

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 заготівлі кормів з розробкою
машини для заготівлі подрібненого
сіна**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Брильов Владислав Сергійович

Керівник: _____ Сокол Сергій Петрович

Рецензент: _____

Дніпро, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Освітній ступінь: "Магістр"
Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин
(назва кафедри)
ДОЦЕНТ
(вчене звання)

(підпис) _____
(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

- _____
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи _____

- керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року
№ _____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Брильов В.С. Удосконалення технології заготівлі кормів з розробкою машини для заготівлі подрібненого сіна/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 79 с.

В роботі проведено аналіз механіко-технологічних властивостей рослин і сучасних технологій заготівлі сіна. Обґрунтовано схему переобладнання зернозбирального комбайна для заготівлі подрібненого сіна. Проведено відповідні розрахунки параметрів і розроблено конструкцію вузлів і деталей для переобладнання комбайна. Визначено основні параметри і режим роботи збиральної машини. Розроблено технологію заготівлі сіна з використанням розробленої машини для умов і на замовлення товариства з обмеженою відповідальністю «Дубрава» Магдалинівського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту заготівлі сіна і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 79692 грн., а затрати на розроблену технологію і машину окупляться протягом 1 року експлуатації.

Ключові слова: трави, сіно, корма, технологія, комбайн, параметри, режим роботи, продуктивність, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	7
1 ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ І УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА.	9
1.1 Попередники та підготовка ґрунту.	9
1.2 Сівба та перспективні сорти.	12
1.3 Догляд, підживлення та захист рослин.	12
1.4 Збирання врожаю.	13
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАГОТІВЛІ СІНА.	15
2.1 Види технологій.	15
2.2 Комплекси машин для заготівлі подрібненого сіна.	19
3 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ КОМБАЙНА В УНІВЕРСАЛЬНУ КОРМОЗБИРАЛЬНУ МАШИНУ.	25
3.1 Агротехнічні вимоги до кормозбиральних машин.	25
3.2 Схема переобладнання машини.	26
4 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕОБЛАДНАНОЇ МАШИНИ.	28
4.1 Розрахунок завантаження машини.	28
4.2 Розрахунок транспортера.	29
4.3 Розрахунок шпонкового з'єднання.	36
4.4 Розрахунок зварювальних швів рами	37
5 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ СІНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВДОСКОНАЛЕНИХ МАШИН.	39
5.1 Складання технологічної карти заготівлі сіна за новою технологією. ...	39
5.2 Побудова графіка використання тракторів.	42
5.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин.	43
5.4. Операційна технологія процесів ворущіння та згрібання сіна.	45
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	52
6.1 Загальні питання.	52
6.2 Безпека праці при заготівлі сіна.	55
6.3 Правила пожежної безпеки.	57

7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД	
ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБОК.	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	69
ДОДАТКИ.	72

ВСТУП

Через повномасштабну війну, яку розпочала росія, галузь тваринництва зазнала і далі зазнає значних збитків. До війни темпи зростання сільського господарства в Україні були одними з найвищих серед інших секторів (із щорічним зростанням 5-6%), частка у ВВП складала 10,9%, до 2021 року сектор забезпечував 17% внутрішньої зайнятості [1]. Цілеспрямовані атаки російської армії на українське сільське господарство, такі як обстріли сільськогосподарських об'єктів та інфраструктури по всій Україні, мінування та спалювання сільськогосподарських угідь поблизу зон активних бойових дій, п'ятимісячна блокада чорноморських портів (і відновлення блокади станом на липень 2023 року) та підлив дамби Каховської ГЕС, надзвичайно ускладнили функціонування українського аграрного сектору і, зокрема, тваринництва.

Протягом перших декількох місяців у зоні бойових дій опинилися 10 областей України, в яких було сконцентровано понад 43% всього промислового поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) та майже 42% — виробництва молока, яке надходило на переробку. Загалом від війни постраждали близько 800 промислових молочних господарств [2, 3].

Падіння цін на зернові (пшениця, ячмінь, овес, кукурудза) призвело до значних збитків в господарствах. Виграли ті, в структурі яких є тваринництво і частину зернових використали для годівлі тварин. Але одних комбікормів мало для утримання тварин, зокрема великої рогатої худоби. Для повноцінного балансу кормів потрібні і грубі (сіно, сінаж) і соковиті корми.

До війни у сільському господарстві України до 70% ресурсовитрат пов'язано з виробництвом тваринницької продукції, 60-70% якої дає ВРХ. Це стримує зростання обсягів тваринницької продукції. Для ліквідації «ножиць» між затратами та ціною продукції використовують державні дотації або зменшують собівартість продукції. У структурі собівартості тваринницької продукції до 70% становлять корми. Тому щонайефективніше і щонайістотніше можна зменшити собівартість одиниці продукції зменшенням витрат на

виробництво кормів, з яких 90% припадає на стеблові – сіно, сінаж, силос і зерносінаж.

До війни в Україні заготовляли щорічно 8...10 млн. тонн сіна та 10...12 млн. тонн сінажу. Основу сировинної бази цих кормів складають багаторічні злакові та бобові трави. Сіно – один із основних видів корму в зимовий стійловий період утримання тварин і особливо великої рогатої худоби. В 1 кг якісного лучного сіна містяться всі поживні речовини, необхідні для повноцінної годівлі (0,42 корм. од., 48 г перетравного протеїну, 30 мг каротину), в 1 кг сіна із конюшини з тимофіївкою – 0,46 корм. од., 58 г перетравного протеїну, 25 мг каротину [4].

Сільськогосподарське виробництво має в розпорядженні значну кількість технологій заготівлі сіна і 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 можливо шляхом інтенсифікації цього процесу.

Найбільш розповсюдженим способом прискорення сушіння скошеної трави є ворушіння прокосів, їх згрібання та перевертання валків. Застосування цих операцій в технологіях заготівлі сіна та сінажу дозволяє не тільки в 1,3...2,0 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. Принадажують вони простотою конструкції, низькою металоємкістю та надійним виконанням технологічного процесу.

Вміст поживних речовин в сіні та сінажі в значній мірі залежить від тривалості польового сушіння скошених трав. При сприятливих погодних умовах та чіткій організації збиральних робіт тривалість цього процесу

залежить від застосування тієї чи іншої технології заготівлі. Заготівля сіна – найпоширеніший і найбільш старовинний спосіб консервування трав. За багаторічну історію існування цього способу відпрацьовано ряд раціональних схем, які дозволяють заготовляти сіно в розсипному, пресованому та подрібненому вигляді.

Механізовану заготівлю подрібнених стеблових кормів здійснюють кормозбиральними комбайнами, забезпеченість яких становить 60-70%, причому майже в 40% із них вийшли амортизаційні терміни. Системний аналіз свідчить, що розв'язати проблему забезпечення сільського господарства капіталомісткою зарубіжною кормозбиральною технікою ми не зможемо, оскільки на її придбання потрібно майже 30 млрд. грн. [6]. Тому в перехідний період в умовах конкретного господарства для накопичення необхідних коштів для закупки нової техніки ми пропонуємо використати списаний зернозбиральний комбайн для переобладнання його в машину для заготівлі подрібненого сіна. Таке переобладнання можна зробити в умовах майстерні господарства.

Метою даної дипломної роботи і є удосконалення технології заготівлі сіна з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи розробленої машини для заготівлі подрібненого сіна чи сінажу в умовах товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Дубрава» Магдалинівської територіальної громади Дніпропетровської області.

1 ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ І УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

Люцерна - це багаторічна трав'яниста рослина з родини бобових, високоврожайна і стійка до погодних умов культура, яка є найдешевшим кормом, багатим джерелом амінокислотного складу, протеїну та каротину.

У листі люцерни містяться ксантофіл, мікроелементи, вітаміни, екстрактивні речовини, такі як: сахароза, фруктоза, глюкоза, крохмаль — приблизно 10–12%. Особливо ціниться білок люцерни, його найбільше в листі, квітках і бутонах, а у стеблі — найменше. До того ж ця рослина здатна збагачувати ґрунт азотом, покращує його якість і родючість для використання в сільському господарстві. Культура відіграє важливу роль у сівозміні. Розширення посівних площ та обсягів вирощування в промислових масштабах сприятиме оновленню ґрунту під наступні посівні культури [5, 6].

За даними Держстату України, загальна площа посівів люцерни в країні до війни роки складала 1,8 млн га, а це 48% у структурі посівів багаторічних трав. У Степовій зоні засіяно 1, 229 млн га (69%), у Лісостепу — 453 тис. га (26%), а у Поліссі — 86 тис. га (5%). Найкраще культура зростає в лісостепових регіонах країни, за умови природного вологозабезпечення, та в степових областях на зрошенні.

1.1 Попередники та підготовка ґрунту

Оптимальними попередниками для люцерни є озимі та ранні ярі колосові культури. Пшениця, ячмінь та овес залишають ґрунт у чистому фітосанітарному стані, завдяки чому люцерна посівна краще вкорінюється. Але після збирання попередників необхідно очистити ґрунт від бур'янів та залишків соломи.

Ще одним корисним попередником є кукурудза, оскільки вона залишає ґрунт пухким.

Ґрунт під люцерну має бути добре розпушеним для легкого проникнення кореневої системи рослини. Тому підготовка ґрунту включає лущення стерні та зяблеву оранку там, де глибина посіву люцерни близько 3 см.

На ділянках, що зазнали ерозії ґрунту проводять плоскорізний обробіток на глибину 22-24 см. На ґрунтах, де є загроза вивертання малородючих шарів, можна застосовувати ґрунтопоглиблення. На легких супіщаних ґрунтах можна обмежитися неглибокою обробкою (до 22 см).

Для знищення багаторічних бур'янів перед посівом застосовують гербіциди.

Восени під оранку вносять фосфорні та калійні добрива. Якщо ґрунт кислий, бажано провести вапнування для корекції рН. Навесні перед посівом також можна внести азотні добрива, але лише за необхідності, оскільки люцерна сама фіксує азот з атмосфери завдяки симбіотичним бактеріям на коренях.

1.2 Сівба та перспективні сорти

Час посадки культури обирають з огляду на температуру, кількість опадів та наявність бур'янів. Для проростання рослин достатньо температури вище 3°C, а оптимальний діапазон становить 18-25 °C. Тому люцерну сіють навесні, наприкінці літа або напочатку осені. У середині літа сіяти культуру не слід через високу конкуренцію з бур'янами.

В Україні зазвичай сезон, коли краще сіяти люцерну починається в березні, одразу після того, як розтане сніг.

При безпокритому способі сівби оптимальною кількістю буде 6-8 млн насінин/га (16-18 кг/га). Норма висіву люцерни під покрив зернових чи кормових культур — 10 млн/га. Глибина загортання — 1-2 см. На важких ґрунтах глибина загортання менша, а на легких більша. Застосовують звичайний рядковий спосіб сівби.

Більш рентабельним вважають безпокритий спосіб вирощування.

Наразі в Україні зареєстровано велику кількість сортів люцерни, які мають хороші характеристики і потенціальні можливості. Для зони Степу експерти

радять такі районовані сорти: Кураж, Лідія, Ванда, Одрі, Конвенц, Інтрига одеська, Ладослава, Південна красуня.

Якість посівного матеріалу відіграє важливу роль у подальшому забезпеченні господарства кормами.

1.3 Догляд, підживлення та захист рослин

Культура має досить тривалий період розвитку та формує розгалужену кореневу систему, тому потребує багато води. При можливості в господарстві слід планувати полив при якому потрібно враховувати температуру, швидкість вітру, вологість, сонячну радіацію, висоту над рівнем моря, водоутримуючу здатність ґрунту, період розвитку. При цьому треба враховувати, що найбільше вологи рослина поглинає під час цвітіння та в період приросту кореневої маси.

Штучне зрошення є дієвим способом збільшити врожай. Та після першого року люцерну посівну можна вирощувати без зрошення за умови, що ґрунтові води залягають на глибині 90-120 см під поверхнею й високо піднімаються по капілярах. При значних коливаннях рівня ґрунтових вод, норму поливу потрібно зменшити та підтримувати необхідний рівень вологи тільки з розрахунку на тонший шар ґрунту. Надмірний полив може призвести до зниження врожаю та сильного порідіння травостою.

На ґрунтах з низьким вмістом азоту при сівбі слід внести азотне підживлення з розрахунку 25-50 кг на 1 га. Це сприятиме кращому вкоріненню та розвитку сходів.

Також можна використовувати легкорозчинні фосфорні та калійні добрива, наприклад суперфосфат і калімагnezію. Фосфорні добрива зменшують негативний вплив надлишку азоту на формування бульбочок. Калій сприяє кращому засвоєнню фосфору та сірки.

Під основний обробіток ґрунту вносять 60-90 кг/га фосфорних добрив і 60-90 кг/га калійних. Додатково протягом кількох років бажано вносити 30-60 кг/га фосфорно-калійних добрив. Це роблять восени, локально в рядки. На солончакуватих і солонцюватих ґрунтах калійні добрива не потрібні.

Основними хворобами культури є різні види грибків, такі як вертицильоз. У боротьбі з ним фунгіциди не допомагають. Необхідно одразу вибрати сорт, що є стійким до цієї хвороби та подбати про те, щоб рослини добре вкоренилися.

Ще однією поширеною хворобою люцерни посівної є бура плямистість. Щоб зупинити поширення хвороби, необхідно провести ранній укіс.

Після появи сходів культури також важливо контролювати бур'яни, щоб вони не заглушували молоді рослини. Можна застосовувати механічний обробіток міжрядь після проростання.

У боротьбі з багаторічними коренепаростковими та кореневищними бур'янами можна використовувати гербіциди на основі похідних гліцину (гліфосат). Для цього за 12-14 діб до обробітку ґрунту під посів проводять обприскування бур'янів висотою 5-10 см. Але при цьому слід враховувати, що молода люцерна є чутливою до дії гербіцидів, тому краще звести їх застосування до мінімуму.

Для захисту від шкідників можна використовувати інсектициди, але найкращий підхід — регулярний моніторинг поля. Більшість шкідників атакує люцерну в перші фази росту, тому важливо вчасно реагувати на появу загроз. Сівозміна в процесі вирощування люцерни посівної знижує популяцію патогенів та запобігає розвитку аутоксичності рослин. Рекомендовано чергувати культуру з кормовими травами та зерновими щонайменше кожні 2 роки.

1.4 Збирання врожаю

Люцерна швидко зростає після покосу, тому врожай можна збирати більше двох разів за сезон. Покіс зеленої маси здійснюють не частіше 4 разів на рік. Між покосами необхідно витримати щонайменше 35 днів. На сіно рослину збирають у фазі бутонізації. Якщо збирати пізніше, жиру й білка в рослині буде менше.

Сіно слід зберігати у критому, сухому та добре вентильованому приміщенні. Якщо врожай збирають на силос, його зазвичай складають до наземних силосних ям, добре ущільнюють і накривають плівкою. За дотримання всіх умов силос можна зберігати протягом року без значної втрати поживних

якостей. Але сучаснішим, економічно вигіднішим та мобільним способом зберігання кормової культури вважають полімерні рукави.

В Україні розроблено і використовується багато різних технологій для заготівлі грубих кормів. Більш детальний аналіз представлено в наступному розділі.

2.1 Види технологій

Висушування трави на сіно – найпоширеніший спосіб її консервування. Сіно заготовляли головним чином при висушуванні трави в полі, що повністю залежало від погодних умов. І тому почали широко застосовувати при заготівлі сіна хімічні консерванти, досушувати його методом активного вентилявання підігрітим і атмосферним повітрям. Такі технологічні прийоми дозволяють заготовити високоякісне сіно при невисоких втратах поживних речовин.

Проте традиційні способи заготівлі сіна польового сушіння ще застосовуються на практиці. При цьому допускають високі втрати корму, які досягають інколи 40 – 50 %.

Втрати поживних речовин при різних технологіях заготівлі сіна пов'язані з порушенням строків збирання трав – це й механічні втрати при технологічних процесах, втрати від вимивання при атмосферних опадах і в результаті мікробіологічних процесів.

Заготівля сіна – найбільш старовинний спосіб консервування трав. За багаторічну історію існування цього способу розроблено ряд технологій, які дозволяють заготовляти сіно в розсипному, пресованому та подрібненому виглядах.

Найменш досконалою технологією заготівлі розсипного сіна є технологія заготівлі його з копнуванням. Згідно неї траву скошують, а якщо в травостой є бобові культури, то відразу плющують і залишають для прив'ялювання до вологості бобових не нижче 50 %, а злакових трав – 45 %.

Оптимальною фазою розвитку бобових для скошування на сіно є бутонізація, злакових – початок колосіння. Природні та сіяні трави косять причіпними КПРН-3,0 А або начіпними косарками КС-2,1. Бобові трави скошують косарками-плющилками. Висоту зрізу трав природних сіножатей та сіяних трав повинна бути 5 – 6 см.

Найкраще скошувати траву в покоси. При цьому площа випаровування буде більшою, ніж у валках, і трави швидше віддають вологу.

Щоб прискорити процес прив'ялювання, траву сушать. При досягненні вказаної межі вологості траву згрібають у валки, в яких вона досушується до вологості 30 – 35 %. Після чого її укладають в копиці для подальшого висушування. Одержане таким чином сіно завантажують у транспортні засоби, відвозять до місця зберігання і укладають в скирту.

Основним недоліком цієї технології є розтягування строків заготівлі, а це збільшує ймовірність попадання прив'яленої маси під опади.

Копиці, утворені волокушами або підбирачами-копицеутворювачами, у випадку попадання їх під дощ, легко промокають на значну глибину. Через це після закінчення дощу і висихання поверхневого шару, копиці необхідно розкидати для сушіння, причому розкидати їх необхідно і в тому випадку, коли трава в них сушиться повільно. Це призводить до збільшення затрат праці та механічних втрат урожаю. Крім того, заготівля сіна копнуванням є багатоопераційною, а тому і трудо- і енергоємною [9].

Більш досконалою технологією заготівлі сіна є технологія, коли траву досушують в валках до вологості 20 – 22 %, після чого сіно з валків підбирають і доставляють до місця скиртування.

Головним недоліком цієї технології, як і попередньої, є те, що вона передбачає повне висушування трави в польових умовах, а це пов'язано із значними втратами поживних речовин, які можуть досягати 35 – 50 % від вмісту їх в траві [9].

Значно зменшити втрати поживних речовин в порівнянні з технологіями заготівлі сіна польового сушіння дозволяє активне вентилявання. При заготівлі сіна за цією технологією прив'ялену до вологості 45 – 35 % траву збирають з поля і досушують в місцях зберігання на спеціально виготовлених повітророзподільниках шляхом продування через шар трави атмосферного або підігрітого повітря [9].

Досушування трави вентиляванням, навіть атмосферним повітрям, є відносно енергоємним процесом, тому що для отримання 1 т сухого сіна із трави, яка має вологість 35 – 40 %, необхідно витратити майже 120 кВт год.

електроенергії. Крім того, через високу вологість атмосферного повітря добова тривалість ефективного вентилявання, в більшості випадків, не перевищує 5 – 8 год. Збільшення тривалості вентилявання шляхом підігрівання повітря електрокалориферами або теплогенераторами призводить до додаткового витрачання від 30 до 40 кг (в залежності від умов) нафтопродуктів на тону сухого сіна [9].

В останні роки, з метою зниження затрат енергії на підігрівання повітря, розроблено ряд пристроїв [6], які перетворюють сонячну енергію в теплову. Це дозволяє суттєво збільшити продуктивність сушильного обладнання без додаткових затрат енергії. Але через низьку надійність і довговічність ці пристрої ще не знайшли широкого розповсюдження.

Існує декілька технологій заготівлі пресованого сіна, які передбачають пресування його в тюки або рулони. Кожна із технологій включає скошування трави і рівномірне її висушування. Для цього застосовують ворухнення прокосів або перевертання валків. При вологості 55 – 45 % траву згрібають у валки і досушують до необхідної, в залежності від застосування тієї чи іншої технології, вологості.

Найбільш розповсюдженими є технології, які передбачають висушування трави в валках до вологості 20 – 22 % або 25 – 30 %. В першому випадку траву з валків підбирають і пресують в тюки або рулони, а потім перевозять до місця зберігання. В другому випадку траву з валків підбирають в тюки або рулони, щільність яких не перевищує 140 кг/м^3 , і залишають в полі протягом 2- 3 днів для досушування [8].

Практикування цих технологій не завжди дає добрі результати, тому що вони мають ті ж недоліки, що і технології заготівлі розсипного сіна польового сушіння.

При досушуванні тюкового сіна активним вентиляванням траву з валків підбирають при вологості 30 – 35 % і пресують в звичайні або укорочені тюки [9].

Недоліком досушування пресованого сіна є те, що вентилюється, в основному, зовнішня поверхня тюків. Рух повітря всередині тюка незначний. Через це при досушуванні тюкового сіна спостерігаються випадки появи цвілі в середині тюків. Важко також визначити строк закінчення вентилявання штабеля і готовність його для довготривалого зберігання [9].

Останнім часом розповсюдження одержала заготівля сіна в рулонах. Переваги цієї технології перед заготівлею сіна в тюках заключаються в більш повній механізації заготівлі, зниженні затрат праці і собівартості кормів. Рулонні преси простіші за конструкцією і менш енергоємні, ніж поршневі.

Стримуючим фактором більш широкого застосування технології заготівлі сіна в рулонах є низька вологість (17 – 22 %) пресованої трави. Формування рулонів із сировини, вологість якої перевищує вказану межу, призводить до зниження кормової цінності сіна. Пов'язано це з тим, що досушити активним вентиляванням траву, спресовану в рулони, на обладнанні, яке використовується для досушування розсипного або спресованого в тюки сіна, практично неможливо [10].

Заготівля пресованого сіна підвищеної вологості – відносно нове направлення в кормовиробництві. Суть цього способу заготівлі кормів заключається в тому, що для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів, які знаходяться в рослинній масі, вносяться хімічні препарати (консерванти). Це запобігає псуванню сіна і забезпечує зниження втрат при зберіганні кормів.

Недоліком цього способу заготівлі є те, що при підбиранні трави вологістю вище 30 % дія консервантів може виявитись ненадійною [10].

Найбільш досконалою технологією заготівлі сіна є технологія, коли сіно подрібнюють.

При заготівлі подрібненого сіна значно скорочуються витрати при збиранні та створюється можливість повної механізації всіх процесів як при збиранні, так і при роздачі кормів. За технологією прив'ялену масу вологістю 35 – 40 % підбирають з валків комбайнами КСК-100, Е-280 та іншими з одночасним навантаженням у причепи ПСС-12,5, ПТС-40, КТУ-10, обладнані зверху сіткою,

і транспортують до місця зберігання. Довжина різки повинна бути в межах 8 – 15 см.

Для досушування подрібненого сіна використовують сховища чи спеціальні башти.

За несприятливих погодних умов через високу вологість повітря навіть активним вентиляванням не завжди вдається висушити сіно до стандартної вологості. За таких умов сіно підвищеної вологості закладають для зберігання в бетоновані сховища. При цьому сіно ущільнюють важкими тракторами ДТ-75М, Т-150, герметизують поліетиленовою плівкою та шаром ґрунту.

2.2 Комплекси машин для заготівлі подрібненого сіна

У відповідності з зоотехнічними вимогами багаторічні бобові трави скошують в фазі бутонізації. Тривалість косовиці – 8-10 днів.

Висота скошування трави сінокосів впливає на величину врожаю і зберігання рослин, відростання та склад змішаного травостою. Кількість листків в приземній та середній частині стебел залежить від виду трав, тому на вихід скошеної маси в значній мірі впливає висота скошування.

При тривалому використанні травосумішок покращених сінокосів постійне скошування на висоті 4-5 см забезпечує високий вихід маси трав, але сприяє формуванню низькорослих трав (конюшина біла та лучна), зменшує вміст тимофіївки та вівсяниці лучної. Тому при скошуванні чистих посівів конюшини лучної оптимальна висота скошування складає 6 см.

Люцерну краще скошувати на висоті 8-10 см, так як в нижній частині стебла знаходяться бруньки, які утворюють молоді пагони. При більш низькому скошуванні втрачається багато бруньок або навіть новоутворених пагонів. Восени люцерну слід скошувати на висоті не нижче 10-12 см з метою більшого запасу поживних речовин.

Рисунок 2.1 – Причіпний підбирач-подрібнювач фірми
MASSEY FERGUSON

Рисунок 2.2 - Причіпний підбирач-подрібнювач фірми CLAAS

Для скошування трав залежно від природно-кліматичних умов, урожайності, розмірів полів, рельєфу та інших факторів застосовуються косарки КС-2,1; КСГ-2,1; КРН-2,1; крд-2,4; КСТ-2,2; КДП-4; КТП-6; КПРН-3; КПС-5Г; КПС-5Б; Е-302. Технічні характеристики їх приведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Рисунок 2.3 - Причіпний підбирач-подрібнювач FCT 1100 фірми JF

Рисунок 2.4 – Підбирання валків самохідним подрібнювачем ЯГУАР
фірми CLAAS

Косарками КРД-2,4, КРН-2,1М, КСТ-2,2 добре скошувати природні і сіяні трави на полях середніх розмірів. Косарка КСГ-2,1 використовується переважно на гірських схилах до 20°. КРН-2,1М з ротаційним ріжучим

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики косарок

ПОКАЗНИКИ	КС-2,1	КС-Ф-2,1	КСГ-2,1	КРН-2,1	КДП-4,0	КТП-6
Ширина захвата, м	2,1	2,1	2,1	2,1	4	6

Продуктивність за год. чистої роботи, га	До 2,5	До 2,5	1,3	3,1	3,4	До 5,4
Робоча швидкість, км/год	До 12	До 12	До 7	До 15	До 9	До 9
Мінімальна висота зрізу, см	6	6	6	3	6	6
Маса, кг	255	230	320	570	670	1250

Косарками КРД-2,4, КРН-2,1М, КСТ-2,2 добре скошувати природні і сіяні трави на полях середніх розмірів. Косарка КСГ-2,1 використовується переважно на гірських схилах до 20°. КРН-2,1М з ротаційним ріжучим апаратом найбільш ефективна при використанні на полях, засмічених камінням, металевими та іншими сторонніми предметами, а також при косінні полеглих трав.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики косарок-плющилок

ПОКАЗНИКИ	КПРН-3,0М	КПС-5Г	“Слов’янка”	Е-302
Ширина захвата, м	3	5,1	5,1	4,27
Продуктивність за год. чистої роботи, га	До 3,6	5,0	5,0	3,0
Робоча швидкість, км/год	До 15	10	До 10	8,6

Косарки КДП-4, КТП-6, КМБ-6 застосовуються на великих вирівняних полях. Особливо вони ефективні в степовій та лісостеповій зонах.

Для скошування й одночасного плющення трав використовуються косарки-плющилки КПРН-3,0, КПРН-3М, КПС-5Г, Е-302, “Слов’янка”.

Найбільш досконалою із групи самохідних косарок-плющилок є “Слов’янка”, яка обладнана більш потужним двигуном, гідростатичною трансмісією, реверсом жатки і подвійним безпальцевим ріжучим апаратом.

В процесі сушіння трав насамперед випаровується вільна волога. При досягненні рівня 40-45 % у злакових та 50-55 % у бобових швидкість випаровування вологи зменшується. В цей період починається відмирання клітин, втрачається еластичність листків, появляється загроза обламування листків під дією робочих органів машин. Тому активна обробка скошеної трави (ворушіння, обертання, згрібання) проводяться тільки до вказаного рівня

вологості. Поруч з зовнішніми факторами на швидкість сушіння впливає хімічний склад маси. Висока концентрація білку в бобових рослинах стримує їх сушіння порівняно зі злаковими. Люцерна сохне довше конюшини. Молоді рослини повільніше віддають вологу, ніж перестояний травостій. По різному сохнуть різні частини рослин. Листя висихає раніше стебел і при порушенні технології сушіння, особливо бобових трав, механічні втрати більші через те, що кришиться листя та суцвіття.

Ворушіння покосів та обертання валків дозволяє рівномірно просушити скошену траву в стислі строки, що значною мірою впливає на вихід поживних речовин (таблиця 2.3). Для ворущіння трави, згрібання її у валки та їх перевертання використовуються такі машини: ГВК-6А, ГВР-6,0, ВЦН-Ф-3, ВРМ-Ф-7,5, ВРН-4,2 та валкообертачі Е-318 до косарки Е-302, і КПС-5.70.000 до косарки КПС-5Г (5Б) (таблиця 2.4).

Таблиця 2.3 - Вплив прискорення сушіння на вихід поживних речовин
ц/га (урожай сіна люцерни – 64,7, конюшини – 53,0)

СПОСОБИ СУШІННЯ	Л ю ц е р н а		К о н ю ш и н а	
	Кормові одиниці	Перетравний протеїн	Кормові одиниці	Перетравний протеїн
Польова сушка	27,8	3,95	23,3	2,63
2-3 кратне ворущіння	28,5	4,89	25,4	3,27
Плющення з 2-х кратним ворущінням	29,8	5,95	26,0	3,91

Прив'ялену траву підбирають із валків з подрібненням і завантажують у транспортні засоби великої ємкості (ПСЕ-Ф-12,5, ПСЕ-Ф-20, 2ПТС-4-887, ПИМ-40) і відвозять до місця досушування або зберігання.

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика машин для ворущіння,
згрібання та перевертання трав

ПОКАЗНИКИ	ВРМ-Ф-7,5	ВРН-4,2	ВЦН-Ф-3	ГВ-6,0	ГВР-6,0	КПС-5.70.00	Е-318
Ширина захвата, м	7,5	4,2	До 3,3	5	5	Один валок	Один валок
Продуктивність, га/год	До 9,0	До 4,0	До 3,0	6,0	До 7,0	До 3,0	До 3,0
Робоча швидкість, км/год	До 12	До 12	До 10	До 12	До 12	До 10	До 8,6
Маса, кг	750	420	420	855	1050	1180	850
Тип робочих органів	ротори	ротори	ротори	колеса	ротори	підбирач з шнеком	
Кількість робочих органів	6	2	2	8	2	1	1

Прив'ялену траву підбирають із валків з подрібненням і завантажують у транспортні засоби великої ємкості (ПСЕ-Ф-12,5, ПСЕ-Ф-20, 2ПТС-4-887, ПИМ-40) і відвозять до місця досушування або зберігання.

Підбирання валків з подрібненням здійснюють кормозбиральними комбайнами КСК-100; Е-281; Полісся 250; КПКУ-75; КПИ-2,4 (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5. Комплекси машин для заготівлі подрібненого сіна

О П Е Р А Ц І Ї	СКЛАД АГРЕГАТУ
Підбирання маси і подрібнення	КПИ-2,4+МТЗ-80 (82); КПКУ-75+Т-150К; КСК-100А; Е-281 (282); Марал-125 (190); КПК-300С; “Полісся – 3000”
Транспортування маси	ПСЕ-Ф-12,5+МТЗ-80 (82), ЮМЗ-6; ПСЕ-Ф-20+МТЗ-80 (82), ЮМЗ-6; ПСТ-Ф-60+Т-150К
Укладання маси на вентиляційні канали і її досушування	ПФ-0,5+МТЗ-80 (82); УВС-16А; ВК-16; ОВС-16

При заготівлі траншейного сіна траву подрібнюють на частини довжиною 0,10-0,12 м. Довжина різки при заготівлі подрібненого сіна з досушуванням методом активного вентилявання не регламентується, але виходять із зоотехнічних вимог і зменшення механічних втрат довжина різки повинна становити 0,10-0,15 м.

3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ

КОМБАЙНА В УНІВЕРСАЛЬНУ КОРМОЗБИРАЛЬНУ МАШИНУ

3.1 Агротехнічні вимоги до кормозбиральних машин

Основою для розробки чи оцінки конструкції кормозбиральної техніки являються агротехнічні вимоги.

В відповідності з ними кормозбиральний комбайн застосовується на збиранні трав і силосних культур, в тому числі кукурудзи в стадії воскової стиглості, працюючих на схилистих і зрошувальних ділянках з нахилом до 9^0 . Комбайн збирає сіяні і високоурожайні трави натуральних сінокосів урожайністю до 50 т/га, з висотою рослин до 1,5 м, вологістю до 75 %; силосні культури урожайністю до 80 т/га, з висотою рослин до 4 м, діаметром стебел на висоті зрізу до 50 мм, вологістю до 85 %; працює на підборі прив'язаної трав'яної маси з валка масою не більше 6 кг на погонному метрі, шириною до 1,8 м, висотою до 60 мм, вологістю 45...60%.

Втрати при збиранні трав і інших кормових культур не повинні перевищувати 1 %. Забруднення землею подрібненої маси не документується. Кормозбиральний комбайн повинен забезпечувати максимальний вихід подрібненої маси за рахунок скорочення втрат при прямому комбайнуванні і підборі валків.

По вказаним втратам встановлені допустимі границі, які залежать від типу машини, умов її роботи і виду культури, яка збирається. Маса всіх втрат, віднесена до маси біологічного урожаю культури Q (за вирахуванням маси стерні $P_{ст}$ нормальної висоти зрізу), характеризує загальні втрати P (%) за кормозбиральною машиною:

$$P = \frac{M_B}{Q - P_{ст}} \cdot 100. \quad (3.1)$$

Аналіз втрат має важливе значення як для оцінки якості виконання технологічного процесу робочими органами, так і для розробки заходів по вдосконаленню машини.

Втрати від випадання скошених і подрібнених рослин з платформи жатки і крізь щілини транспортерів проходять головним чином за рахунок недосконалості конструкції машини. При збиранні рослин з одночасним подрібненням і завантаженням маси в транспортні засоби мають місце втрати із-за видування частинок корму потоком повітря. Для запобігання їх використовують спеціальні фартухи.

При збиранні нерідко трапляються втрати подрібненої маси від деякої різниці в поступальній швидкості комбайна і транспортного засобу. Тому розробляються пристрої для синхронізації руху машин в збирально-транспортному комплексі.

3.2 Схема переобладнання машини

Для підбирання прив'язаної маси з подрібненням при заготівлі подрібненого сіна і сінажу в господарствах найчастіше використовують кормозбиральні комбайни КСК-100А. В той же час в багатьох господарствах є застарілі зернозбиральні комбайни, які підлягають списанню, оскільки відпрацювали свій моторесурс. Через часті відмови цих комбайнів розтягуються строки заготівлі кормів із трав, що в підсумку суттєво впливає на їх якість. На придбання нових комбайнів в господарстві немає вільних коштів.

Для зменшення напруженості в період заготівлі кормів і покращення їх якості в дипломному проекті пропонується переобладнати списаний зернозбиральний комбайн (наприклад СК-5М “Нива”) в універсальну кормозбиральну машину, яку можна використовувати для вищезначених цілей.

При переобладнанні комбайна з нього демонтують молотильний апарат, соломотряс, очистку. В передній частині встановлюють натяжний вал (рис. 3.1), а на місце ведучого вала соломотряса – приводний барабан.

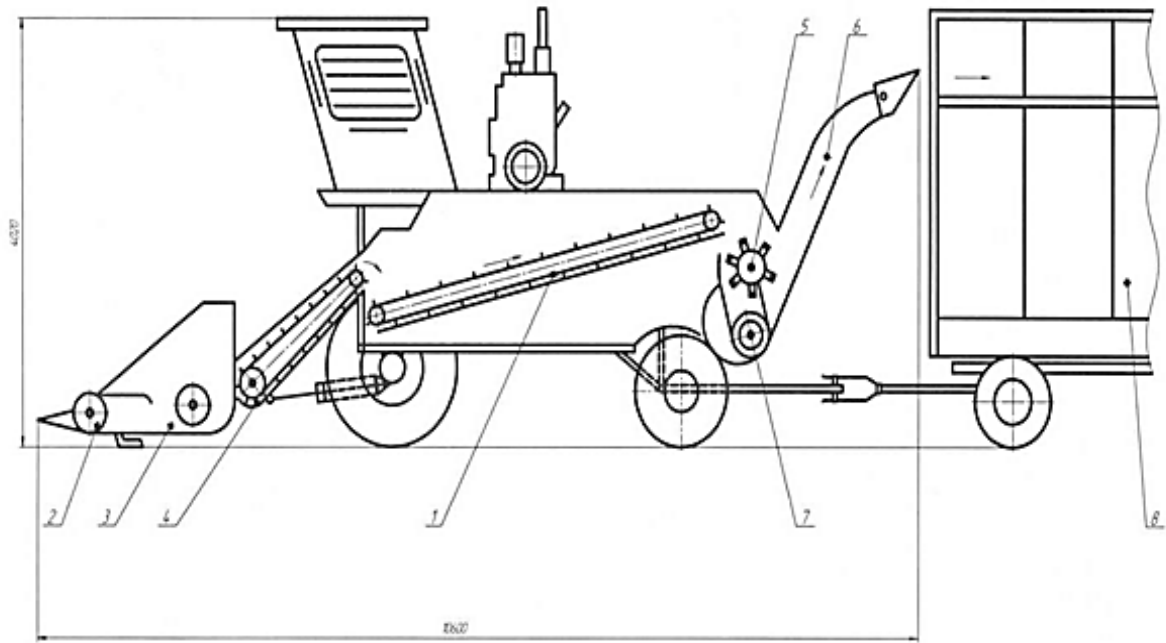


Рисунок 3.1 - Схема переобладнання зернозбирального комбайна:
 1 – транспортер; 2 – підбирач; 3 – жатка; 4 - похила камера;
 5 – подрібнювач; 6 – трубопровід подрібненої маси; 7 – шнек;
 8 – причіп

Привід ведучого вала здійснюється пасом від заднього контрприводу. Комбайн агрегують з подрібнювачем ПУН-5.

Валки захвачують підбирачем 2, шнеком жатки подають на плаваючий транспортер похилої камери і далі транспортером 1 до подрібнювального барабана 5. Подрібнену зелену масу поперечним шнеком 7 транспортують до трубопроводу 6 і вентилятором вона подається в причіп 8, який причіплений до комбайна. Лінійна швидкість стрічки більша лінійної швидкості плаваючого транспортера, що забезпечує своєчасний підбір і подачу валків.

Переобладнаний комбайн простий в конструкції і надійний в експлуатації. Після переобладнання продовжується строк його служби, а також зменшується собівартість робіт, які він виконує в порівнянні з КСК-100А.

4 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕОБЛАДНАНОЇ МАШИНИ

4.1 Розрахунок завантаження машини

Обґрунтуємо вибір параметрів, необхідних для розрахунку. Визначимо урожайність прив'яленої маси за формулою:

$$G_1 \cdot \left(1 - \frac{W_1}{100}\right) = G_2 \cdot \left(1 - \frac{W_2}{100}\right) \quad (4.1)$$

де G_1 і G_2 – відповідно урожайність зеленої маси і прив'яленої трави, ц/га;

W_1 і W_2 – відповідно вологість зеленої і прив'яленої маси.

Приймемо, що вологість зеленої маси при скошуванні $W_1 = 80$ %. Згідно рекомендації при заготівлі подрібненого сіна підбирають масу при вологості 40...45 %. Приймаємо $W_2 = 45$ %. Тоді, підставивши відповідні дані в формулу (4.1), отримаємо:

$$180 \cdot \left(1 - \frac{80}{100}\right) = G_2 \cdot \left(1 - \frac{45}{100}\right)$$

Звідки - $G_2 = 65,5$ ц/га.

Продуктивність переобладнаного комбайна на підбиранні прив'яленої маси становить $W = 1,4$ га/год. Визначимо продуктивність транспортера:

$$\Pi = \frac{G_2 \cdot W \cdot q}{10}, \quad (5.2)$$

де Π – продуктивність транспортера, кН/год;

q – прискорення вільного падіння.

$$\Pi = \frac{65,5 \cdot 1,4 \cdot 9,81}{10} = 89,9 \text{ кН/год.}$$

4.2 Розрахунок транспортера

Визначимо необхідну швидкість транспортера, виходячи з наступної формули для визначення ширини стрічки транспортера:

$$B_{cm} = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{\Pi}{K_{\beta} \cdot V \cdot \gamma_{\beta} \cdot K_{\beta\phi}}} + 0,05 \right). \quad (4.3)$$

де $K_{\beta\phi}$ - коефіцієнт, що враховує кут нахилу конвеєра до горизонту, $K_{\beta\phi} = 1$ [23];

K_{β} - коефіцієнт поперечного перерізу шару вантажу, $K_{\beta} = 240$ [23];

γ_{β} - об'ємна маса вантажу, для сіна дорівнює $0,3 \text{ кН/м}^3$;

B_{cm} – ширина стрічки, м.

V – швидкість руху стрічки;

Π – продуктивність транспортера, кН/год.

$$V = \frac{1,21 \cdot \Pi}{(B_{cm} - 0,055)^2 \cdot K_{\beta} \cdot \gamma_{\beta} \cdot K_{\beta\phi}} \quad (4.4)$$

Виходячи з тієї обставини, що ширина стрічки не може перевищувати ширину соломотряса, яка у комбайна СК-5 становить $1,17 \text{ м}$, приймаємо ширину стрічки $B_{cm} = 1 \text{ м}$. Тоді:

$$V = \frac{1,21 \cdot 89,9}{(1 - 0,055)^2 \cdot 240 \cdot 0,3 \cdot 1} = 1,70 \text{ м/с}.$$

За ГОСТ 22644-77 ширина стрічки $B_{cm} = 1000 \text{ мм}$ Б-820 [23]; кількість прокладок $I_{cm} = 3$ [23]. При транспортуванні трави, згідно з рекомендаціями [23], приймаємо $\delta_1 = \delta_2 = 1,5 \text{ мм}$.

Визначаємо погонні навантаження.

Силу тяжіння вантажу на 1 погонний метр стрічки визначаємо за формулою:

$$g_B = \frac{P}{3,6 \cdot V}, \quad (4.5)$$

де P – продуктивність транспортера, кН\год.;

V – швидкість стрічки, м/с.

Підставимо в (4.5) відповідні дані і отримаємо:

$$g_B = \frac{89,9}{3,6 \cdot 1,7} = 14,6 \text{ Н/м.}$$

Погонне навантаження від стрічки:

$$g_{ст} = 11,27 \cdot B_{ст} \cdot \delta, \quad (4.6)$$

де B – ширина стрічки, м;

δ – товщина стрічки, мм.

Товщину стрічки визначаємо за формулою:

$$\delta = \delta_1 + \delta_0 + \delta_2 + i_{cn}, \quad (4.7)$$

де $\delta_0 = 1,5$ мм – товщина однієї прокладки матеріалу Б-820 [23].

$$\delta = 1,5 + 1,5 \cdot 3 + 1,5 = 7,5$$

Тоді отримаємо:

$$g_{ст} = 11,27 \cdot 1 \cdot 1,70 = 19 \text{ Н/м.}$$

Сила тяжіння обертаючих частин роликів опор [23] для робочої ділянки траси $G_{p.p} = 215$ Н, для порожньої ділянки сила тяжіння така ж сама –

$$G_{p.p} = G_{p.x} = 215 \text{ Н.}$$

Згідно з [13], визначаємо відстань між роликowymi опорами на завантаженій ділянці $l_p = 1,3$ м. Погонні навантаження обертових частин роликкоопор визначаються рівнянням:

$$g_{p.p} = \frac{G_{p.p}}{l_p}, \quad (4.8)$$

де $G_{p.p}$ - сила тяжіння обертаючих частин роликкових опор для робочої ділянки, Н;

l_p – відстань між роликкоопорами, м.

Тоді:

$$g_{p.p} = \frac{215}{1,3} = 165,4 \text{ Н/м.}$$

Визначаємо опір руху і натяг стрічки транспортера.

Поділимо трасу на характерні ділянки, починаючи з точки збігання з приводного барабана від точки 1 до точки 4. З таблиці 2.16 і 2.17 [23] вибираємо коефіцієнт опору руху стрічки:

- по прямих роликкоопорах – $W_p = 0,22$;
- при обхваті барабанів - $W_{\delta} = 1,05 (180^0)$.

Коефіцієнт опору руху стрічки на батареї роликів можна прийняти таким, же, як при обхваті стрічкою барабана при куті менше 90^0 , тобто $W_{\delta p} = 1,03$.

Визначаємо натяг у характерних точках:

$$F_1 = F_{36}$$

$$F_2 = F + g_{cm} \cdot L \cdot f_{mp} = F_1 + 19 \cdot 3 \cdot 0,4 = F_1 + 22,8;$$

$$F_3 = W_{\delta} \cdot F_2 = 1,05 (F_1 + 22,8) = 1,05 \cdot F_1 + 23,9;$$

$$F_4 = F_3 + (g_{cm} + g_{p,p} + g_{\delta}) \cdot L \cdot \omega_p = 1,05 \cdot F_1 + 23,9 + (19 + 165,4 + 14,6) \cdot 3 \cdot 0,22 \\ = 1,05 F_1 + 155,2;$$

$$F_4 = F_{нб} = 1,05 F_1 + 155,2 \quad (A)$$

де g_{cm} – погонне навантаження від стрічки, Н/м;

$g_{p,p}$ – погонне навантаження обертових частин ролика, Н/м;

g_{δ} – сила тяжіння вантажу на 1 пог. м. стрічки.

Натяг $F_1 = F_{зб}$ і $F_4 = F_{нб}$ при відсутності ковзання на барабані згідно з рівнянням Ейлера ф. 2.28 [23] запишемо:

$$e^{fa} \geq \frac{F_{нб}}{F_{зб}} = \frac{F_2}{F_3}, \quad (4.9)$$

де $e = 2,72$ – основа натуральних логарифмів;

f – коефіцієнт тертя зчеплення стрічки з барабаном.

Візьмемо привід з стальним барабаном, з кутом обхвату барабана стрічкою $\alpha = 180^\circ$. Для сухої атмосфери коефіцієнт тертя складає $f = 0,3$.

В подальших прикладах скористаємось таблицею 1Д [23] залежностей f та e^{fa} :

$$F_4 = F_1 \cdot e^{0,3 \cdot 3,14} = F_1 \cdot 2,56; \quad (B)$$

Скориставшись рівнянням (A) і (B), запишемо:

$$2,56 \cdot F_1 = 1,05 \cdot F_1 + 155,2$$

$$F_1 = F_{зб} = 155,2 / 1,51 = 102,8 \text{ Н};$$

Тоді:

$$F_4 = F_{нб} = 2,56 \cdot F_1 = 2,56 \cdot 102,8 = 263,2 \text{ Н}.$$

Наведемо підрахунки натягу стрічки в характерних точках при сталому русі і повністю навантаженому конвеєрі, Н:

$$\begin{aligned} F_1 &= F_{\text{зо}} = 102,8 \text{ Н}; \\ F_2 &= F_1 + 22,8 = 102,8 + 22,8 = 125,6 \text{ Н}; \\ F_3 &= 1,05 \cdot F_1 + 23,9 = 1,05 \cdot 102,8 + 23,9 = 131,8 \text{ Н}; \\ F_4 &= 1,05 \cdot F_1 + 155,2 = 1,05 \cdot 102,8 + 155,2 = 210,7 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Розрахунок стрічки. Потрібну кількість прокладок у стрічці при запасі міцності стрічки $S = 10$ [с.54, 23], визначимо за формулою 2.29 [23]:

$$i_{cm} \geq \frac{F_{\max} \cdot S}{[K]_p \cdot B_{cm}}.$$

де $[K]_p = 55 \text{ кН/м}$ – розривне навантаження, табл. 2.4 [23];

$F_{\max}$ – максимальне зусилля стрічки, кН.

$$F_{\max} = F_n = 0,21 \text{ кН}.$$

Тоді:

$$i_{cm} \geq \frac{0,21 \cdot 10}{55 \cdot 1} = 0,1.$$

Ми прийняли $i_{cm} = 3$, що відповідає найменшій кількості прокладок (ГОСТ 20.76) і забезпечує запас міцності стрічки більший, ніж ми прийняли.

Найменший натяг на завантаженій ділянці стрічки визначається у точці 3 і складає $F_3 = 131,8 \text{ Н}$. Потрібний щонайменший натяг завантаженої ділянки, виходячи з провисання стрічки, визначимо за формулою 2.4 [23]:

$$F_{\min} = (4 \dots 5) \cdot (g_v + g_{ct}) \cdot l_p \quad (4.10)$$

де l_p – відстань між роlikоопорами робочої ділянки, м;

g_b – сила тяжіння вантажу на 1 пог. м. стрічки;

$g_{ст}$ – погонні навантаження від стрічки.

Тоді:

$$F_{\min} = 5 \cdot (14,6 + 19) \cdot 1,3 = 218 \text{ Н.}$$

$$F_3 = 131,8 > F_{\min} = 218 \quad (4.11)$$

Таким чином, провисання завантаженої ділянки стрічки буде в межах допустимого. Якщо умова не виконується, необхідно збільшити силу натягу (якщо це допускає міцність стрічки), або зменшити відстань між опорами.

Визначаємо окружну силу на поверхні приводного барабана за формулою 1.24 [23]:

$$F_t = F_{нб} - F_{зб} = 210,7 - 102,8 = 107,9 \text{ Н.}$$

Діаметр приводного барабана визначимо за формулою:

$$D_{пб} = a \cdot i_{ст}, \quad (4.12)$$

де a – (0,125...0,130) коефіцієнт, табл. 2.11 [23];

$i_{ст}$ – кількість прокладок.

Тоді:

$$D_{пб} = (0,125...0,130) \cdot 3 = 0,375...0,450 \text{ м.}$$

Згідно з ГОСТ 22644-77, приймаємо $D_{пб} = 400 \text{ мм.}$

За питомим тиском з рівняння 2.7 [23] визначимо найменший допустимий діаметр приводного барабана при $[P_{ст}] = 16000 \text{ Н/м}^2$:

$$D_{пб} = \frac{2 \cdot F_t}{[P_{ст}] \cdot a \cdot B_{ст}}, \quad (4.13)$$

де a – обхват барабана стрічкою, $a = 180^\circ = 3,14$ рад;

$B_{ст}$ – ширина стрічки, $B_{ст} = 1$ м.

Тоді, підставивши відповідні значення в (5.13), отримаємо:

$$D_{пб} = \frac{2 \cdot 107,9}{16000 \cdot 3,14 \cdot 1} = 0,013 \text{ м.}$$

Таким чином, діаметр приводного барабана $D_{пб} = 400$ мм вибрано правильно.

Діаметр кінцевих та натяжних барабанів розраховуємо за формулою:

$$D_{кб} = D_{нб} = 0,8 \cdot D_{пб} = 0,8 \cdot 400 = 320 \text{ мм} \quad (4.14)$$

Згідно з ГОСТ 22644-77 приймаємо $D_{кб} = D_{нб} = 315$ мм.

Діаметр відхиляючих барабанів визначаємо за формулою:

$$D_{вб} = 0,65 \cdot D_{пб} = 0,65 \cdot 400 = 260 \text{ мм.}$$

Згідно з ГОСТ 22644-77 приймаємо діаметр відхиляючих барабанів $D_{вб} = 250$ мм.

Потужність на приводному валу конвєсра при сталому переміщенні стрічки визначимо за формулою:

$$P_o = \frac{F_t \cdot V}{1000} = \frac{107,9 \cdot 1,7}{1000} = 0,18 \text{ кВт} \quad (4.15)$$

Потужність, що відбирається від вала двигуна комбайна, кВт:

$$P = \frac{K \cdot P_o}{\eta} \quad (4.16)$$

де $K = 1,1 \dots 1,25$ – коефіцієнт;

$\eta = 0,9$ – коефіцієнт корисної дії.

Тоді:

$$P = \frac{1,25 \cdot 0,18}{0,9} = 0,25 \text{ кВт.}$$

Отже потужність на приводному валу конвеєра при сталому переміщенні стрічки становить 0,18 кВт, а з врахуванням системи приводу і екстремальних навантажень потужність становить 0,25 кВт.

4.3 Розрахунок шпонкового з'єднання

Матеріал шпонки – сталь Ст 6 з опором на розрив 600 МПа. Довжину шпонки вибираємо з стандартного ряду на 4 – 10 мм менше довжини ступиці:

$l = 40$ мм; розріз шпонки $b \times h = 10 \times 8$; глибина паза - $t_1 = 5$ мм.

Напруга зминання вузьких граней шпонки не повинна перевищувати допустиму, тобто повинна виконуватись умова:

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{A_{cm}} \leq [\sigma_{cm}], \quad (4.17)$$

де $F = \frac{2T}{d}$; T – обертовий момент, Н мм;

d – діаметр вала в місці встановлення шпонки;

A_{cm} – площа зминання:

$$A_{cm} = (h - t_1)l_p, \quad (4.18)$$

l_p – робоча довжина шпонки.

При сталевій маточині і спокійному навантаженні напруга зминання $[\sigma_{cm}] \leq 100$ МПа. З врахуванням приведених вище значень формула (4.17) набуває вигляду:

$$\sigma_{cm} = \frac{2T}{d \cdot I_p (h - t_1)} \leq [\sigma_{cm}] \quad (4.19)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot 515}{60 \cdot 40 \cdot (8 - 5)} = 0,2 \text{ МПа} < [\sigma_{cm}]$$

Перевіримо шпонку на зріз:

$$\tau_{cp} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} \leq [\tau_{cp}] \quad (4.20)$$

$$[\tau_{cp}] = 0,6 \cdot [\sigma_{cm}] = 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ МПа}$$

$$\tau_{cp} = \frac{2 \cdot 515}{60 \cdot 40 \cdot 10} = 0,04 \text{ МПа} < [\tau_{cp}]$$

4.4 Розрахунок зварювальних швів рами

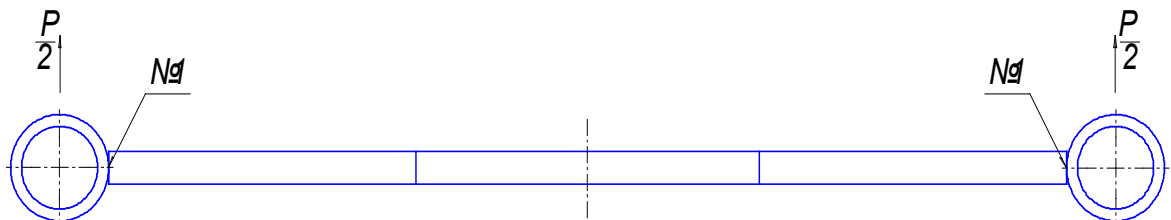


Рисунок 4.1 - Схема дії сил на раму підбирача валків

Як бачимо із схеми (рисунок 4.1) на раму діє сила P , яка дорівнює опорі підбирача валків сіна. Найбільшою ця сила буде тоді, коли підбирач валків завантажений. Отже, $P = R_{\text{max.прю}} = 74 \text{ кН}$. Якщо один стержень рами кріпиться зварюванням в двох точках, то в кожній з них буде діяти сила $P/2$, як і показано на схемі.

Із умови міцності:

$$\tau = \frac{P}{1,4\delta l_T} \leq [\tau_{\text{дон}}]; \quad (4.21)$$

де P – сила, яка діє на раму;

δ - товщина шва;

l_T - розрахункова довжина шва;

$[\tau_{don}] = 80 \text{ МПа}$.

Отже,

$$\tau = \frac{P}{1.4\delta(l-10)} \leq [\tau_{don}]$$

$$\tau = \frac{3,7}{1,4 * 5(250-10)} = \frac{3700}{1680} = 2,2 \text{ МПа}.$$

$$\tau = 2,2 \text{ МПа} < [\tau_{don}].$$

Нерівність стверджується. Отже, зварні шви витримують ще й більше навантаження.

По проведених розрахунках розроблена конструкція вузлів і деталей, які представлені в графічній частині проекту.

5 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ СІНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВДОСКОНАЛЕНИХ МАШИН

5.1 Складання технологічної карти заготівлі сіна за новою технологією

Основним технологічним документом на вирощування або збирання будь-якої сільськогосподарської культури у господарстві є технологічна карта, яка включає такі блоки інформації:

- агротехнічний блок, що містить назву операції та основні вимоги до неї, обсяг робіт, початок і тривалість робіт;
- технічне забезпечення операції і нормативи на використання техніки;
- потреби в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормо-змін, палива і технологічних матеріалів;
- показники ефективності операції: затрати праці, прямі і приведені витрати.

Технологічні операції в карті записуються у послідовності їх виконання. При складанні технологічної карти доцільно виділити окремі технологічні цикли, що об'єднують суцільність операцій із спільною метою. Визначення основних показників використання техніки і заповнення граф нової технологічної карти заготівлі сіна, яка пропонується в дипломній роботі, покажемо на прикладі операції скошування трав.

В графу “Шифр операції” записуємо номер операції, в нашому випадку це цифра 1. В графу “Назва операції” відповідно – скошування, а у графу “Обсяг робіт” – площу поля.

Початок робіт по скошуванню плануємо розпочати 5.06 поточного року.

Тривалість робіт вибираємо виходячи із агровимог до заготівлі сіна. Згідно рекомендацій [3, 6] тривалість виконання польових операцій по заготівлі сіна на одному полі не повинна перевищувати 10 днів. Приймаємо, що в нашому випадку тривалість скошування не повинна перевищувати 7 днів.

Коефіцієнт змінності визначаємо за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_d}{T_{зм}}, \quad (5.1)$$

Беручи до уваги, що у червні довгий світовий день, приймаємо $T_d = 14$ год. Тривалість робочої зміни в сільському господарстві становить $T_{зм} = 7$ год. Тоді

$$K_{зм} = \frac{14}{7} = 2.$$

При складанні перспективної технологічної карти склад агрегатів для виконання робіт по заготівлі сіна вибираємо, виходячи із наявної в господарстві техніки. Норми виробітку і витрати палива взяті з існуючих в господарстві нормативів.

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

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} \cdot K_{зм} \cdot D_p} \quad (5.2)$$

де Ω - обсяг робіт, га;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку, га/зм.;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – тривалість робіт, днів.

Підставимо відповідні значення в (5.2) і отримаємо:

$$n_a = \frac{116}{10,4 \cdot 2 \cdot 7} = 0,78.$$

Приймаємо для виконання операції 1 агрегат.

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

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{3M} \cdot K_{3M}} \quad (5.3)$$

Підставляємо в формулу відповідні значення і отримуємо:

$$D_{\phi} = \frac{116}{1 \cdot 10,4 \cdot 2} = 6 \text{ днів.}$$

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

$$N_{3M} = \frac{\Omega}{W_{3M}} \quad (5.4)$$

$$N_{3M} = \frac{116}{10,4} = 11,2$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначимо за формулою:

$$n_M = m_M \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (5.5)$$

$$n_D = m_D \cdot n_a \cdot K_{3M} \quad (5.6)$$

де n_M і n_D – відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат.

Визначимо кількість механізаторів для операції скошування:

$$n_M = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ механізатора.}$$

Аналогічно визначаємо кількість допоміжних робітників.

Кількість палива, необхідного для виконання роботи, визначаємо по формулі:

$$G_n = \Omega \cdot g_m \quad (5.7)$$

Для операції скошування витрати палива будуть становити:

$$G_{\Pi} = 116 \cdot 3,5 = 411,5 \text{ т}$$

Затрати праці на виконання робіт підраховуємо за формулою:

$$З_{\Pi} = (n_m + n_o) N_{zm} \cdot T_{zm} \quad (5.8)$$

В нашому випадку затрати праці будуть становити:

$$З_{\Pi} = (2 + 0) \cdot 11,2 \cdot 7 = 156,8 \text{ год./га.}$$

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

$$\Omega_y = \lambda \cdot N_{zm} \cdot T_{zm}, \quad (5.9)$$

Умовний виробіток на операції скошування буде таким:

$$\Omega_y = 0,7 \cdot 11,2 \cdot 7 = 54,9 \text{ у.е.га.}$$

Аналогічно приведеному прикладу по скошуванню трави ми виконуємо решту розрахунків по операціям, які входять в технологію заготівлі сіна. Всі отримані дані зносимо у відповідні їм колонки технологічної карти.

5.2 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 прямокутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції [20].

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.

Таблиця 5.1 - Потреба у тракторах для вирощування люцерни на насіння і заготівлі сіна

Марка трактора	Необхідна кількість
Трактори:	
ЮМЗ-6Л	1
МТЗ-80	5
МТЗ-82	1
Т-25	1

Кожний прямокутник кодують номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор [20].

Розраховану кількість тракторів наведемо у таблиці 5.1.

5.3 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.

Таблиця 5.2 - Потреба у сільськогосподарських машинах для
вирощування люцерни на насіння і заготівлі сіна

Сільськогосподарська машина	Необхідна кількість
Переобладнаний комбайн	1
МВУ-5	1
СП-11	1
ПЭ-0,8	1
БЗТС-1,0	11
ПФ-0,5	1
БКМ-Ф-1	1
ВРМ-Ф-7,5	1
ГВЦ-3	1
830S	1

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 [20, 21].

Розраховану необхідну кількість сільськогосподарських машин наведемо у табл. 5.2.

Після проведення даних розрахунків ми маємо розраховану необхідну кількість тракторів і сільськогосподарських машин для вирощування люцерни на заготівлю сіна.

5.4. Операційна технологія процесів ворущіння та згрібання сіна

Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи агрегату на згрібанні і ворущінні проводимо на полі площею 116 га. Величина схилу – 2 %. Питомий опір ґрунту – 3,5 кН/м. Урожайність зеленої маси 150 ц/га, сіна 18 % вологості – 43,5 ц/га.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу підраховується за формулою:

$$W = 0,1 B_p V_p \tau, \quad (5.10)$$

де B_p – робоча ширина граблів-ворушилок, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/гол;

τ - коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (5.11)$$

де T_p – час роботи агрегату протягом зміни, год.;

$T_{зм}$ – час зміни, год. ($T_{зм} = 7$ год.).

Для обґрунтування величини коефіцієнта використання часу зміни визначають кінематичні показники агрегату і баланс часу зміни. Виходячи з особливостей технологічного процесу виконання заданої операції і конструкції робочої машини вибираємо човниковий спосіб руху машинно-тракторного агрегату. Коефіцієнт використання робочих ходів знаходимо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (5.12)$$

де L_p – середня довжина гону, м;

L_x - середня довжина холостого ходу агрегату, м.

Середню робочу довжину гону визначаємо за формулою:

$$L_p = L - 2E, \quad (5.13)$$

де L – довжина гону, м;

E – ширина поворотної смуги, м.

Ширина поворотної смуги залежить від виду повороту:

$$E_p = 3R + e \quad (5.14)$$

де R – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

Вид повороту визначають з умови:

$$X_{\Pi} < 2R \text{ – петльовий поворот,}$$

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

Радіус повороту агрегату визначають в залежності від робочої ширини захвату агрегату та швидкості його руху. Для МТЗ-80 + ГВР-6 радіус повороту становить:

$$R = 1,2 \cdot B_p \quad (5.15)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, яка визначається за формулою:

$$B_p = \beta B_k, \quad (5.16)$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату (0,96).

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату (6 м).

Отже:

$$B_p = 0,96 \cdot 6 = 5,76 \text{ м.}$$

Радіус повороту при згрібанні буде:

$$R_3 = 1,2 \cdot 5,76 = 6,9 \text{ м.}$$

Визначимо також радіус повороту агрегату при ворущінні. Оскільки при ворущінні осі роторів граблів відхилені від вертикального положення, то конструктивна ширина захвату машини при ворущінні визначається за формулою:

$$B_K^1 = 2 \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot h}{\sin \alpha} - \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}} \quad (5.17)$$

де B_K^1 - конструктивна ширина захвату одного ротора при ворущіння, м;

R – радіус ротора (1,2 м);

h – висота прокошу з врахуванням висоти стерні, м;

α - кут відхилення роторів від вертикалі, град.

Приймаємо, що $h = 0,2$ м, а кут α при ворущінні знаходиться в межах від 12 до 17°. Приймаємо $\alpha = 15^\circ$. Тоді:

$$B_K^1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,2}{\sin 15^\circ} - \frac{0,2^2}{\sin^2 15^\circ}} = 2,24 \text{ м.}$$

Конструктивна ширина захвату машини на ворущінні визначається за формулою:

$$B_K = 2 B_K^1 + \Delta, \quad (5.18)$$

де Δ - ширина не проворушеної смуги, яка дорівнює різниці між відстанню закріплення роторів на рамі L і двом радіусам роторів:

$$\Delta = L - 2R = 3,6 - 2 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ м} \quad (5.19)$$

Звідси:

$$B_k = 2 \cdot 2,24 + 1,2 = 5,68 \text{ м.}$$

Робоча ширина захвату становить:

$$B_p = 0,96 \cdot 5,68 = 5,4 \text{ м.}$$

Тоді радіус повороту агрегату при ворушінні становить

$$R_a = 1,2 \cdot 5,4 = 6,48 \text{ м.}$$

Довжину виїзду знаходимо за формулою:

$$e = (0,50 \dots 0,75) l_k \quad (5.20)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату, м.

$$l_k = l_{тр} + l_m, \quad (5.21)$$

де $l_{тр}$ і l_m – кінематична довжина відповідно трактора і сільськогосподарської машини. В нашому випадку $l_{тр} = 1,3$ м, $l_m = 4,5$ м. Отже:

$$l_k = 1,3 + 4,5 = 5,8 \text{ м.}$$

Підставивши ці дані в рівняння (5.20), отримаємо:

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

Отримане значення довжини виїзду і радіусу повороту підставляємо в формулу (5.14) і знаходимо ширину поворотної смуги:

- при згрібанні: $E_p = 3 \cdot 6,9 + 3,48 = 24,98$ м;
- при ворушінні: $E_p = 3 \cdot 6,48 + 3,48 = 22,92$ м.

З врахуванням цих значень визначаємо середню робочу довжину гонів:

- при згрібанні: $L_p = 850 - 2 \cdot 24,98 = 801,64$ м;
- при ворушінні: $L_p = 850 - 2 \cdot 22,92 = 804,16$ м.

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

$$L_x = 6R + 2e. \quad (5.22)$$

Підставивши дані в формулу, отримаємо:

- при згрібанні: $L_x = 6 \cdot 6,9 + 2 \cdot 3,48 = 48,36$ м;
- при ворушінні: $L_x = 6 \cdot 6,48 + 2 \cdot 3,48 = 45,84$ м.

Отже, коефіцієнт використання робочих ходів буде дорівнювати:

$$\text{- для згрібання: } \varphi = \frac{801,64}{801,64 + 45,84} = 0,94;$$

$$\text{- для ворушіння: } \varphi = \frac{804,16}{804,16 + 45,84} = 0,96.$$

Час чистої роботи агрегату визначаємо по формулі:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{в.он} + T_{пз} + T_{ін})}{1 + \tau_{нов}}, \quad (5.23)$$

де $T_{\text{техн}}$ – затрати часу на технічне обслуговування агрегату, год.;

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

$T_{\text{в.оп}}$ – час на відпочинок і задоволення особистих потреб механізатора, год – (0,3 – 0,5) $T_{\text{п.з}}$. Приймаємо $T_{\text{в.оп}} = 0,35$ год.

$T_{\text{ін}}$ – інші затрати часу, які включають затрати часу, пов'язані з погодними умовами, організацією праці і особливостями технологічного процесу, $T_{\text{ін}} = 0,35$ год.

$\tau_{\text{нов}}$ - коефіцієнт тривалості поворотів.

Затрати часу на технологічне обслуговування знаходимо за формулою:

$$T_{\text{техн}} = 7t_a, \quad (5.24)$$

де t_a – тривалість однієї зупинки агрегату, год.

Тривалість зупинки агрегату для технологічного обслуговування на згрібання або ворущіння знаходимо [21] в межах від 0,02 до 0,03 год. Приймаємо $t_a = 0,03$ год., тоді:

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

Величину коефіцієнта тривалості поворотів підраховуємо по формулі:

$$\tau_{\text{нов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}. \quad (5.25)$$

- для згрібання сіна: $\tau_{\text{нов}} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06;$

- для ворущіння: $\tau_{\text{нов}} = \frac{1 - 0,96}{0,96} = 0,04.$

Отже час чистої роботи агрегату становитиме:

$$\text{- для згрібання сіна: } T_p = \frac{7 - (0,21 + 0,3 + 0,35 + 0,35)}{1 + 0,06} = 5,46 \text{ год.}$$

$$\text{- для ворущіння сіна: } T_p = \frac{7 - (0,21 + 0,3 + 0,35 + 0,35)}{1 + 0,04} = 5,57 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни буде становити:

$$\text{- при згрібанні сіна: } \tau = \frac{5,46}{7} = 0,78;$$

$$\text{- при ворущінні: } \tau = \frac{5,57}{7} = 0,796.$$

Підставимо відповідні значення в формулу (5.10) і визначимо продуктивність агрегату за годину змінного часу:

$$\text{- при згрібанні сіна: } W = 0,1 \cdot 5,76 \cdot 9,59 \cdot 0,78 = 4,3 \text{ га/год.};$$

$$\text{- при ворущінні сіна: } W = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 9,59 \cdot 0,796 = 4,12 \text{ га/год.}$$

Таким чином, удосконалення технології заготівлі сіна і конструкції машин дозволяє значно покращити технологічні показники роботи агрегатів в полі.

6 ОХОРОНА 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).

6.1. Загальні питання

Машинно-тракторні парки (МТП) мають певну кількість тракторів, автомобілів, сільськогосподарської техніки і іншого обладнання, які розташовані на їх території. Також на території МТП знаходяться ремонтна майстерня, зварювальна дільниця, кузня, криті майданчики, гаражі, складські приміщення, асфальтовані не криті майданчики, естакади і інші споруди і приміщення. Така велика кількість обладнання і споруд вимагає чіткої організації охорони праці. Для цього проводять навчання з охорони праці для керівників підрозділів, інструктажі з техніки безпеки індивідуально для кожного працюючого. Видаються індивідуальні засоби захисту.

Враховуючи, що МТП має багато споруд, то всі вони обладнуються блискавкозахистом, а також укомплектованими пожежними щитами. Також у кожній споруді є укомплектована інженером з охорони праці медична аптечка.

Усі сільськогосподарські машини на МТП застарілі, а тому забруднюють навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) шкідливими викидами, а матеріали, які застосовують при експлуатації і технічному обслуговуванні не завжди безпечні і нешкідливі для людей [25].

Державним стандартом ГОСТ 12.2.019-86 і санітарними правилами №4282-87 регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до статичної стійкості машин, гідро- і пневмопристроїв, робочого місця оператора,

органів керування та інших елементів конструкції від яких залежать умови праці і безпека оператора [25].

Стандартами нормуються зусилля, що прикладаються до органів керування машинами. Наприклад: при дії ногами вони коливаються у діапазоні 60-200Н; при дії руками – 30-200Н [25].

До роботи допускають лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не працювали, допускають до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх органів. Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегатують лише з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальністю (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані (за ГОСТ 12.0.004-90) механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом [25].

На місце роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу.

Основними причинами травматизму на МТП є:

1. Не дотримання вимог техніки безпеки.
2. Перебування на робочому місці у нетверезому стані.
3. Відсутність попереджувачих і забороняючих знаків і табличок.
4. Відсутність нової нормативно-технічної літератури.

На МТП розроблені плани-схеми розміщення автомобілів, тракторів, самохідних сільськогосподарських машин та інших технічних засобів механізації на спеціальних майданчиках, під навісами, у боксах тощо. Розроблений і затверджений план розміщення автомобілів із визначенням черговості й порядку евакуації під час пожежі. Впроваджені чергування водіїв у нічний час, вихідні й святкові дні, а також порядок зберігання ключів від систем запалювання. Стоянки автомобілів забезпечені буксирними канатами або штангами з розрахунку один пристрій на десять автомобілів [25].

Забороняється захарашувати приміщення і відкриті майданчики для стоянки автомобілів різними предметами і обладнанням.

Ремонтні майстерні, пункти технічного обслуговування та інші виробничі дільниці, де ремонтують і обслуговують сільськогосподарську техніку, обладнують засобами гасіння пожеж, а також на спеціальних щитах вивішують списки пожежних підрозділів, інструкції з пожежної безпеки.

Для запобігання пожежам і вибухам не допускається виникнення іскор. Підлогу влаштовують неспалиму, а все електричне обладнання у герметичному виконанні.

МТП має у достатній кількості ємностей з піском і пожежний резервуар для гасіння пожеж. Також є укомплектовані пожежні щити.

Не допускається розміщувати поряд із закритими стоянками техніки ковальські, термічні, зварювальні, фарбувальні та деревообробні відділення майстерень і машинних дворів.

Забороняється:

- встановлювати на відкритих майданчиках технічні засоби більше встановленої норми, утримувати автомобілі і трактори із не справними паливними системами, відкритими горловинами паливних та гідравлічних систем;
- зберігати паливо, за винятком палива, що міститься в баках паливної системи;
- залишати автомобіль або тракторний причіп з вантажем;
- заправляти поза встановленим місцем паливом трактори, автомобілі та інші технічні засоби;
- зберігати порожню тару від палива або інших горючих та легкозаймистих рідин;
- застосовувати відкриті джерела вогню для розігрівання двигунів, редукторів та інших систем;
- залишати у автомобілях і тракторах промаслені ганчірки;
- залишати автомобіль із увімкненим запалюванням.

Трактори, автомобілі та інша техніка мають надходити у майстерню із злитим паливом.

Забороняється застосовувати горючі і легкозаймисті рідини для миття деталей.

6.2 Безпека праці при заготівлі сіна

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

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

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

При транспортуванні пальці різального апарата косарки повинні бути закриті захисними щитками. Перед пуском ротаційних косарок перевірити відсутність сторонніх предметів під ротором, а також кріплення роторів і ножів.

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

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

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

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

Копицевози КУН-10, ПКУ-0,8 та навантажувач ПФ-0,5 забороняється використовувати не за призначенням; піднімати вантажі більшої маси, ніж передбачено технічною характеристикою; знаходитись під піднятим вантажем та працювати в грозу; різко гальмувати та виконувати круті повороти при роботі з максимально піднятим вантажем; рухатись завантаженим копицевозом із швидкістю понад 10, навантажувачем – понад 4 км/год.; на стоянці залишати

робочі органи в піднятому положенні; відривати порцію сіна від скирти з одночасним поворотом агрегату; виконувати роботу без навішування ззаду трактора ковша з баластом не менше 900 кг.

На підбирачі-скиртоутворювачі СПТ-60 забороняється: працювати з перекинутим кузовом без підстраховуючи упорів; використовувати схили для руху накатом; залишати заповнений сіном кузов на стоянці; повертати агрегат у момент вивантаження стогу.

Під час скиртування сіна кількість скиртоправів одночасно на скирті не повинна перевищувати шести. Стояти вони повинні не ближче 1,5 м від краю скирти [4].

Забороняється піднімати та опускати з скирти людей скиртопідіймачем. Скиртувати сіно можна тільки вдень і при швидкості вітру не більше 10 м/с.

Для відпочинку і харчування людей обладнується місце на відстані не менше 25 м від скирти. Після закінчення скиртування скирти оборюють протипожежною смугою завширшки не менше 3 м та встановлюють грозозахисні щогли, висота яких повинна перевищувати скирту на 2-2,5 м. Для заземлення використовують дріт діаметром не менше 7 мм. Захисна зона щогли орієнтовно приймається 7-8 м.

При заготівлі пресованого сіна забороняється проштовхувати сіно на підбирач, ремонтувати, регулювати і очищати робочі органи під час роботи машин. Деталі, які рухаються і обертаються, робочі органи і механізми кормозаготівельних машин і обладнання огорожують захисними кожухами, а біля особливо небезпечних вузлів і механізмів роблять попереджувальні надписи.

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

Будова та технічна експлуатація вентиляційних установок і обладнання сіносховищ, оснащених електроприводом, мають відповідати діючим правилам

технічної експлуатації сільських електроустановок, правилам техніки безпеки по експлуатації електротехнічних засобів у сільськогосподарському виробництві.

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

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

При досушуванні сіна у закритих приміщеннях вентилятори слід встановлювати із зовнішньої сторони на відстані не менше 1 м від незгораємих і 2,5 м від згораємих стін, у скиртах – не менше 2,5 м. Повітропроводи повинні бути із незгораємих матеріалів. Місце встановлення вентилятора огорожують металічними сітками або дерев'яними решітками.

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

Для обслуговування усіх електроприймачів необхідно передбачити загальний пульт, який встановлюють на незгораємій стіні або опорі, яка стоїть окремо (не ближче 5 м від складу) у спеціальному незгораємому ящику із пристосуванням для пломбування. Струмopовідний кабель повинен бути надійно захищеним від механічних пошкоджень. Не допускається укладання кабелю у вологий ґрунт.

При підніманні підстіжного каналу у робоче положення необхідно впевнитися у тому, що ланки підйомного механізму дійшли до упору і каркас каналу прийняв стійке положення. Огляд, очищення вентиляційних каналів і шахт проводять під контролем відповідальної особи.

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

6.3 Правила пожежної безпеки

Основні правила пожежної безпеки заключаються в наступному:

1. Необхідно постійно слідкувати за наявністю справних протипожежних засобів: вогнегасника, двох лопат, і двох швабр, які встановлені на комбайні в окремих місцях (вогнегасник закріплено на бункері, лопати – на внутрішній стороні драбини, а швабри – на жатці).

2. Слід своєчасно очищати від намотаної рослинної маси вали, шків, зірочки, і інші частини комбайна, які рухаються.

3. Необхідно не допускати протікання з системи живлення і змащення, з гідравлічних систем. Своєчасно усувати підтікання мастил і палива, що виникають.

4. Своєчасно необхідно змащувати підшипники і інші частини комбайна, що обертаються, не допускати надмірного їх нагрівання.

5. Систематично перевіряйте справність електрообладнання і проводки, очищуйте їх від пилу, бруду і рослинної маси. При кожній зупинці двигуна від'єднуйте акумуляторну батарею від електромережі комбайна за допомогою вимикача „маси”.

6. Очищення паливопроводів і трубок гідросистеми, що забилися, необхідно проводити при виключеному двигуні і після того, як двигун і інші частини комбайна охолонуть.

7. При буксуванні запобіжних муфт необхідно терміново зупинити комбайн, виключити двигун і усунути причину, яка викликала буксування.

8. При необхідності тривалого ремонту комбайн треба вивести з поля на відстань не менше 30 м і зорати навколо комбайна смугу шириною не менше 4 м.

9. Щоб зняти електростатичні заряди необхідно закріпити на лівому кронштейні кожуха вентилятора молотарки у трафарету „заземлити” на спеціально встановлену скобу відрізок роликового ланцюга довжиною 550...600 мм з числа тих ланцюгів, які є в господарстві і відпрацювали свій строк.

10. Заправку паливного бака треба проводити за допомогою заправочних агрегатів при непрацюючому двигуні на дорозі або на зораному полі.

11. Запас паливо-мастильних матеріалів допускається зберігати на полі в закритих ємностях на відстані не менше 100 м від скирт, тюків. Місце зберігання повинно бути оборане смугою не менше 4 м.

12. В випадку загорання бензину або дизельного пального вогонь необхідно засипати піском або землею, накрити мокрим рядном або брезентом. Заливати вогонь водою категорично забороняється.

13. Всі механізатори повинні бути навчені на випадок виникнення пожежі і знати, як викликати пожежні служби.

14. Необхідно строго дотримуватись наступних правил:

- не паліть, не проводьте зварювальні роботи, не застосовуйте всі види відкритого полум'я на комбайні під час роботи і в зоні на відстані менше 30 метрів від них;
- не залишайте заповнений сіном транспортер на час тривалих зупинок;
- не спалюйте пожнивні залишки ближче 200 метрів від масивів;
- не застосовуйте відра і інші відкриті ємності для заправки паливних баків;
- не починайте збиральних робіт, якщо відсутній трактор з плугом для швидкого оборювання непередбаченого вогнища пожежі;
- не працюйте на комбайні з не відрегульованими системами живлення і запуску двигуна, а також при відсутності на двигуні капота і протипожежних екранів;
- не працюйте з невідрегульованими привідними пасами, які допускають пробуксовку.

Представлені вище заходи можуть бути використані при проведенні інструктажів з обслуговуючим персоналом перед початком заготівлі сіна в господарстві.

7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБОК

Для підбирання маси з подрібненням при заготівлі подрібненого сіна можуть бути використані наступні машини: Е-280, Е-282, “Полісся – 250”, КПКУ-75, КСК-100А, КПИ-2,4 та інші. Найбільш розповсюдженою машиною, яку використовують для цього є кормозбиральний комбайн КСК-100А. А тому для визначення економічної ефективності проекту виберемо його за базу порівняння.

Визначимо вартість переобладнаного комбайна СК-5М “Нива”. Вартість переобладнаного комбайна визначимо як суму залишкової вартості списаного зернозбирального комбайна і вартості виготовлення транспортера для подачі рослинної маси до подрібнювача.

Маса нового зернозбирального комбайна СК-5М становить 8300 кг. Враховуючи ту обставину, що в переобладнаному комбайні демонтується бункер, молотильний апарат, системи очищення грубого і дрібного вороху, вентилятор, колосові і зернові шнеки та інші агрегати і вузли маса комбайна буде становити 4500 кг. Ціна металолому становить $\Pi_m = 7500$ грн./т.

Тоді залишкова вартість комбайна буде становити:

$$\Pi_z = M \cdot \Pi_m, \quad (7.1)$$

де M – маса комбайна після демонтажу, т;

Π_m – ціна металолому, грн./т.

$$\Pi_z = 4,5 \cdot 7500 = 33750 \text{ грн.}$$

Вартість виготовленого транспортера визначимо наступним чином. Згідно даних [26], 50 % вартості стрічкового транспортера становить вартість стрічки, при цьому ціна стрічки зростає із збільшенням її ширини. В нашому випадку

ширина стрічки становить 1 м, а її ціна – 380 грн. за погонний метр. Довжина стрічки становить 7 м. Тоді ціна стрічки $\Pi_{\text{ст}}$ буде становити:

$$\Pi_{\text{ст}} = 380 \cdot 7 = 2660 \text{ грн.},$$

а вартість транспортера:

$$\Pi_{\text{тр}} = 2 \cdot \Pi_{\text{ст}} = 2 \cdot 2660 = 5320 \text{ грн.} \quad (7.2)$$

Таким чином вартість переобладнаного комбайна буде становити:

$$\Pi_{\text{к}} = \Pi_{\text{з}} + \Pi_{\text{тр}} = 33750 + 5320 = 39080 \text{ грн.} \quad (7.3)$$

Прямі експлуатаційні затрати визначимо за формулою:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{р}} + C_{\text{то}} \quad (7.4)$$

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

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

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

$C_{\text{то}}$ – відрахування на ремонт і технічне обслуговування, грн./га.

Оплату праці обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{K_{\text{н}} \cdot T(1 + \alpha)}{W}, \quad (7.5)$$

де W – продуктивність комбайна, га/зм.;

T – тарифна ставка механізатора, грн./зм.;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату;

α – доплата за класність, в частинах одиниці.

Оплата праці по базовому варіанту.

Продуктивність комбайна КСК-100А – $W = 7,7$ га/зм.

Тарифна ставка механізатора по 5-му розряду тарифної сітки. Але з врахуванням збільшення мінімальної зарплати до 8000 грн. вона становить 348 грн./зм.

Коефіцієнт нарахувань – $K_n = 1,375$.

Доплата за класність – 20 %, або 0,2. Тоді:

$$C_{\text{оп}}^6 = \frac{1,375 \cdot 348(1+0,2)}{7,7} = 74,6 \text{ грн./га.}$$

Оплата по новому (переобладнаному) комбайну.

Продуктивність СК-5М – $W = 8,75$ га/зм.

Тарифна ставка механізатора 348,0 грн./зм. (по 5-му розряду).

Доплата за класність 20 % або 0,2.

$$C_{\text{оп}}^n = \frac{1,375 \cdot 348(1+0,2)}{8,75} = 65,6 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на реновацію комбайна визначаються за формулою:

$$C_p = \frac{B \cdot q}{100 \cdot T_k \cdot W}, \quad (7.6)$$

де B – балансова вартість комбайна, грн.;

q – норма річних відрахувань на реновацію, %;

T_k – річне завантаження комбайна, год.

Витрати на реновацію по базовому варіанті.

Балансова вартість КСК-100А – $B = 385568$ грн.

Норма річних відрахувань – 12,5 %.

Річне завантаження – 100 год.

$$C_p^6 = \frac{385568 \cdot 12,5}{100 \cdot 100 \cdot 1,1} = 438,2 \text{ грн./га.}$$

Витрати на реновацію по новому комбайну.

Балансова вартість переобладнаного СК-5М – Б = 39080 грн.

Норма річних відрахувань – 11,1 %.

Річне завантаження 100 год.

$$C_p^H = \frac{39080 \cdot 11,1}{100 \cdot 100 \cdot 1,25} = 34,7 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування комбайнів визначаємо по аналогічній формулі, тільки норми річних відрахувань складають для комбайна КСК-100А 6,5 %, СК-5М “Нива” – 5 % від вартості комбайна.

Для базової машини:

$$C_{то}^6 = \frac{385568 \cdot 6,5}{100 \cdot 100 \cdot 1,1} = 227,8 \text{ грн./га}$$

Для нового (переобладнаного) комбайна:

$$C_{то}^H = \frac{39080 \cdot 5}{100 \cdot 100 \cdot 1,25} = 15,6 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на паливо-мастильні матеріали визначаємо по формулі:

$$C_{пмм} = q \cdot Ц_{п}; \quad (7.7)$$

де q – витрати палива, кг/га;

$Ц_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Ціни на паливо-мастильні матеріали коливаються в залежності від постачальника і об'єма закупок. З урахуванням сьогоденних цін і ситуації на ринку приймаємо комплексну ціну 1 кг палива 56,8 грн.

Для базового варіанту:

Витрати палива КСК-100А становлять: $q = 12,5$ кг/га. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 12,5 \cdot 56,8 = 710,0 \text{ грн./га.}$$

Для нового (переобладнаного) комбайна:

Витрати палива комбайном СК-5М “Нива” становлять: $q = 10,5$ кг/га. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при використанні розробки становлять:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 10,5 \cdot 56,8 = 596,4 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі питомі експлуатаційні витрати по базовому варіанті будуть рівні:

$$C_{\text{Пит}}^{\text{б}} = 74,6 + 438,2 + 227,8 + 710,0 = 1450,6 \text{ грн./га.}$$

Для нового (переобладнаного) комбайна ці витрати будуть становити:

$$C_{\text{Пит}}^{\text{н}} = 65,6 + 34,7 + 15,6 + 596,4 = 712,3 \text{ грн./га.}$$

Економічний ефект від прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на 1 га становить:

$$E = C_{\text{Пит}}^{\text{б}} - C_{\text{Пит}}^{\text{н}} = 1450,6 - 712,3 = 738,3 \text{ грн./га} \quad (7.8)$$

При впровадженні на площі 100 га річний економічний ефект складає:

$$f_p = 738,3 \cdot 100 = 73830 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від впровадження переобладнаного комбайна розраховується за формулою:

$$E_{річ} = f_p + E_n \cdot K \quad (7.9)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,15$);

K – вартість (капітальних вкладень) переобладнаного комбайна;

Тоді річний економічний ефект буде становити:

$$E_{річ} = 73830 + 0,15 \cdot 39080 = 79692 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень розраховується за формулою:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{річ}} = \frac{39080}{79692} = 0,5 \text{ років.} \quad (7.10)$$

Затрати праці визначаємо за формулою:

$$З = \frac{m}{W}, \quad (7.11)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу;

W – продуктивність комбайна за годину змінного часу.

Затрати праці при роботі базового комбайна КСК-100А будуть дорівнювати:

$$З^6_{п} = \frac{1}{1,1} = 0,9 \text{ люд.год/га.}$$

Таблиця 7.1 - Техніко-економічні показники проєкту

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант	Відхилення +/-	
			одиниць	%
1	2	3	4	5
Продуктивність, га/год	1,1	1,25	0,15	13,6
Капітальні вкладення:				
- всього, грн.	385568	39080	-346488	89,9
- питомі, грн./га	3213	124,8	-3088,2	95,4
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	1450,6	712,3	-738,3	50,9
В т.ч. – оплата праці з нарахуван.	74,6	65,6	- 9,0	12,1
- відрахування на реновацію	438,15	34,7	-403,45	92,1
- затрати на ремонт	227,84	15,6	- 212,24	93,2
- затрати на ПММ	710	596,4	113,6	16,0
Річний економічний ефект, грн		79692		
Термін окупності капітальних витрат, років		0,5		

Затрати праці при роботі базового комбайна КСК-100А будуть дорівнювати:

$$З_{\text{б.п}} = \frac{1}{1,1} = 0,9 \text{ люд.год/га}$$

Затрати праці при роботі нового (переобладнаного) комбайна будуть дорівнювати:

$$З_{\text{н.п}} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ люд.год/га.}$$

Економія затрат праці при використанні нового (переобладнаного) комбайна буде становити:

$$E_{\text{зп}} = Z_{\text{п}}^{\text{б}} - Z_{\text{п}}^{\text{н}} = 0,9 - 0,8 = 0,1 \text{ люд.год/га} \quad (7.12)$$

Річна економія затрат праці при впровадженні на площі 100 га буде становити:

$$E_{\text{рзп}} = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ люд.год.}$$

Результати розрахунків економічної частини проекту заносимо в таблицю 7.1.

Таким чином, проведені конструктивні і технологічні розробки дають хороший економічний ефект і знижують затрати праці при заготівлі кормів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На сьогодні в Україні розроблені і застосовуються різні технології і комплекси машин для заготівлі сіна як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Серед основних їх недоліків є велика вартість машин. Тому запропонована в дипломній роботі схема переобладнання списанного зернозбирального комбайну є досить дешевим і практичним рішенням знизити вартість техніки при забезпеченні необхідної якості і продуктивності збиральних робіт.

2. Виконана конструктивна розробка дозволяє заготовляти подрібнене сіно з втратами, які не перевищують агротехнічні вимоги. А визначені конструктивні параметри транспортера і режим його роботи є оптимальними для переобладнання зернозбирального комбайна СК-5М “Нива” в будь-якому господарстві.

3. Розроблені заходи з охорони праці дозволять проводити сільськогосподарські роботи з дотриманням всіх вимог, що безумовно поліпшить стан охорони праці при заготівлі кормів.

4. Проведений техніко-економічний аналіз проекту показав доцільність використання списаного зернозбирального комбайну для заготівлі подрібненого сіна. Річний економічний ефект від впровадження розробки складає 79692 грн. Строк окупності затрат складає 0,5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мамонова Н., Бородіна О., Браян Кунс. Українське сільське господарство у воєнний час. <https://www.tni.org/uk/article/ukrainian-agriculture-in-wartime>.
2. Бесараб Т. Вплив війни на молочну галузь України: збитки, втрати та виклики в умовах конфлікту. <https://zaborona.com/vplyv-vijny-na-molochnu-galuz-ukrayiny-zbytky-vtraty-ta-vyklyky/>.
3. Чим живе тваринництво під час війни: пошук препаратів, кормів та відновлення ферм. 06.05.2022 р. <https://kurkul.com/spetsproekty/1304-chim-jive-tvarinnitstvo-pid-chas-viyni-poshuk-preparativ-kormiv-ta-vidnovlennya-ferm>.
4. Смакота Я. Люцерна: технологія вирощування. 15.08.2024 р. <https://agroapp.com.ua/uk/blog/lyucerna-texnologiya-viroshhuvannya/>.
5. Власова О. Технологія вирощування люцерни. <https://agronomy.com.ua/statti/29-kormovyrobnytstvo/768-tekhnolohiia-vyroshchuvannia-liutserny.html>.
6. Карпенко М. Ефективність кормозбиральних комбайнів в Україні// Пропозиція. - №5, 2001. – с. 100 – 102.
7. Виробництво молока в Україні продовжує скорочуватися //8 червня 2019 - <https://www.agravery.com/uk/posts/show/virobnictvo-moloka-v-ukraini-prodovzue-skorocuvatisa> .
8. Перегуда В. Ринок кормів// Пропозиція. – №2, 2007. – с. 29 – 31.
9. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/ Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.
10. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. с. 116 – 118.

11. Осьмак В., Качан І. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Пропозиція. - №5, 2010. – с. 119-127.
12. Філоненко Л., Тихоненко О. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Пропозиція. - №6, 2011. – с. 107-112.
13. Ковбасюк П. Заготівля високопоживного вітамінно-білкового сіна// Пропозиція – 07.07.2010. - Головний журнал з питань агробізнесу <https://propozitsiya.com/ua/zagotivlya-visokopozhivnogo-vitaminno-bilkovogo-sina>.
14. Боровик Г. Кормозбирання: щоб і фермі, і трактору// Агросектор. - №1, 2008. – с. 34-38.
15. Карпенко М. Розширення функціональності кормозбиральної техніки// Пропозиція. - № 4, 2006. – с. 120-122.
16. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р.. Сільськогосподарські машини. – К.: „Урожай”, 1994, с 446.
17. 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.
18. 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.
19. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
20. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, П.А.Джолос та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
21. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві, В.Ю.Ільченко, П.І.Карасьов, А.С.Лімонт та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка. К.: Урожай, 1993. – 288 с.

22. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
23. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. - Харків, Око. – 2003. – с. 375.
24. 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.
25. Целинский В.П. Охрана праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.
26. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.