п.з.} = 0,3$ год;

$T_{в.оп}$ - час на відпочинок і задоволення особистих потреб механізатора, год (0,3–0,5) $T_{мз}$, приймаємо $T_{в.оп} = 0,35$ год;

$T_{ін}$ - інші затрати часу, які включають: затрати часу пов'язані з погодинними умовами, організацією праці і особливостями технологічного процесу, $T_{ін} = 0,35$.

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт тривалості поворотів.

Затрати часу на технологічне обслуговування знаходимо за формулою:

$$T_{техн} = 7 t_з, \quad (3.22)$$

де $t_з$ – тривалість однієї зупинки агрегату, год.

Тривалість зупинки агрегату для технологічного обслуговування на згрібання, або ворушіння знаходимо [22] в межах від 0,02 до 0,03 год. Приймаємо $t_з$ 0,03 год, тоді:

$$T_{техн} = 7 \cdot 0,03 = 0,21 \text{ год.}$$

Величину коефіцієнта тривалості поворотів підраховуємо по формулі:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (3.23)$$

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

Отже час чистої роботи агрегату становитиме:

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

Коефіцієнт використання часу зміни:

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

Тоді, продуктивність агрегату за годину змінного часу становитиме:

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

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		42

ВИСНОВКИ

Незамінним процесом будь-якої технології заготівлі сіна є сушіння 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.

Найбільш розповсюдженими способами прискорення сушіння скошеної трави є ворухіння прокосів, їх згрібання та перевертання валків. Для виконання цих операцій використовують різноманітні граблі-ворушилки. Особливої уваги заслуговують граблі – ворушилки з відцентровими робочими органами. Переважають вони простою конструкцією, низькою металоємністю та надійним виконанням технологічного процесу.

Недоліком граблів – ворушилок з відцентровими робочими органами є те, що дія їх робочих органів на прив'язану траву неминуче призводить до оббивання і втрачання найбільш цінних частин рослин – листків, суцвіть та верхівок стебел рослин.

Одним із шляхів зменшення механічних втрат під час виконання операцій ворухіння, згрібання та перевертання трав є вдосконалення існуючих та розробка нових робочих органів граблів – ворушилок, які здатні бережливо діяти на траву.

Запропоновано конструкцію робочого органу відцентрових граблів – ворушилок, бережливість дії якого на траву досягається створенням потоку повітря, який здатний підняти скошені рослини над стернею.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.
2. Bo Li, Ying Chen, Jun Chen Modeling of soil–claw interaction using the discrete element method (DEM). *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 158, 5, P. 41-49.
3. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № XXXI (1). P. 10–16.
4. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.
5. Reichardt H. *Gesetzmässigkeiten den freien Turbulenz*. Дослідницька брошура Союзу німецьких інженерів; 2-е видання, 2001. – 414 с.
6. Solona O., Derevenko I., Kupchuk I. Determination of plasticity for pre-deformed billet. *Solid State Phenomena*. 2019. Vol. 291. P. 110-120.
7. Solona O.V., Kovbasa V.P., Kupchuk I.M. The contact interaction dynamics of the working tool of the mole plowshare with the soil during forming process a channel for an antifiltration screen. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2. С. 81-89.
8. Spirin A., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Increasing the reliability of agricultural machinery work. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні науки»*. Випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва», 2019, с 86–90.
9. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.
10. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		44

11. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н, Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2014. Вип. 1 (73). С.100-120.

12. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: 2019. 234 с.

13. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) $K_m S$. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 3(98). С. 25-31.

14. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

15. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Токарчук О.А. Організація експлуатації та технічного обслуговування транспортних засобів і машин в Україні і за кордоном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №1(112). С. 126 –136.

16. Гунько І.В., Музичук В.І., Служалюк М.В. Дослідження технічного сервісу машин в АПК. *Техніка, енергетика та транспорт АПК*. 2019. №2 (105). С. 43–51.

17. ДСТУ 4973:2008 Трактори. Технічне діагностування. Параметри та якісні ознаки технічного стану. – [Чинний від 2009.01.01] – К. : Мінагрополітики України, 2009. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).

18. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г., Бондар М. М. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації. Підручник. Київ: «Хай-Тек-Прес», 2011. 488 с.

19. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О. В. Технічна механіка. Підручник. Київ : «Хай-ТекПрес», 2011. 340 с.

20. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*: Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.

21. Ковбаса В.П., Солоня О.В., Спирін А.В., Цуркан О.В. Про спрощення критерію вигляду напружено-деформованого стану суцільного середовища. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №1(100) Том 1, С. 44-49.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		45

22. Колеснік І.В., Шуляк М.Л. Визначення діагностичного параметра рульового управління на основі моделювання плоско паралельного руху трактора. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2016. Вип. 170 С. 102 – 106.

23. Кувачов В. П., Мітков В. Б. Обґрунтування критеріїв оптимальності сумісного маршрутизованого руху технологічного комплексу МТА. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2012. Вип. 2, Т. 5. С. 8–15.

24. Матвійчук В.А., Любін М.В., Токарчук О.А., Рубаненко О.О. Особливості частотно-регульованого електроприводу для транспортуючих систем АПК. *Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки*, 2018 р., №6, С. 39-43.

25. Обладнання для захисту рослин. Обприскувачі. Частина 1. Методи випробовування насадок для розприскування (ISO 5682-1:1996, IDT) : ДСТУ ISO 5682-1:2005. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 13 с. – (Національний стандарт України).

26. Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., Спольнік О. І., Замрій М. А. Вільні коливання осцилятора за наявності квадратичного в'язкого опору та сухого тертя. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2(97). С. 33-40.

27. Омелянов О.М. Особливості використання механічних коливань в технологічних процесах. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. №4(87) С. 129–134.

28. Серета Л.П., Пришляк В. М. Лабораторний практикум з теоретичного курсу сільськогосподарських машин. Вінниця : ВДАУ, 2007. 71 с.

29. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця: ТОВ Вінницька міська друкарня, 2016. 200 с.

30. Солоня О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.

31. Солоня О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71-76.

32. Солоня О.В., Ковбаса В.П.. Обґрунтування параметрів робочих органів для укладання внутрішньогрунтових зрошувачів: Монографія. Вінниця, 2020 – 155 с.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		46

33. Солоня О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.

34. Солоня О.В., Купчук І.М., Замрій М.А. Мехатронні системи техніки. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт для студентів денної та заочної форми навчання другого (магістерського) освітнього рівня галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство спеціальності 208 Агроінженерія. Вінниця: ВНАУ, 2023. 96 с.

35. Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №3 (102). С. 14–21.

36. Холодюк О.В. Термінологічний словник з точного землеробства для студентів денної та заочної форм навчання з дисципліни “Система точного землеробства” та науково-педагогічних працівників, магістрантів та аспірантів інженерних спеціальностей. Вінниця: Видавничий відділ ВНАУ. – 2020. 42 с.

37. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спирін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

38. Яропуд В.М., Гунько І.В., Середя Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Вінниця: ВНАУ, 2023. 39 с.

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

ДОДАТКИ

					ДП.208.20-4.054.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		48