

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"  
на тему:

**Удосконалення технології вирощування трав бобових  
з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи  
кондиціонера-плющилки**

**Виконав:** студент факультету, гр.МгМ-2-20  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Нестерович Назар Олегович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро, 2021

## АНОТАЦІЯ

Нестерович Н.О. Удосконалення технології вирощування трав бобових з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи кондиціонера-плющилки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021. – 87 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій вирощування люцерни і розроблено технологію вирощування і збирання цієї цінної кормової культури для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Розроблена конструкція кондиціонера-плющилки для прискорення процесу прив'ялення (сушіння) бобових культур та проведені розрахунки основних параметрів і режиму його роботи.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні і збиранні люцерни і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування удосконалень на практиці становить 139881 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: люцерна, технологія, кондиціонер-плющилка, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

## З М І С Т

В С Т У П. ....	7
<b>1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ І</b>	
ЗБИРАННЯ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА. ....	10
1.1 Агротехніка вирощування люцерни. ....	10
1.2 Технології заготівлі кормів та комплекси машин. ....	15
<b>2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ</b>	
ЛЮЦЕРНИ І ЗАГОТІВЛІ СІНАЖУ. ....	25
2.1 Складання технологічної карти на вирощування люцерни. ....	25
2.2 Побудова графіків використання тракторів. ....	29
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин. ....	30
<b>3 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО МАШИН ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ. ....</b>	
<b>4 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ</b>	
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ КОРМОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ. ....	34
<b>5 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ. ....</b>	
5.1 Розрахунок клинопасової передачі приводу ротора. ....	36
5.2 Розрахунок клинопасової передачі приводу бітерів. ....	38
5.3 Розрахунок шпонкового з'єднання вала бітера з шківом. ....	41
<b>6 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОНДИЦІОНУВАННЯ. ....</b>	
6.1 Умови роботи агрегату і агротехнічні вимоги до кондиціювання. ....	43
6.2 Розрахунок режимів роботи агрегату. ....	43
6.3 Кінематичні характеристики агрегату. ....	48

6.4 Визначення норми виробітку і витрати палива. ....	50
7 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....	53
7.1 Загальні питання. ....	53
7.2 Правила техніки безпеки при виконанні робіт. ....	54
7.3 Охорона праці при вирощуванні люцерни і заготівлі кормів. ....	57
7.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту. ....	59
7.5 Рекомендації по поліпшенню умов праці в господарстві. ....	59
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. ....	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ. ....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. ....	70
ДОДАТКИ. ....	73

## ВСТУП

Однією з причин різкого зниження темпів виробництва молока і яловичини, що спостерігається останнім часом, є незадовільний стан кормової бази [1]. Саме слабка забезпеченість кормами та їх низька якість призводить до того, що генетичний потенціал тварин реалізовується лише на 40–60%. Корми значною мірою визначають і економічні показники, тому що в структурі собівартості продукції великої рогатої худоби (ВРХ) на їх частку припадає до 70% витрат. Практично кожні 2% зменшення вартості кормів зменшують на 1,0–1,4% ціну м'яса і молока [2]. Більша частка у формуванні вартості кормів належить засобам механізації заготівлі кормів.

Щоб виробити обґрунтованих 85 кг м'яса та 400 кг молока на душу населення в рік в Україні, потрібно згодувати близько 5 т к. о. на умовну голову, половину з яких слід заготовляти на стійловий період утримання тварин [3]. Нині в Україні 70% тваринницької продукції виробляють в особистих підсобних господарствах, а решту у великих і фермерських, яких нині понад 40 тис. і за якими виробництво товарної продукції в перспективі.

Для швидкого відновлення поголів'я великої рогатої худоби та насичення продовольчого ринку України вітчизняними молоко- та м'ясопродуктами необхідно, щоб тваринництвом активно зайнялися малі та середні фермерські та інших форм власності господарства, оскільки коштів на відновлення великих тваринницьких ферм колишніх колгоспів немає ні у держави, ні у самих господарників. Проте не кожне, навіть успішне, господарство може знайти кошти на придбання племінного стада та будівництва приміщень ферм. Крім цього, ще потрібно придбати техніку для заготівлі кормів та налагодити їх зберігання, та й для годівлі худоби теж необхідна техніка [4].

В Україні потрібно скошувати на рік близько 12 млн. га трав для заготівлі тваринам 14 млн. т сіна та 12 млн. т сінажу [4]. Але в останні роки посівні площі під окремі кормові культури зменшуються (табл. 1).

Таблиця 1 - Динаміка посівних площ трав за роками (тис га) [4]

Культура	1995 р.	2000 р.	2005 р.	2010р.	2018 р.	2018 в % до 1995 р
Однорічні трави на сіно, сінаж	264	289	342	407	283	107,6
Багаторічні трави на сіно, сінаж	1442	1249	1001	903	895	61,9

Потреба у підвищенні якості кормів зумовлена істотним впливом її на продуктивність тварин, технологічні та дієтичні властивості тваринницької продукції. Наукові дослідження і виробничий досвід свідчать, що підвищення якості кормів рівнозначне збільшенню їх кількості. Так, для одержання 1 т м'яса і молока першокласних кормів потрібно на 30—35% менше, ніж кормів третього класу.

Важливим фактором при заготівлі сінажу є зведення до мінімуму тривалості перебування скошеної зеленої маси рослин в полі під час підв'ялення. З цією метою для бобових та бобово-злакових травостоїв використовують плющили або кондиціонери, при використанні яких досягається рівномірне зниження вологості сировини, що забезпечує збереження листків та суцвіть від пересихання та обламування під час підняття маси з валків і в 2-3 рази прискорюється процес підв'ялення.

Скошування багаторічних трав для заготівлі сінажу, на відміну від звичайного збирання на сіно, проводять не пізніше початку бутонізації бобових та початку колосіння злакових компонентів. Це дає змогу одержати із багаторічних трав корм, за загальною протеїновою поживністю сухої речовини

такий, що мало відрізняється від трави доброго пасовища та є кращим за сіно. Скошування рослин в ранні фази вегетації вигідне ще й тим, що дає змогу одержати повноцінніший другий укіс трав, і, як результат, більший загальний збір перетравних поживних речовин, особливо протеїну. Запізнення із збиранням трав, особливо у вологозабезпеченні роки, призводить також до вилягання рослин, що погіршує їх скошування і нерідко призводить до недобору сухих речовин.

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.

Розширення посівних площ під люцерною дасть змогу значно збільшити заготівлю високоякісних кормів, особливо сінажу та сіна, що в свою чергу сприятиме зменшенню витрат дорогих концентрованих кормів.

Під час формування собівартості тваринницької продукції вартість кормів, якщо порівняти з іншими статтями витрат, займає домінуюче місце, тому найбільше зумовлює рівень конкурентоспроможності на ринку цих видів продукції [3]. Зниження собівартості сіна, сінажу і інших грубих кормів для тваринництва, приведе і до зниження собівартості цієї продукції.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування бобових трав з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи удосконаленої плющили-кондиціонера в умовах селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

# 1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ І ЗБИРАННЯ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Агротехніка вирощування люцерни

Однією з передумов для отримання якісних кормів є вірно підібрана технологія вирощування люцерни. Адже високу якість можна отримати з гарного травостою. В Україні люцерну вирощують в чистому виді або в суміші з іншими багаторічними травами в польових і спеціальних сівозмінах при використанні не більше трьох, а в кормових і ґрунтозахисних - чотирьох-п'яти і більше років. Однорічне використання не вигідне, через те що максимальні урожаї вона дає на другий, третій і четвертий рік життя. В багатьох областях люцерну розміщують в запільних ділянках, в низинах, на заплавах ділянках з короткочасним затопленням, де люцерна дає високі урожаї зеленої маси. В сівозміні люцерна є добрим попередником для зернових, цукрового буряку, картоплі чи кукурудзи. На одному полі люцерна вирощується з перервою в 3 роки для використання її позитивного ефекту для наступних культур [5]. 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. 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.

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 лущильниками. Через 2-3 тижні, якщо необхідно, лушення повторюють.

Приблизно через місяць (в вересні, або жовтні) після пожнивного лушення проводять глибоку (на 26-30 см) зяблеву оранку. Порівняно із звичайним обробітком зябу поліпшена технологія оранки (із передплужником) на глибину 27-30 см, збільшує запаси вологи в шарі 0-100 см, дозволяє знизити засміченість полів. Більші запаси вологи призводять до підвищення урожайності люцерни.

Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння люцерни боронами ВНИС-Р, або культиваторами УСМК-5,4А 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 одночасним боронуванням. При цьому добре зарекомендував

себе культиватор УСМК-5,4, який широко застосовують у господарствах для передпосівного обробітку під багаторічні трави.

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

Люцерна як дрібно-насінна культура потребує ретельного обробітку ґрунту; глибина висіву – максимально 2 см; вузьке міжряддя сприяє швидкому зімкненню рядів люцерни та оптимальному розподілу рослин; після посіву не боронується, але можна прикочувати.

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 40-41<sup>0</sup> 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.

При вирощуванні люцерни на корм застосовують звичайний рядковий спосіб посіву під покрив, в чистому вигляді або в травосумішах. 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 покривним культурам. Тому за рекомендаціями багатьох дослідників люцерну,

як правило, висівають з іншими однорічними культурами з метою одержати в рік посіву більший збір поживних речовин.

На основі аналізу багаторічних експериментальних досліджень наукових установ, узагальнення виробничого досвіду господарств різних зон країни розміщують покривні культури за ступенем їх пригнічувальної дії в такій послідовності: овес, ячмінь, яра пшениця, горох, просо, кукурудза.

В інтенсивному кормовиробництві особливої уваги заслуговують безпокривні 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 покривними 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. Чистий посів: 12 кг/га (відповідає 380-480 рослин/м<sup>2</sup> при масі 1000 насінин 2,0-2,5 г та схожості насіння 80%). Підсів у ярі зернові: 15 кг/га [6].

Необхідна мінімальна кількість рослин: після сходів – 350 рослин/м<sup>2</sup>, після 1 зимівлі – 200 рослин/м<sup>2</sup>, після 2 зимівлі – 120 рослин/м<sup>2</sup>. Виходячи з показників польової схожості та зрідженні в підпокривний період, щоб одержати 200-250 рослин на 1 м<sup>2</sup> 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 врожайність зеленої маси й призводить до перевитрати посівного матеріалу. Глибина загортання залежно від гранулометричного складу ґрунту становить 1,5-3 см, на легких ґрунтах - до 3,5 см.

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 1-2<sup>0</sup> С. Чим тепліший період сівби, тим швидше сходять і розвивається люцерна. Наприклад, при підвищенні середньодобової температури повітря з 5 до 19-20<sup>0</sup> С тривалість появи сходів скорочується з 19 до 5 днів. Підвищення температури на 1<sup>0</sup> призводить до скорочення періоду появи сходів приблизно на добу.

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. Ці переваги літнього посіву можуть проявитися тільки при гарантованому зрошенні.

Для підвищення польової схожості та дружнього проростання насіння, посіви, залежно від гранулометричного складу прикочують котками ЗККШ-6, КЗК-10 або СКГ-2,2.

Для нормального розвитку і перезимівлі люцерни важливо своєчасно і 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.

Чисті посіви люцерни та сумішки з іншими травами першого і наступних років використання, рано весною боронують в один-два сліди голчастими або важкими боронами. 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 лушильниками в агрегатів з боронами. Диски встановлюють під невеликим кутом атаки (15<sup>0</sup>), щоб вони не підрізали коренів і якнайменше травмували зону кущення

люцерни. Ефективне також і ранньовесняна культивуація, 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 скошування залишають нескошені смуги шириною до 1,2 м через кожні 10-15 метрів. перед припиненням вегетації проводять щілювання посівів.

Використання посівів (укуси) – 3-6 укосів/рік. Багаторічне використання посівів люцерни вимагає дотримання тривалішого періоду «спокою» (мінімум 7 тижнів) між передостаннім та останнім укосами. З приблизно 10 серпня до кінця вересня укуси не проводять – для того, щоб рослини мали змогу накопичити запас поживних речовин для наступного року. Пізній укіс в жовтні – запобігає забур'яненню та розповсюдженню гризунів.

Час скошування - фаза бутонізації, або ж при 1 укосі – при висоті рослин 45-70 см, при наступних укосах – 40-50 см, при останньому укосі – 25-45 см. Висота скошування - 5-7 см. Надто низьке скошування сповільнює відростання рослин, рослини погано перезимовують, посіви зріджуються.

## 1.2 Технології заготівлі кормів та комплекси машин

Серед грубих кормів для годівлі великої рогатої худоби в стійловий період найбільше використовується сіно, сінаж і силос. При їх заготівлі основною операцією є скошування сільськогосподарських культур. При вирощуванні бобових культур і, зокрема, люцерни її краще всього використовувати для заготівлі сінажу.

Сінаж - це вид корму, в основі консервування якого лежить “фізіологічна сухість середовища”, тобто така вологість сировини, при якій вода рослинних клітин стає недоступною для різних рас мікроорганізмів, чим сінаж

відрізняється від силосу, консервуючою основою якого є процес молочнокислого бродіння.

Основні наукові розробки щодо заготівлі сінажу проведені на початку 30-х рр. ХХ ст., коли у Всесоюзному науково-дослідному інституті кормів ученим А.М. Міхіним було встановлено, що підв'ялена до вологості 50-55% зелена маса добре зберігається у сховищах, незважаючи на те, що в ній практично не утворюється молочна кислота, яка підкислювала б середовище і консервувала масу.

Попередні твердження стосовно причин збереженості сінажу за такої вологості зумовлено сисною силою мікроорганізмів. Згідно з цією теорією, зелена маса певної вологості, за умов герметизації сховища, зберігалася завдяки здатності рослинних клітини утримувати вологу з більшою силою, ніж сисна сила клітин мікроорганізмів, за винятком пліснявих грибів, сисна сила яких досягає 22-23 МПа. Відомо, що плісняві гриби - аероби, тому в анаеробних умовах, створених шляхом ущільнення зеленої маси та її герметизації, їх дія припиняється. Отже, фізіологічна сухість середовища - це рівновага між сисною силою мікроорганізмів та водоутримувальною силою рослинних клітин. Вона досягається саме при вологості зеленої маси в межах 55-60%.

При заготівлі сінажу виконують такі операції: скошування, плющення, ворущіння, згрібання у валки, підбирання маси з валків з подрібненням та навантаженням у транспортні засоби, закладання в сховища, ущільнення маси з наступною герметизацією в заповненому сховищі. Після скошування масу пров'ялюють у полі. Для прискорення пров'ялення бобові трави плющать та ворущать.

Підбирання маси із валків та її подрібнення здійснюють підбирачами – подрібнювачами всіх марок, які забезпечують довжину січки 2 – 3 см при закладанні маси в башти та 3 – 5 см при заготівлі сінажу в траншеї.

Для косіння чи підбирання, подрібнення та навантаження в транспортні

засоби пров'яленої маси застосовують самохідні кормозбиральні комбайни КСК – 100А, КСГ–Ф–70, К–Г–6 та Е–281, а також причіпні КПКУ–75 та КПИ–2,4.

Подрібнену траву перевозять спеціальними причепами ПСЕ–12,5, ПСЕ–20, ПИМ–Ф–20, ПСЕ–30, ПСЕ–40, ПИМ–40, ПСТ–Ф–60 або тракторними



Рисунок 1.1 - Самохідна косарка-плющилка



Рисунок 1.2 - Начіпна косарка SM 310 FZ

причепами 2ПТС–4–887А і кормороздавачами КТУ–10А з нарощеними сіткою бортами, бо навіть при слабкому боковій вітрі (3 – 5 м/с) можна втратити 5 ц/га дрібної (найбільш цінної) фракції сировини. На великі відстані пров'ялену масу перевозять автосамоскидами, в яких борти нарощують до висоти 3 – 3,5 м.

Самоскидні транспортні засоби використовують при сінажуванні в траншеях. При закладанні маси в башти її перевозять тракторними кормороздавачами типу КТУ–10А. Основна вимога до сховищ для сінажу – можливість їх повної герметизації.

Зараз основну кількість сінажу закладають у траншеї, які необхідно протягом трьох-чотирьох днів завантажити і закрити. Разом з тим у багатьох господарствах України для сінажування застосовують башти БС – 9,15, які також необхідно завантажити протягом чотирьох-п'яти днів. Про правильне закладання і дозрівання сінажу свідчить температура 35 – 37 °С.

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

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

Темп завантаження та довжина часток зумовлюють ступінь самоущільнення маси в баштах. Тому основна маса часток повинна бути завдовжки 30 мм. Якщо за погодними умовами процес завантаження припиняється, на поверхню закладеної в башту маси укладають півметровий



шар маси вологістю 65%. Тимчасове зберігання подрібненої трави на майданчику біля башти не повинно перевищувати 10 год., інакше можливе її зігрівання. Після завантаження на вирівняній поверхні сінажної маси укладають плівку, яку притискують свіжоскошеною зеленою травою.

Траншеї завантажують сінажною масою безпосередньо з транспортних засобів без заїзду на кормовий штабель. Потім переміщують її бульдозером або спеціальним пристроєм. Щоденний шар укладеної і ущільненої маси становити 1 м. Важливою умовою приготування високоякісного сінажу є ретельне трамбування. Щоб досягти потрібного ущільнення, рівномірно розрівнюють подрібнену сировину по всій поверхні кормового штабеля. Якість ущільнення можна контролювати за температурою в масі: при підвищенні її понад 37 °С необхідно посилити трамбування, прискорити заповнення траншеї і герметизувати її. Трамбують масу безперервно, починаючи від першого дня завантаження траншеї і закінчуючи перед її укриттям. біля стін траншеї краще трамбувати колісними тракторами Т-150К і К-701, а по всій поверхні – гусеничними. Щільність сінажу має становити не менше 500 кг/м<sup>3</sup>. Щоб визначити її, масу завезеної сировини ділять на об'єм, який вона зайняла в траншеї. Зверху ущільнену сировину вкривають шаром свіжоскошених подрібнених злакових культур (20 – 30 см). після додаткового трамбування траншею герметизують плівкою. Верхня частина кормового штабеля після трамбування повинна мати сферичну форму і виступати над стінами траншеї на 50 – 70 см.

Сінаж має ряд переваг порівняно з силосом: насамперед він значно кращий за смаковими якостями. Поживність 1 кг сінажу 0,3-0,4 к. од., вміст перетравного протеїну - 50-55 г, каротину - 35-40 мг, кальцію - понад 5 г, до 1 г фосфору.

Сінаж, на відміну від силосу, - прісний корм, з показником рН 4,8-5,3, що містить удвічі більше сухих речовин та має краще цукро-протеїнове співвідношення, що сприятливо позначається на розвитку мікрофлори рубця,

забезпечує хороше травлення і добре засвоєння тваринами поживних речовин корму.

Якість сінажу, на відміну від сіна, менше залежить від погодних умов, оскільки на прив'ялення маси витрачається в 3-4 рази менше часу. Це створює можливість зменшити втрати поживних речовин за рахунок фізіологічних та біохімічних процесів, які протікають у скошених рослинах. На якість сінажу впливає ціла низка факторів: добір сировини, строки скошування кормових рослин, час скошування протягом доби, тривалість перебування скошеної зеленої маси в полі, своєчасне підняття підв'яленої маси з валків, ступінь подрібнення рослин, якісне ущільнення зеленої маси та ізоляція від зовнішнього середовища. До переваг сінажу належить і те, що він не промерзає у сінажних спорудах.

Висока якість і добра збереженість сінажу досягаються за умов дотримання технологічної дисципліни в процесі заготівлі. Основними операціями при сінажуванні є: скошування кормових рослин з одночасним плющенням; швидке підв'ялення зеленої маси; підбирання підв'яленої маси з одночасним подрібненням та завантаженням у транспортні засоби; транспортування; завантаження траншеї; ущільнення та ізоляція сінажу від доступу повітря. Важливим фактором, який впливає на якість сінажу, є добір сировини. Найкращою сировиною для заготівлі сінажу є однорічні та багаторічні бобові, злакові та бобово-злакові травостої.

Скошування багаторічних трав для заготівлі сінажу, на відміну від звичайного збирання на сіно, проводять не пізніше початку бутонізації бобових та початку колосіння злакових компонентів. Це дає змогу одержати із багаторічних трав корм, за загальною протеїновою поживністю сухої речовини такий, що мало відрізняється від трави доброго пасовища та є кращим за сіно. Скошування рослин в ранні фази вегетації вигідне ще й тим, що дає змогу одержати повноцінніший другий укіс трав, і, як результат, більший загальний

збір перетравних поживних речовин, особливо протеїну. Запізнення із збиранням трав, особливо у вологозабезпеченні роки, призводить також до вилягання рослин, що погіршує їх скошування і нерідко призводить до недобору сухих речовин.

Однорічні бобово-злакові сумішки, на відміну від багаторічних трав, треба скошувати у пізні фази вегетації. Це пов'язано з тим, що в міру розвитку горохо-вівсяних, вико-вівсяних та інших сумішок вміст сухих поживних речовин не знижується.

Важливим фактором, який впливає на якість сінажу, є час скошування кормових рослин протягом доби. Косити трави краще рано-вранці, що забезпечує можливість закладання зеленої маси для заготівлі сінажу уже в другій половині дня. Крім того, рослини в ці години доби мають значно вищий вміст каротину, продихи їх ще відкриті, що сприяє випаровуванню вологи. Оптимальний час скошування трав — з 5-ї до 10-ї години ранку.

Не менш важливим є зведення до мінімуму тривалості перебування скошеної зеленої маси рослин в полі під час підв'ялення. З цією метою для скошування бобових та бобово-злакових травостоїв використовують косарки-плющилки, при скошуванні якими досягається рівномірне зниження вологості сировини, що забезпечує збереження листків та суцвіть від пересихання та обламування під час підняття маси з валків і в 2-3 рази прискорюється процес прив'ялення.

Плющення бобових трав та їхніх сумішок зі злаковими компонентами проводять у фазі масового цвітіння бобових трав. Проводити плющення у пізніші фази розвитку бобових та злакових трав недоцільно, оскільки швидкість випаровування вологи зі стебел та листків у цей час в них практично однакова.

Підв'ялені протягом 2-3 діб трави втрачають 30-45% каротину, проте вміст його в рослинах залишається на рівні 130-150 мг на 1 кг сухої речовини,

що є цілком достатнім для повного забезпечення потреб тварин. Низкою наукових установ встановлено, що за недотримання умов оптимальної вологості маси люцерни (60%) одержують не сінаж, а силос низької якості. При прив'язанні скошеної маси до вологості нижче 45% осипання листків і бутонів досягає 25-30%, втрати при підбиранні й транспортуванні маси — 35-40%. Ущільнення такої маси незадовільне, вона зігрівається і псується.

Важливим моментом у заготівлі сінажу є своєчасне підбирання зеленої маси з валків, яке потрібно розпочинати при вологості 55-60%, тому що при підніманні й транспортуванні її до сінажосховищ вологість знижується на 7-11%. Оптимальну вологість маси для її підбирання з валків можна встановити органолептичним методом. За оптимальної вологості маси листки ще м'які, на траві під час її скручування ледь помітно виступає волога.

Якість сінажу значною мірою залежить від ступеня подрібнення рослин, який за вимогами Держстандарту повинен становити 3-4 см (не менше 80% від загальної маси). При закладанні маси в сінажні башти величина частинок має бути до 2 см. Це пов'язане з тим, що в баштах у процесі їх завантаження відбувається самоущільнення маси.

Розподіл маси в траншеях доцільно проводити під нахилом (за таким методом консервовані корми заготовляють у розвинених країнах світу). Для зменшення втрат поживних речовин після завершення процесів закладання сінажу масу ретельно ізолюють від зовнішнього середовища з використанням повітряно - і водонепроникної плівки. У практиці сінажування використовують переважно поліетиленові плівки завтовшки 0,15-0,20 мм., які не рвуться під час укривання сінажу. Найкращими для цієї мети є світлонепроникні плівки. Вони стійкі до дії прямих сонячних променів і низьких температур. Економічно доцільними є широкоформатні плівки завширшки 8-12 м. Завдяки їх використанню зменшуються затрати праці на укриття маси сінажу і досягається кращий її захист від доступу повітря. Такі полотна плівок недоцільно

перекривати (накладаючи край однієї на край другої), їх треба склеювати клейкими плівками або заплавлювати, а також ретельно закріпляти біля стін траншей. Проте більш якісного укриття можна досягти, використавши мішки з піском, що забезпечує якісну ізоляцію, дає змогу запобігти промерзанню сінажної маси взимку і виключає псування поверхні гризунами.

В останні роки набула розповсюдження набула технологія заготівлі сінажу в упаковці. Щоб одержати високоякісний корм із трави підвищеної вологості, спресованої в рулони, останні повністю обмотують у кілька шарів тонкою (0,025—0,03 мм) еластичною плівкою завширшки до 50 см, покритою шаром контактного клею. За такої технології рулон опиняється у повітронепроникній оболонці, яка щільно прилягає до нього. Це забезпечує одержання кормової маси з великим вмістом обмінної енергії, протеїну, каротину, дає змогу заготовляти корми за несприятливих погодних умов і, отже, дістає дедалі ширше застосування у фермерських господарствах Західної Європи.

Пакування рулонів у плівку здійснюється як на стаціонарі, так і мобільним агрегатом. У першому разі рулони з поля перевозять на спеціальний майданчик, де пакують у плівку пакувальником, що агрегатується з трактором. Аби забезпечити збережаність корму, рулони слід упакувати в плівку не пізніше як через дві години після їх формування. Мобільний агрегат здійснює пакування рулонів одразу після їх утворення, оскільки прес-підбирач скидає рулон на стіл агрегатованого з ним пакувальника. Комплекси машин для пакування рулонів у плівку постачають на ринок фірми Wolagri, Kverneland, Class, John Deere, McHale Engineering, Vicon, New Holland, Krone, Gowejl. Незважаючи на те, що рулонообмотувальні машини — це техніка порівняно дорога (що зумовлено особливим рівнем гідрофікації й автоматизації управління), обсяг їх продажів у країнах європейського північного заходу є доволі високим. Так, у 1998—2000 роках на ринку Великої Британії було

продано близько 2000 обмотників рулонів плівкою різного конструктивного виконання.

На сьогодні більшість європейських фермерів у кормовиробництві ще віддають перевагу обмотникам рулонів агрегатованого типу. У причіпному варіанті пакувальна установка з'єднується з прес-підбирачем за допомогою телескопічної тягової штанги. Процес формування рулону й обмотування його плівкою контролюється з кабіни трактора. По закінченні формування рулону тракторист вмикає програму "Обмотування рулону", тягова штанга скорочується, обмотник підтягується впритул до прес-підбирача, і рулон перекидається на платформу обмотника.

Проте, на думку експертів, уже найближчим часом високопродуктивні комбіновані машини, що об'єднують прес-підбирач та рулонообмотник, почнуть витісняти на ринку причіпні й навісні обмотувальні установки. Такі комплекси, в яких рулон обмотується одразу після виходу з пресувальної камери (що забезпечує високу якість корму), активно демонструють на найбільших європейських виставках-ярмарках. Проте висока вартість цих машин (модель Combi Pack 1200 фірми Krone коштує 35000 фунтів стерлінгів) стримує їх поширення.

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ І ЗАГОТІВЛІ СІНАЖУ

### 2.1 Складання технологічної карти на вирощування люцерни

Основним технологічним документом на вирощування і 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 – трудомісний 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 технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими режимами. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові.

Всі показники технологічної карти розраховуються наступним чином

Для прикладу розрахуємо операцію кондиціонування агрегатом МТЗ-82 в агрегаті із запропонованою машиною.

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  $T_{\partial}$  – 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:

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

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

Тоді,

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

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

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

де  $D_p$  – тривалість робіт, днів.

В нашому випадку:  $\Omega = 100$ га;  $W_{зм} = 15$ ;  $K_{зм} = 1$  (див. формулу 4.3)  $D_p = 10$  днів.

Підставимо зазначені дані в отримаємо

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

Приймаємо один 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.

Кількість палива необхідного для виконання роботи визначаємо по формулі:

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

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

Для операції кондиціонування витрата палива буде становити:

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

Затрати праці на виконання робіт підраховуємо за формулою

$$Z_{п} = (n_m + n_d) / W_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.10)$$

В нашому випадку затрати праці будуть становити:

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

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

$$W_y = \lambda \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (2.11)$$

де  $W_y$  – виробіток агрегату в умовних одиницях, у. е. га;

$\lambda$  - годинна еталонна продуктивність, у. е. га/год.

Умовний виробіток на операції кондиціонування буде таким:

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

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

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти.

## 2.2 Побудова графіків 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 прямокутників, 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 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 наведемо у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Потреба у тракторах для вирощування люцерни і заготівлі сінажу

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 будемо 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 .

Таблиця 2.2 - Потреба у сільськогосподарських машинах для вирощування люцерни і заготівлі сінажу

Сільськогосподарська машина	Необхідна кількість
Навантажувач ПЭ-0,8	1
Розкидач РУМ-8	1
Зчіпка СП-11	1
Борона БЗТС-1,0	11
Косарка КПС-5Г	1
Багатоцільова кормозбиральна машина	1

Граблі КР-420	1
Комбайн КСК-100А	1
Бульдозерна лопата Д159	2

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.

Розраховану необхідну кількість сільськогосподарських машин наведемо у таблиці 2.2.

### 3 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО МАШИН ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ

Основним джерелом кормів є природні і сіяні трави, кукурудза, соняшник і інші сільськогосподарські культури. Трави використовують для заготівлі розсипного і пресованого сіна, закладки сінажу і виробництва трав'яної муки. З кукурудзи, соняшника і високостеблових трав отримують силос. В літній період траву, кукурудзу і інші культури скошують і використовують в вигляді зелених кормів.

Для забезпечення максимального збору врожаю, отримання кормів високої якості збирання слід проводити в оптимальні агротехнічні строки при правильному виборі режимів скошування, транспортування і переробки рослин.

Злакові трави слід збирати в період викидання колоса, бобові – під час бутонізації. Скошувати необхідно без огріхів і пропусків, природні трави – на висоті 4-5 см, сіяні – 5-7 см [4].

Косарки повинні забезпечити задану висоту зрізу, зрізати стебла без розривів, зминання і виривання, добре копіювати рельєф місцевості, вкладати скошену траву в прокоси або валки так, щоб вона не попадала під колеса трактора або машини.

Згрібати і підбирати траву слід без огріхів і пропусків; валки складати прямолінійно шириною не більше 1,3 м і рівномірно по щільності. При створенні і обертанні валків трава не повинна скручуватися в джгути і скупчуватися.

Необхідно, щоб в процесі підбирання валків маса безперервно і рівномірно поступала на послідувачі робочі органи; не допускаються втрати і забруднення трави домішками ґрунту.

Після пресування тюки повинні бути правильної форми, однакової щільності і розмірів.

При подрібненні стебел свіжоскошених рослин і пров'яленої трави слід витримувати задану довжину різки.

Необхідно забезпечити швидке і рівномірне сушіння всіх рослин. В випадку сушки в польових умовах цього досягають плющенням стебел під час скошування і ворущінням трави в прокосах.

Якість кормів залежить в цілому від якості роботи кожної машини, яка входить в дану технологію заготівлі того чи іншого виду корму. Тому при вдосконаленні конструкції машин необхідно, щоб вона забезпечувала і вищу якість роботи в порівнянні з базовою машиною.

#### 4 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ КОРМОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Як уже зазначалося, при заготівлі кормів виконують такі операції: скошування, плющення, ворущіння, згрібання у валки, підбирання маси з валків з подрібненням та навантаженням у транспортні засоби, закладання в сховища, ущільнення маси з наступною герметизацією в заповненому сховищі. Після скошування масу пров'ялюють у полі. Для прискорення пров'ялювання бобові трави плющать та ворущать.

Підбирання маси із валків та її подрібнення здійснюють підбирачами – подрібнювачами всіх марок, які забезпечують довжину січки 2 – 3 см при закладанні маси в башти та 3 – 5 см при заготівлі сінажу в траншеї.

При скошуванні трав для заготівлі сіна чи сінажу, скошену масу, як правило, укладають у валки. В залежності від урожайності трав товщина валків може становити 30 - 40 см. При таких умовах зелена маса сохне повільно і нерівномірно. Для прискорення висихання трав валки 1-2 рази перевертають. Коли випадають дощі, то кількість таких операцій доводиться збільшувати.

При прив'ялюванні трави для заготівлі сіна чи сінажу стебла висихають значно повільніше, ніж листки. Це сповільнює процес заготівлі. Тому, прискоривши віддачу вологи стеблами, можливо значно скоротити тривалість сушіння, а внаслідок цього і втрати поживних речовин. Досягти зазначеного можливо шляхом плющення трави. Цей процес не тільки в 1,5–3,0 рази прискорює сушіння всієї рослини, але й наближає швидкість сушіння стебел до швидкості сушіння листків.

Як видно із вищесказаного при заготівлі сіна чи сінажу великий обсяг робіт припадає на плющення трави, обертання (ворущіння) валків (прокосів) та згрібання маси. Виконання цих операцій одно операційними машинами призводить до збільшення собівартості кормів, оскільки зростають



експлуатаційні витрати. Для зменшення експлуатаційних витрат при заготівлі сіна та сінажу в даному проекті пропонується багатоцільова кормозбиральна машина.

Багатоцільова кормозбиральна машина призначена для скорочення тривалості висушування скошених бобових, злакових трав та їх сумішей.

Шляхом встановлення змінних робочих органів машину можна використовувати для виконання таких операцій:

1) динамічного плющення свіжоскошених трав з вкладанням у валок чи розкидання маси в прокосах (варіант – кондиціонер);

2) Розкидання валків скошеної трави, згрібання із прокосів у валки переважно злакових трав еластичними пальцями, ворущіння в прокосах (варіант – розкидач);

3) Обертання валків та їх здвоювання конусоподібними робочими органами, виконаними із еластичного матеріалу (варіант – обертач валків);

4) Ворущіння сіна граблинами, виконаними у вигляді пружин (варіант - ворущилка).

Машина складається з таких основних вузлів (див. графічну частину проекту): рами з автозчіпкою; карданної передачі; ротора, на якому в залежності від виконуваної роботи монтують змінні робочі органи – граблини у вигляді подвійних пружинних пальців, циліндр з еластичними пальцями (може бути обшитий еластичною гофрованою стрічкою і конусоподібний еластичний робочий орган; редуктора; клинопасової передачі; колісного ходу; бітерів, щітки якого виконані з полімерних (ПХВ) шнурів.

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ

### 5.1 Розрахунок клинопасової передачі приводу ротора

Привід кондиціонера здійснюється від ВВП трактора через конічний редуктор з передаточним відношенням 1:1, який має два вихідних вала, один з яких йде на привід ротора, а другий на привід бітерів.

Розрахуємо клинопасову передачу з натяжним роликком на привід ротора.

Вихідні дані: частота обертання ВВП трактора 540 об/хв.; діаметр ротора 1860 мм; потужність, необхідна для приводу ротора 14 кВт; частота обертання ротора не повинна перевищувати 140 об/хв. Тоді передаточне відношення клинопасової передачі буде становити 3,8.

Для передачі потужності 14 кВт рекомендовано паси типу Б і В. Прийmemo переріз паса В, для якого розрахунковий діаметр меншого шківа 200-280 мм. Прийmemo розрахунковий діаметр меншого шківа 200 мм. Відповідно розміри і діаметр натяжного ролика такі ж самі.

Визначаємо колову швидкість паса на мінімальній швидкості руху агрегату:

$$V = W \cdot R; \quad (5.1)$$

де  $W$  – кутова швидкість ведучого шківа, яка рівна кутовій швидкості валу відбору потужності;

$R$  – радіус ведучого шківа,  $R = 0,1$  м.

$$W = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 540}{30} = 56,52 \text{ с}^{-1}$$

$$V = 56,52 \times 0,1 = 5,65 \text{ м/с}$$

Визначимо діаметр веденого шківа за формулою:

$$D_2 = D_1 \cdot U_{n.n} (1-\varepsilon), \quad (5.2)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт ковзання,  $\varepsilon = 0,01$ .

$$D_2 = 200 \times 3,8 (1-0,01) = 708 \text{ мм.}$$

Прийmemo, що  $D_2 = 750$  мм.

Перераховуємо передаточне число

$$U_{п.п} = \frac{D_2}{D_1} = 750/200 \approx 3,8. \quad (5.3)$$

Визначаємо мінімальну  $L_{\min}$  та максимальну  $L_{\max}$  міжосьову відстань між шківками:

$$L_{\min} = 0.55(D_1 + D_2) + h; \quad (5.4)$$

де  $h$  – висота (товщина) паса,  $h = 13,5$  мм.

$$L_{\min} = 0,55 (200 + 710) + 8 = 514 \text{ мм}$$

$$L_{\max} = 2 \cdot (D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (5.5)$$

$$L_{\max} = 2 \cdot (200 + 710) = 1810 \text{ мм}$$

Приймаємо, що  $L = 1000$  мм.

Визначимо довжину паса  $l$

$$l = 2L + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)}{4L}. \quad (5.6)$$

$$l = 2 \cdot 1000 + 3,14/2 (200+710) + (710-200)/4 \times 1000 = 3429 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину клинового паса згідно державних стандартів  $l = 3350$  мм. Визначаємо кут обхвату ведучого шківки пасом:

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{L} \cdot 60^\circ \quad (5.7)$$

$$\alpha = 180^\circ - \frac{710 - 200}{1000} \cdot 60^\circ = 149,4^\circ$$

Кут обхвату  $\alpha = 149,4^\circ$ , що приблизно дорівнює допустимому значенню  $\alpha = 150^\circ$ .

Визначаємо число пасів:

$$Z = \frac{N}{N_0 \cdot K_1 \cdot K_2}, \quad (5.8)$$

де  $N$  – потужність, на ведучому валу  $N=14$  кВт;

$N_0$  – потужність, яку може передавати один пас,  $N_0 = 5,28$  кВт;

$K_1$  – коефіцієнт кута обхвату,  $K_1 = 0,96$

$K_2$  – коефіцієнт режиму та тривалості роботи,  $K_2 = 1$ .

$$Z = \frac{14}{5,28 \cdot 0,96 \cdot 1} = 2,02.$$

Приймаємо кількість пасів  $Z = 2$ .

Визначаємо орієнтовано діаметр вала ведучого шківів  $d_{\text{в1}}$ :

$$d_{\text{в1}} = \sqrt[3]{\frac{573,24 \cdot N}{n \cdot 0,2[\tau]}}, \quad (5.9)$$

де  $n$  – частота обертання вала ведучого шківів,  $n = 9$  об/с.

$[\tau]$  - значення допустимої напруги кручення

$$d_{\text{в1}} = \sqrt[3]{\frac{573,24 \cdot 14}{9 \cdot 0,2 \cdot 2,1}} = \sqrt[3]{1123,3} = 12,9 \text{ мм}$$

Приймаємо  $d_{\text{в1}} = 20$  мм.

## 5.2 Розрахунок клинопасової передачі приводу бітерів

Згідно даних технічної характеристики машини колова швидкість на задньому бітері 32 м/с (привідному), а на передньому – 21 м/с (веденому).

Визначаємо кутову швидкість на ведучому шківів:

$$\omega_1 = \frac{V}{R} \quad (5.10)$$

де  $V$  – колова швидкість на кінцях бітера 32 м/с

$R$  – радіус бітера 1050 мм

$$\omega_1 = \frac{32}{1.05} = 30.5 \text{ c}^{-1}$$

Кутова швидкість на веденому шківу

$$\omega_2 = \frac{21}{1.05} = 20 \text{ c}^{-1}.$$

Передаточне число передачі визначаємо за формулою:

$$U_{nn} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (5.11)$$

$$U_{nn} = \frac{30.5}{20} = 1.53$$

Прийmemo переріз паса Б для якого розрахунковий діаметр меншого шківа 125–200 і більше. Прийmemo розрахунковий діаметр меншого шківа  $D_1 = 125$  мм.

Визначимо діаметр веденого шківа за формулою

$$D_2 = D_1 \cdot U_{n.n} (1 - \varepsilon). \quad (5.12)$$

$$D_2 = 125 \times 1,53 (1 - 0,01) = 190 \text{ мм.}$$

Прийmemo, що  $D_2 = 200$  мм. Перераховуємо передаточне число

$$U_{n.n} = \frac{D_2}{D_1} = 200/125 = 1,6 \quad (5.13)$$

Розбіжність отриманого передаточного числа з заданим складає 4,3 %, що не перебільшує норми.

Визначаємо міжосьову відстань шківів  $L$ , мм

$$L_{min} = 0.55(D_1 + D_2) + h; \quad (5.14)$$

де  $h$  – висота (товщина) паса,  $h = 10,5$  мм.

$$L_{min} = 0,55 (125 + 200) + 10,5 = 190 \text{ мм}$$

$$L_{max} = 2 \cdot (D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (5.15)$$

$$L_{max} = 2 \cdot (125 + 200) = 650 \text{ мм}$$

Приймаємо, що  $L = 450$  мм.

Визначимо довжину паса  $l$ .

$$l = 2L + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)}{4L} \quad (5.16)$$

$$l = 2 \cdot 450 + 3,14/2 (125+200) + (200-125)/4 \times 450 = 1410 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину клинового паса згідно ГОСТ 1284.1-80  $l = 1500$  мм.

Визначаємо кут обхвату ведучого шківів пасом

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{L} \cdot 60^\circ \quad (5.17)$$

$$\alpha = 180^\circ - \frac{200 - 125}{450} \cdot 60^\circ = 160^\circ.$$

Кут обхвату  $\alpha$  є більшим мінімально допустимого  $\alpha = 150^\circ$ .

Визначаємо число пасів  $Z$

$$Z = \frac{N}{N_0 \cdot K_1 \cdot K_2} \quad (5.18)$$

$$Z = \frac{6}{2.63 \cdot 0.96 \cdot 1} = 2,29.$$

Приймаємо кількість пасів  $Z = 3$ .

Визначаємо орієнтовано діаметр вала ведучого шківів,  $d_{s1}$ ;

$$d_{s1} = \sqrt[3]{\frac{573,24 \cdot N}{n \cdot 0.2[\tau]}}; \quad (5.19)$$

де  $n$  – частота обертання веденого вала шківів,  $n = 2,3$  об/с.

$[\tau]$  - значення допустимої напруги кручення.

$$d_{s1} = \sqrt[3]{\frac{573,24 \cdot 5.28}{2.3 \cdot 0.2 \cdot 2,1}} = 38,7 \text{ мм}$$

Приймаємо 40 мм.

### 5.3 Розрахунок шпонкового з'єднання вала бітера з шківом

Чавунний шків від ротора до шнека передає потужність  $N = 6$  кВт при  $n = 540$  об/хв. Необхідно підібрати і перевірити призматичну шпонку, якщо діаметр вала  $d = 40$  мм, довжина маточини шківа  $l = 60$  мм.

Згідно державних стандартів вибираємо для вала  $\varnothing 40$  мм шпонку  $b \times h = 10 \times 8$ . Довжину шпонки вибираємо так, щоб вона була меншою на (5...15 мм). Беремо  $l = 45$  мм. Тоді, робоча довжина шпонки буде

$$l_p = l - b = 45 - 10 = 35 \text{ мм}.$$

Перевіряємо вибрану шпонку на зминання. Момент на валу шківа  $M_{об} = 300$  Нм. Напруження зминання розрахуємо за формулою [27]

$$\sigma_{зм} \approx \frac{4,4 M_{об}}{(dn C_p)}. \quad (5.20)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\sigma_{зм} \approx \frac{4,4 \cdot 300}{(40 \cdot 9 \cdot 35 \cdot 10^{-9})} = 13,3 \cdot 10^6 \text{ Па} = 33,3 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}].$$

Це напруження о менше від допустимого  $[[\sigma_{зм}]] = 50 \dots 90$  МПа.

Розрахункове напруження зрізу шпонки визначимо за формулою

$$\tau_{зр} = \frac{2M}{(dbl_p)} \quad (5.21)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 300}{(40 \cdot 8 \cdot 35 \cdot 10^{-9})} = 27,55 \text{ МПа}.$$

Це значно менше від допустимого, яке рівне

$$[\tau_{zp}] \approx 0,6 [\sigma_{zm}] = 0,6 \cdot (50 - 90) = 30 \dots 54 \text{ МПа.}$$

Дані розрахунків використовуємо при проектуванні вузлів і деталей кондиціонера-плющилки.



## 6 ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОНДИЦІОНУВАННЯ

### 6.1 Умови роботи агрегату і агротехнічні вимоги до кондиціонування

Площа поля 50 га , довжина гону 800 м. Склад агрегату: МТЗ-82 + БКМ (варіант – кондиціонер); поле має схил 2 %. Фон: стерня багаторічних трав.

Втрати від оббивання листя і суцвіть не повинні перевищувати 2,5 %. Забрудненість трави ґрунтом не повинна перевищувати 0,5 %. Повнота плющення 98 %.

### 6.2. Розрахунок режимів роботи агрегату

Визначаємо діапазон допустимих швидкостей виконання операції. Згідно даних швидкість руху агрегату повинна знаходитись в межах 5 - 7 км/год. У трактора МТЗ-82 у зазначеному діапазоні швидкостей може бути використана III передача підвищеного і IV пониженого діапазону. На вибраних передачах теоретична швидкість руху становить  $III_{\text{підв.}} = 7,24$  км/год.,  $IV_{\text{пон.}} = 6,73$  км/год.

Визначимо дотичну силу тяги трактора по вибраних передачах:

$$P_{\partial} = \frac{9,954 \cdot N_e \cdot i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{n \cdot r_k}, \quad (6.1)$$

де  $N_e$  - ефективна потужність двигуна , кВт.;

$I_{\text{тр}}$  – передаточне число трансмісії на передачах;

$\eta$  - ККД трансмісії;

$n$  - номінальна частота обертання колінчастого валу;

$r_k$  - дійсний радіус рушіїв трактора.

У трактора МТЗ-82  $N_e = 58,9$  кВт, передаточне число трактора на III підвищеній передачі становить  $I_{\text{тр}} = 83,5$ ; на IV пониженій  $I_{\text{тр}} = 90$ . ККД

трансмисії знаходиться в межах 0,9-0,92. Приймаємо  $\eta_{тр} = 0,9$ . Номінальна частота обертання двигуна Д-240  $n_{дв} = 2200$  об/хв.

Дійсний радіус рушіїв трактора можна визначити за формулою:

$$r_k = r_0 + \lambda \cdot h \quad (6.2)$$

де  $r_0$  – радіус сталевго обода колеса, м ;

$\lambda$  - коефіцієнт деформації шини ;

$h$  - висота шини , м .

У трактора МТЗ-82  $r_0 = 0,483$  м;  $h = 0,305$  м. Деформація шини залежить від фону в нашому випадку  $\lambda = 0,75$ .

$$\text{Тоді, } r_k = 0,483 + 0,305 \cdot 0,75 = 0,71 \text{ м,}$$

а дотична сила тяги на третій підвищеній передачі становить

$$P_{\text{дотIII}} = \frac{9.95458.9.83.5.0.9}{2200} = 28,2 \text{ кН.}$$

Відповідно на четвертій пониженій:

$$P_{\text{дотIV}} = \frac{9.954 \cdot 58.9 \cdot 90 \cdot 0.9}{2200} = 30,4 \text{ кН.}$$

Визначаємо силу зчеплення рушіїв з ґрунтом за формулою:

$$F_{гр} = \mu G \varphi \quad (6.3)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом,  $\mu = 0,65$ ;

$G$  – вага трактора,  $G = 33,5$  кН (трактора МТЗ–82);

$\varphi$  – коефіцієнт який показує яка частина ваги трактора припадає рушії,  $\varphi = 1$ .

Тоді, сила зчеплення рушіїв трактора з фоном становить

$$F_{зч} = 0,85 \cdot 33,5 \cdot 1 = 28,5 \text{ кН.}$$

Визначаємо рушійну силу тяги на вибраних передачах, для цього порівнюємо між собою значення дотичної сили тяги і сили зчеплення, і за рушійну приймаємо меншу із них.

Згідно розрахунку дотична сила тяги на III передачі підвищеного діапазону становить 28,2 кН, на IV пониженого діапазону – 30,4 кН, а сила зчеплення рушіїв з ґрунтом становить 21,8 кН.

Отже, за рушійну силу тяги на обох передачах приймаємо силу зчеплення рушіїв з ґрунтом, яка становить 21,8 кН.

Визначаємо силу тяги трактора на вибраних передачах за формулою:

$$P_{гак} = P_p - (P_f - P_i), \quad (6.4)$$

де  $P_p$  – рушійна сила, кН;

$P_f$  – сила опору на перекочування, кН;

$P_i$  – сила опору на подолання підйому, кН.

$$P_f = G \cdot f, \quad (6.5)$$

де  $f$  – коефіцієнт опру перекочування.

В нашому випадку  $f = 0.07$ . Тоді,

$$P_f = 33.5 \cdot 0.07 = 2,35 \text{ кН.}$$

$$P_i = G \cdot \frac{i}{100} \quad (6.6)$$

де  $i$  – схил місцевості, %.

В нашому випадку схил місцевості складає 2 %, звідси:

$$P_i = 33,5 \cdot \frac{2}{100} = 0,67 \text{ кН.}$$

Отже, сила тяги на III передачі буде

$$P_{\text{гак}} = 28,2 - (2,35 + 0,67) = 18,8 \text{ кН.}$$

Визначаємо робочу швидкість руху агрегату на вибраних передачах за формулою:

$$V_p = V_t \cdot (1 - \delta), \quad (6.7)$$

де  $V_t$  – теоретична швидкість руху агрегату, км/год.;

$\delta$  – коефіцієнт буксування, в частках одиниці.

Коефіцієнт буксування можна визначити знаючи безрозмірний параметр  $p$ , який визначається наступним чином:

$$p = \frac{P_{\text{гак}} \cdot K_B}{F_{\text{зч}}}, \quad (6.8)$$

де  $p$  – безрозмірний параметр ;

$P_{\text{гак}}$  – рушійна сила тяги ;

$K_B$  – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора;

$K_B = 0,75 - 0,85$  . Приймаємо  $K_B = 0,8$ .

$$p = \frac{18,8 \cdot 0,8}{21,8} = 0,67.$$

Отже, за даними [26],  $\delta = 12,5$  %.

Тоді, робоча швидкість руху становитиме:

$$\text{На III}_{\text{підв.}} V_p = 7,24 \cdot (1 - 0,125) = 6,3 \text{ км/год.}$$

$$IV_{\text{пoh.}} \quad V_{\text{роб.}} = 6,73 \cdot (1 - 0,125) = 5,9 \text{ км/год.}$$

Визначаємо тяговий опір агрегату. Оскільки у нас тягово-привідний агрегат, то опір агрегату визначаємо за формулою:

$$R = R_M + R_{\text{пр}} \quad (6.9)$$

де:  $R_M$  – опір перекочування машини ;

$R_{\text{пр}}$  – тягове зусилля, яке міг би додатково розвинути трактор, за рахунок потужності, що витрачається на приведення в дію робочих органів кондиціонера:

$$R_M = f_M \cdot G_M, \quad (6.10)$$

де  $f_M$  – опір перекочування машини,  $f_M = 0.07$

$G_M$  – вага кондиціонера,  $G_M = 7 \text{ кН.}$

$$R_{\text{пр}} = \frac{3.6 \cdot N_{\text{ВВП}} \cdot \eta_{\text{пр}}}{V_p \cdot \eta_{\text{ВВП}}} \quad (6.11)$$

де  $N_{\text{ВВП}}$  – потужність, що витрачається на приведення в дію робочих органів машини через ВВП трактора, кВт.,  $N_{\text{ВВП}} = 15 \text{ кВт.}$

$\eta_{\text{ВВП}}$  – коефіцієнт корисної дії ВВП трактора, який дорівнює 0,95.

Тоді, приведений опір на III передачі складатиме

$$R_{\text{пр}} = \frac{3.6 \cdot 15 \cdot 0.9}{6.3 \cdot 0.95} = 8.1 \text{ кН.}$$

На IV передачі

$$R_{\text{пр}} = \frac{3.6 \cdot 15 \cdot 0.9}{5.9 \cdot 0.95} = 8.9 \text{ кН.}$$

Отже, визначаємо тяговий опір агрегату на III передачі.

$$R_{\text{пр}} = 0,49 + 8,1 = 8,59 \text{ кН};$$

На IV передачі:

$$R_{\text{пр}} = 0,49 + 8,6 = 9,09 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля на обох передачах за формулою:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{\text{зак}}} \quad (6.12)$$

де  $R_a$  – тяговий опір агрегату

$P_{\text{зак}}$  – тягове зусилля на гаку трактора.

$$\eta_{\text{III}} = \frac{8.85}{18.8} = 0.46$$

$$\eta_{\text{IV}} = \frac{9.09}{18.8} = 0.48$$

За робочу передачу трактора вибираємо IV передачу тому, що коефіцієнт використання тягового зусилля максимально наближений до допустимого.

### 6.3 Кінематичні характеристики агрегату

Для виконання даної операції кондиціювання вибираємо човниковий спосіб руху агрегату.

Визначаємо ширину поворотної смуги для вибраного способу руху за формулою:

$$E = 3R + e, \quad (6.13)$$

де  $e$  – довжина виїзду агрегату

$R$  – радіус повороту

Оскільки операція кондиціонування проводиться після скошення трави косаркою КПС–5Б, в якій радіус повороту дорівнює ширині захвату косарки

$$R = B_p = 5 \text{ м.} \quad \text{Отже, } R = 5 \text{ м.}$$

Оскільки у нас начіпний агрегат, то

$$e = 0.1 \cdot l_a$$

де  $l_a$  – кінематична довжина агрегату

$$l_a = l_T + l_M$$

де  $l_T$  – кінематична довжина трактора

$l_M$  – кінематична довжина машини

У трактора МТЗ–82,  $l_T = 1,2 \text{ м}$   $l_M = 2,1 \text{ м}$ , отже

$$l_a = 1,2 + 2,1 = 3,3 \text{ м.}$$

Звідси, довжина виїзду агрегату

$$e = 0,1 \cdot 3,3 = 0,33 \text{ м.}$$

Отже, ширина поворотної смуги буде

$$E = 3 \cdot 5 + 0,33 = 15,33 \text{ м.}$$

$$E_\phi = n \cdot B_p \quad (6.14)$$

де  $n$  - число проходів агрегату.

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (6.15)$$

$L_p$  – робоча довжина загінки

$$L_p = L - 2E_\phi$$

де  $L$  – довжина поля ,  $L = 800$  м

$$L_p = 800 - 30 = 770 \text{ м}$$

$L_x$  – довжина холостого ходу

При човниковому ходу руху довжина холостого ходу буде визначатися за формулою

$$L_x = 6R + 2e \quad (6.16)$$

$$L_x = 6 \cdot 5 + 2 \cdot 0,33 = 30,66 \text{ м}$$

$$\text{Тоді, } \varphi = \frac{770}{770 \cdot 30,66} = 0,96.$$

#### 6.4 Визначення норми виробітку і витрати палива

Норму виробітку можна визначити за формулою:

$$H = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot T_{зм} \quad (6.17)$$

де  $\tau$  – коефіцієнт використання часу;

$T_{зм}$  – тривалість зміни; год,  $T_{зм} = 7$  год;

$$\tau = T_p / T_{зм}$$

де  $T_p$  – тривалість чистої роботи, год;

Тривалість чистої роботи можна визначити за формулою:

$$T_p = T_{зм} - \frac{(T_1 + T_2 + T_3 + T_4)}{1 + \tau_{нов} + \tau_{мо}} \quad (6.18)$$

$T_1$  – тривалість підготовчо-заключних робіт,  $T_1 = 5$  хв.;



$T_2$  – норматив часу на ЩТО,  $T_2 = 50$  хв.;

$T_3$  – норматив часу на фізіологічні потреби (відпочинок і обід), обід – 25 хв. Особисті потреби – 10 хв.,

$T_4$  – тривалість часу до переїздів,  $T_4 = 25$  хв.

Коефіцієнт поворотів визначаємо за формулою

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1-\varphi}{\varphi} . \quad (6.19)$$

$$\tau_{\text{нов}} = \frac{1-0,96}{0,96} = 0,04$$

Отже, тривалість чистої роботи буде становити

$$T_p = 420 - \frac{(5 + 50 + 35 + 10)}{14 + 0.4} = 298 \text{ хв} \text{ або } 5 \text{ год.}$$

Звідси коефіцієнт використання часу

$$\tau = 5/7 = 0,71.$$

Підставивши всі отримані значення в формулу отримаємо норму виробітку за зміну:

$$H = 0,1 \cdot 5 \cdot 6,3 \cdot 0,71 \cdot 7 = 15,5 \text{ га/зм.}$$

Розраховуємо норму витрати палива:

$$q = \frac{G_p \cdot T_p \cdot G_z \cdot T_z \cdot G_{\text{пер}} \cdot T_{\text{пер}} \cdot G_{\text{нов}} \cdot T_{\text{нов}}}{H} , \quad (6.20)$$

де  $G_p, G_z, G_{\text{пер}}, G_{\text{нов}}$  – відповідно, витрата палива на виконання основної роботи, при зупинках, переїздах і поворотах, кг/год.

$$T_{\text{пов}} = T_p \cdot \tau_{\text{пов}}$$

$$T_{\text{пов}} = 5 \cdot 0,04 = 0,2.$$

$T_{\text{зуп}}$  – приймаємо виходячи з часу на особисті потреби.

$$T_{\text{зуп}} = 10 \text{ хв}; \quad T_{\text{пер}} = 25 \text{ хв}; \quad G_{\text{зуп}} = 1,7 \text{ кг/год}; \quad G_{\text{пер}} = 6 \text{ кг/год}; \quad G_{\text{пов}} = 7 \text{ кг/год};$$

$$G_p = 10 \text{ кг/год}.$$

Підставивши всі значення у формулу отримаємо питомі витрати палива

$$q = \frac{10 \cdot 5 + 1,7 \cdot 0,17 + 6 \cdot 0,42 + 7 \cdot 0,2}{15,5} = 3,5 \text{ кг/га або } 4,2 \text{ л/га}.$$

По проведених розрахунках складаємо операційно-технологічну карту на проведення операції (графічна частина роботи).

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Загальні питання

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально–економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувальних заходів і засобів, спрямованих на створення безпечних умов, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Складовими охорони праці є законодавство про працю, виробнича санітарія і безпека застосування різних технічних засобів на виробничих процесах у сільському господарстві, включаючи пожежну безпеку.

Трудове законодавство регламентується законодавчими актами, основними з яких є Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці». При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [15].

Для забезпечення безпечності технологічних процесів потрібно добиватися більш повної механізації і автоматизації, використовувати дистанційне керування небезпечних виробничих ділянок,

На технологічних операціях не допускалося використання сільськогосподарської техніки, яка не пройшла обкатки і технічного огляду.

При проведенні робіт небезпечні ділянки робочої зони і відповідні місця знаряддя слід позначати знаками безпеки. Агрегати, в склад яких входять причіпні машини, які мають робоче місце, повинні мати справну двосторонню сигналізацію. Самохідні машини і агрегати слід забезпечувати медичними аптечками, термосами з питною водою, засобами пожежної безпеки.

## 7.2 Правила техніки безпеки при виконанні робіт

Особливістю умов праці механізатора в сільськогосподарському виробництві являється те, що велику кількість польових робіт вони виконують на значній відстані від центральної садиби і бригадних станів. В таких умовах важко проконтролювати виконання техніки безпеки працівниками, важко надати своєчасну медичну допомогу в разі такої необхідності. В зв'язку з цим підвищується особиста відповідальність механізатора за безпечне проведення робіт, яка повинна базуватися на знанні правил охорони праці і безпечної експлуатації кожного конкретного агрегату на будь-яких сільськогосподарських роботах.

Основні вимоги техніки безпеки при виконанні механізованих робіт заключаються в наступному:

7.1. Технічний стан трактора і сільськогосподарської машини повинен відповідати вимогам заводських інструкцій і агрегат повинен бути укомплектованим набором справного інструмента і пристосувань у відповідності із заводською інструкцією.

7.2. Трактор має бути обладнаним справним іскрогасником і первинними засобами пожежогасіння.

7.3. Важелі управління машинами повинні мати рукоятки із нетеплопровідного матеріалу.

7.4. На захисних огороженнях, а також біля вузлів, небезпечних для обслуговуючого персоналу (ротори косарки, плющілки, вузли і деталі, які обертаються), повинні бути зроблені написи, які попереджують про небезпеку.

7.5. Частина машини, які рухаються і обертаються (карданні, пасові передачі і т.ін.) повинні бути огорожені захисними кожухами, які забезпечують безпеку обслуговуючого персоналу.

7.6. Захисні кожухи повинні бути пофарбовані в колір, який відрізняється від загального фарбування машини. Внутрішня поверхня таких кожухів повинна бути пофарбована в червоний колір.

7.7. Кабіна трактора повинна відповідати таким вимогам:

1). Переднє, заднє, бокове скло не повинне мати тріщин і затемнень, які погіршують видимість. Встановлення непрозорих матеріалів замість скла забороняється.

2). Бокове скло при наявності склопід'ємних механізмів повинне легко і плавно опускатися, підніматися і фіксуватися в визначеному положенні.

3). Склоочисники повинні легко переміщатися, забезпечуючи повне очищення скла.

4). Замки дверей кабіни повинні бути справними, виключаючи можливість їх самовільного відкривання під час руху.

5). На подушці і спинці сидіння не допускаються провали, виступаючі пружини і гострі кути. При наявності на тракторі регулюємого сидіння воно повинне фіксуватися в визначеному положенні (при ремонті або заміні сидіння і спинок змінювати їх розміри і форми забороняється).

6). Щитки контрольно-вимірювальних приладів повинні бути освітлені.

7). На полу кабіни повинен лежати гумовий килимок.

8). В місці проходження важелів і педалей повинні бути передбачені конструкцією чохла, які запобігають проникненню пилу в кабіну.

7.8. Двигун не повинен мати протікання палива, масла і води, пропуску вихлопних газів в з'єднаннях вихлопного колектора з двигуном і вихлопною трубою. Лопаті вентилятора повинні бути пофарбовані в колір, який відрізняється від кольору пофарбування двигуна.

7.9. Важелі механізмів пускового двигуна повинні легко і надійно переключатися.

7.10. Технічний стан електрообладнання повинен забезпечувати нормальну роботу стартера, приладів освітлення, сигналізації і електричних контрольних приладів, а також виключати можливість виникнення іскри і втрат струму в дротах і клемах. Електропроводка повинна бути захищена від механічних пошкоджень, а поблизу нагрітих частин двигуна і в місцях, де можливе попадання на неї мастил і палива, повинна бути надійно захищена.

7.11. Акумуляторні батареї повинні знаходитись в місцях, які передбачені інструкцією, надійно закріплені, закриті кришкою і не мати протікання електроліта.

7.12. Технічний стан рульового управління трактора повинен забезпечити легке, надійне і безпечне керування. З'єднувальні пальці тяг повинні бути зашплінтовані стандартними, не бувшими в використанні шплінтами.

7.13. У рульового управління колісного трактора не допускається:

- а) ослаблення кріплення рульової колонки;
- б) ослаблення кріплення рульової сошки на її валу;
- в) несправність повздовжньої і поперечної рульових тяг і їх деталей (згин, тріщини, пошкодження різьби, пробок і наконечників, злому або відсутності шплінтів і т. ін.);
- г) люфт рульових тяг вище вказаного заводом-виготовником;
- д) вільний хід рульового колеса більше  $15^{\circ}$ .

7.14. З'єднувальні шланги гідросистеми повинні бути надійними і не допускається протікання масла.

7.15. Агрегат повинен бути забезпечений медичною аптечкою.

7.16. Питний бачок або термос, який є на тракторі, повинен щодня заповнюватися питною водою.

7.17. Перед початком руху агрегата необхідно впевнитися, що попереду немає людей, потім подати попереджувальний звуковий сигнал і зрушити з місця.

7.18. Всі кріпильні роботи, очищення, змащення треба виконувати після зупинки трактора і виключення передачі до ротора, який обертається.

7.19. Забороняється лежати, відпочивати на ділянках, де працюють косарки і сінозбиральні агрегати, перевозити людей і сторонні вантажі на вузлах косарки.

7.20. Під час обслуговування машини вона повинна займати стійке положення. Під колеса трактора встановлюються упори, а під начіплену косарку ставлять козли або спеціальні підставки, які пройшли попереднє випробовування на вантажопід'ємність.

7.21. Підтягування болтових з'єднань, операції по регулюванню виконують тільки справним інструментом.

### 7.3 Охорона праці при вирощуванні люцерни і заготівлі кормів

Розглянемо деякі заходи з охорони праці при заготівлі кормів. Перед початком робіт механізатори і робітники повинні пройти інструктаж по техніці безпеки і пожежній безпеці.

При транспортуванні різальний апарат косарки повинен бути закритий захисними щитками. Слідкувати, щоб перед пуском і під час роботи нікого не було попереду агрегату.

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

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

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

Забороняється починати роботу не впевнившись в тому, що всі запобіжні загорожі механізмів і машин правильно встановлені; оглядати, регулювати і усувати неполадки робочих органів машин при русі агрегату, а обладнання і електропристрої – при працюючому двигуні; очищати на робочому або холостому ході від трави ріжучі апарати, рухомі і обертаючі частини машин і механізмів, змащувати ланцюги, підшипники і інші деталі, які труться; застосовувати для переносного освітлення електроживлення з напругою вище 12В; допускати втрату і розливання палива і мастила при заправці і мащенні тракторів і самохідних сільськогосподарських машин.

Всі небезпеки виявлені в процесі вирощування і заготівлі кормів з люцерни були систематизовані і на цій основі розроблено заходи по усуненню цих небезпек.

Рільнича бригада в господарстві є самостійним структурним підрозділом. Очолює бригаду бригадир рільничої бригади. Робочий день у польовий період становить 8 годин, у зимовий - 6 годин. При збирання трав в господарстві використовують косарки КС-2,1Б, КПРН-3,0, які рухають по загінній схемі руху з правими поворотами. Такий спосіб руху дає можливість дотриматись розділу протипожежних смуг на території поля.

Місця відпочинку відведено в центральній частині прилягаючої лісосмуги. В польовій сівозміні інколи використовують і круговий спосіб



руху збиральних агрегатів з відведенням протипожежних смуг та прокосів для диких тварин.

#### 7.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Механізаторам, допоміжному персоналу і спеціалістам, які зайняті на заготівлі сіна, передбачена безкоштовна видача за встановленими нормами спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту [22].

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначимо шляхом визначення кількості робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції [22]. Дані розрахунків заносимо у таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 - Норма видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

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

#### 7.5 Рекомендації по поліпшенню умов праці в господарстві

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів; інженер з охорони праці. Проводиться щорічно

2. Укомплектувати медичні аптечки; інженер з охорони праці. Березень 2022 року.

3. Провести 32-годинні курси з охорони праці; керівники підрозділів господарства. Лютий 2022 року.
4. Встановити необхідну кількість попереджуючих і забороняючих знаків і табличок; інженер з охорони праці. Травень 2022 року.
5. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт; керівники підрозділів. Постійно.
6. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем; керівник господарства. Квітень 2022 року.
7. Виділити і обладнати спеціальне місце для куріння; керівники підрозділів. Квітень 2022 року.
8. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту; інженер з охорони праці. Травень 2022 року.
9. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці; інженер з охорони праці. Постійно.
10. Дообладнати кабінет з охорони праці зразками засобів індивідуального захисту. інженер з охорони праці. Постійно.
11. Придбати 100 респіраторів для використання при обприскуванні посівів отрутохімікатами та для інших небезпечних робіт. Інженер з охорони праці. Вересень 2022 року.
12. Придбати 50 вогнегасників різних типів: хімічного типу – 10 шт., порошкових – 30 шт., кислотних – 10 шт. Жовтень 2022 року.
13. Обладнати вогнегасниками всі технічні засоби, що можуть бути пожежо-небезпечними. Квітень 2022 року
14. Забезпечити робітників, що працюють в полі вагончиками для відпочинку та побутових потреб. Квітень 2022 року.

## 8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Відмінність нової технології заготівлі кормів від базової (тої, яка використовується в господарстві) полягає в тому, що після скошування трави валковою косаркою КПС-5Г її обробляють кондиціонером. Новий варіант крім скошування зазначеною косаркою включає обробіток трави кондиціонером. Агрегатується ворушилка і кондиціонер з трактором класу 1,4 (МТЗ-80, ЮМЗ-6). При цьому одну із операцій ворущіння і обертання скошених трав в новій технології заміняємо на процес кондиціонування. Таким чином додаткових операцій і затрат в удосконаленій технології не буде.

Затрати праці можна визначити за формулою:

$$z_n = \frac{m}{W} \quad (8.1)$$

де  $m$  – кількість обслуговуючого персоналу, чол.

$W$  – продуктивність за годину змінного часу, га/год.

Агрегат з ворушилкою обслуговує один механізатор. Її продуктивність становить 2,2 га/год. Тоді, затрати праці на скошування по базовій технології будуть становити

$$z_{нб} = \frac{1}{2,2} = 0,45 \text{ люд}\cdot\text{год./га.}$$

Продуктивність кондиціонера дорівнює 2,6 га/год. (розділ 4). Тоді, затрати праці по новій технології становлять:

$$z_{нк} = \frac{1}{2,6} = 0,38 \text{ люд}\cdot\text{год./га.}$$

Зниження затрат праці при впровадженні удосконалення становлять

$$z_{пн} = 0,45 - 0,38 = 0,07 \text{ люд}\cdot\text{год./га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати визначають за формулою:

$$C = C_{\text{оп}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} + C_{\text{пмм}}, \quad (8.2)$$

де  $C_{\text{о}}$  – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

$C_{\text{ра}}$  – відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{\text{кто}}$  – витрати на капітальний і поточний ремонти та технічне обслуговування, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$  – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Витрати на оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{\text{он}} = \frac{T_m \cdot m}{H} \quad (8.3)$$

де  $T_m$  – тарифна ставка (з врахуванням мінімальної зарплати), грн.;

$m$  – кількість механізаторів, які обслуговують агрегати;

$H$  – норма виробітку, га.

Тоді витрати на оплату праці становлять по базовій технології:

$$C_{\text{он}}^{\text{б}} = \frac{250 \cdot 1}{15,4} = 16,23 \text{ грн./га,}$$

Крім того, в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію; 50 % - за складність збиральних робіт; 12 % - за інтенсивність робіт:

$$50 \% = 8,12 \text{ грн./га,} \quad 12 \% = 1,95 \text{ грн./га.}$$

І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{\text{об}}^{\text{н}} = 16,23 + 8,12 + 8,12 + 1,95 = 34,42 \text{ грн./га}$$

На цю суму нараховується 20% за класність (6,88 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (17,55 грн./га). І тоді з врахуванням всіх

нарахувань затрати на оплату праці механізатора при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{об} = 34,42 + 6,88 + 17,55 = 58,85 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з розробленою машиною, оплата праці за 1 га обробленої площі буде становити:

$$C_{он}^к = \frac{250 \cdot 1}{18,2} = 13,74 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно визначаються всі необхідні нарахування на оплату праці механізатора, який працює на агрегаті з розробленою машиною. І повні затрати на оплату праці будуть становити:

$$C_{он} = 29,13 + 5,83 + 14,86 = 49,82 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{зм}} \quad (8.4)$$

де Ц – балансова вартість машини, грн.;

Д – кількість днів роботи в рік;

К – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для роторних сіноворушилок становить 15%. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{80000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 15,4} = 14,43 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування на розроблену сіноворушилку будуть становити:

$$C_{ap} = \frac{80000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 18,2} = 12,21 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}}, \quad (8.5)$$

де  $\beta$  - норма річних відрахувань.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{p.б} = \frac{80000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 15,2} = 14,43 \text{ грн./га.}$$

Для розробленої сіноворушилки затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{p.н.} = \frac{80000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 18,2} = 12,21 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали можна визначити за формулою:

$$C_{пмм} = Q Ц_k, \quad (8.6)$$

де  $Q$  – витрати палива, л/га;

$Ц_k$  – комплексна ціна палива, грн./л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного

палива для МТА становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьгоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 33,9 грн./л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали для базової технології будуть становити

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 4,8 \cdot 33,9 = 162,72 \text{ грн./га.}$$

Для нової технології витрати на ПММ можна визначити так:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{к}} = 4,2 \cdot 33,9 = 142,38 \text{ грн./га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати будуть становити:

для базової технології

$$C^{\text{б}} = 58,85 + 14,43 + 14,43 + 162,72 = 250,43 \text{ грн./га,}$$

по новій технології

$$C^{\text{м}} = 49,82 + 12,21 + 12,21 + 142,38 = 216,62 \text{ грн./га.}$$

При цьому кондиціонування трави дозволяє зменшити термін її сушіння при заготівлі сінажу, що призведе до зменшення на 5-15 % втрат поживних речовин.

Поживність сінажу із бобових трав становить 0,30-0,40 кормових одиниць. Прийmemo, що поживність одного кілограма сінажу становить 0,35 кормових одиниць. Тоді, запровадження кондиціонування дозволить зменшити втрати поживних речовин, на  $\frac{0,35 \cdot 10}{100} = 0,035$  кормових одиниць, тобто дозволить отримати додаткову продукцію.

Відомо, що одна кормова одиниця за поживністю відповідає одному кілограму вівса. При закупівельній ціні вівса 6000 грн./т, або 6,0 грн./кг, запровадження кондиціонера, дасть змогу одержати грошовий еквівалент  $0,035 \cdot 6,0 = 0,21$  гривень на один кілограм сінажу. При врожайності сінажу 65 центнерів з гектара на площі поля 50 га можна одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті буде становити:

$$D_{\Pi} = 6500 \cdot 0,21 = 1365 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, запровадження у виробництво запропонованої багатоцільової машини дасть змогу, за рахунок зменшення втрат при заготівлі сінажу, одержати додаткову продукцію, яка оцінюється в сумі 1365 грн./га.

Річний економічний ефект від впровадження кондиціонера можна визначити за формулою:

$$E_p = [(C_b - C_n) + D_{\Pi}] \cdot T_p, \quad (8.7)$$

де  $T_p$  – річний виробіток машини, га.

Таблиця 8.1 - Основні економічні показники

Назва показника	Базовий комплекс машин	Новий комплекс машин	Відхилення + .-
Продуктивність, га/год.	2,2	2,6	0,4
Затрати праці, люд-год./га	0,45	0,38	0,07
Прямі експлуатаційні затрати, грн./га В тому числі:	250,43	216,62	33,81
- оплата праці	58,85	49,82	9,03
- відрахування на реновацію	14,43	12,21	2,22
- затрати на ремонт	14,43	12,21	2,22
- затрати на ПММ	162,72	142,38	20,34



Економічний ефект від одержання додаткової продукції, грн./га	-	1365	
Річний економічний ефект, грн.	-	139881	
Термін окупності проекту, років	-	0,9	

При річному виробітку машини 100 га, річний економічний ефект буде становити

$$E_p = [(250,43 - 216,62) + 1365] \cdot 100 = 139881 \text{ грн.}$$

Після проведених розрахунків визначимо термін окупності запропонованої машини за формулою:

$$O = \frac{B_m}{E_p}, \quad (8.8)$$

де  $B_m$  – вартість виготовлення кондиціонера, грн.

$E_p$  – річний економічний ефект, грн.

$$O = \frac{80000}{139881} \approx 0,57 \text{ років.}$$

Всі розраховані дані зводимо в таблицю 8.1.

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що запровадження машини для кондиціонування трави у виробництво дасть змогу, за рахунок зменшення втрат поживних речовин при заготівлі сінажу, одержати річний економічний ефект в сумі 139881 грн., а затрати на її виготовлення окупляться протягом першого року експлуатації.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз діяльності господарства показує, що матеріально-технічна база ще є застарілою і її необхідно удосконалювати шляхом застосування новітніх технологій і комплексів машин. Це дасть можливість покращити економічні показники господарства за рахунок підвищення урожайності сільськогосподарських культур і якості.

2. Аналіз наукової літератури, патентів, досліджень і практичних даних дозволив нам вибрати оптимальні для даного господарства елементи технології заготівлі кормів. Перспективною культурою для заготівлі (сіна, сінажу) є бобові трави і зокрема люцерна. Проведені розрахунки технологічної карти дали можливість визначити потребу в ресурсах і показники ефективності.

3. Найбільш розповсюдженими способами прискорення сушіння скошеної трави, особливо бобових, є плющення. Для виконання цих операцій використовують різноманітні машини. Особливої уваги заслуговують валкові косарки-плющилки. Переважають вони інші машини високою продуктивністю і надійним виконанням технологічного процесу.

4. Недоліком валкових косарок-плющилок є те що їх робочі органи в недостатній мірі плющать траву і призводять до оббивання і втрачання найбільш цінних частин рослин – листків, суцвіть та верхівок стебел рослин.

5. Запропоновано конструкцію багатоцільової кормозбиральної машини, яка призначена для скорочення тривалості висушування скошених бобових, злакових трав та їх сумішей при заготівлі сіна та сінажу. Шляхом встановлення змінних робочих органів машину можна використовувати для виконання таких операцій: динамічного плющення свіжоскошених трав з вкладанням у валок чи розкидання маси в прокосах; розкидання трави скошеної з укладанням у валки; згрібання із прокосів у валки переважно злакових трав еластичними пальями, ворущіння в прокосах; обертання валків, здвоювання

валків конусоподібними робочими органами, виконаними із еластичного матеріалу.

6. Запровадження у виробництво кондиціонера скошених рослин дасть змогу, за рахунок зменшення втрат поживних речовин при заготівлі кормів, одержати річний економічний 139881 грн. Затрати на модернізацію окупаються протягом першого року впровадження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мечта М., Бабінець Т. Ефективний спосіб виробництва високоякісних кормів// Техніка АПК. - № 6-7 (червень-липень), 2006 р. – с. 10-13.
2. Карпенко М. Розширення функціональності кормозбиральної техніки// Пропозиція. - №4 (130), 2006. – с.120-122.
3. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. с. 116 – 118.
4. Філоненко Л., Тихоненко О. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Агробізнес сьогодні. - [№10 \(209\) травень 2011](#). - с. 11-15.
5. Осьмак В., Качан І. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Пропозиція. - №5, 2010. – с. 119-127.
6. Філоненко Л., Тихоненко О. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Пропозиція. - №6, 2011. – с. 107-112.
7. Карпенко М. Розширення функціональності кормозбиральної техніки// Пропозиція. - № 4, 2006. – с. 120-122.
8. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. – с. 116-118.
9. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.
10. Вожегова Р. А. Ресурсоощадні технології вирощування люцерни на насіння в південному Степу України / Р. А. Вожегова, Г. В. Сахно, С. П. Голобородько та ін. – Херсон.: Атлант, 2012. – 130 с.

11. Зінченко Б. С. Люцерна і конюшина / Б. С. Зінченко, В. С. Ключ та ін. – К.: Урожай, 1989. – 162 с.
12. Зінченко Б. С. Довідник по виробництву насіння багаторічних трав / Зінченко Б. С. і ін. – К.: Урожай, 1990. – 230 с.
13. Ковбасюк П. Вирощуємо люцерну на семена Пропозиція - Главный журнал по вопросам агробизнеса. - 18.03.2017. - <https://propozitsiya.com/vyrashchivaem-lyucernu-na-semena>.
14. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
15. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
16. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю.Ільченко, П.І.Карасьов, А.С.Лімот та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
17. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П.Джолос та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
18. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007. - 360 с.
19. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

20. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві//

Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

21. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.