

**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 дипломного проекту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗАГОТІВЛІ
СІНА З РОЗРОБКОЮ МАШИНИ ДЛЯ
ПІДБИРАННЯ ВАЛКІВ**

Виконав: студент групи МСз-1-20

_____ Савченко Андрій Олексійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2023

АНОТАЦІЯ

Савченко А.О. Удосконалення процесу механізації заготівлі сіна з розробкою машини для підбирання валків/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 60 с.

Розрахунково-пояснювальна записка проекту виконана на 60 сторінках друкованого на ПЕОМ тексту і включає 11 таблиць, 7 рисунків, список літератури. Список використаної літератури містить 21 найменування.

В проекті зроблено аналіз фізико-механічних характеристик рослин, технологій заготівлі сіна; показано, що найбільш перспективними є технології заготівлі подрібненого сіна; наведені комплекси машин для заготівлі подрібненого сіна; запропоновано універсальну кормозбиральну машину, яку можна виготовити в умовах господарства на базі списаного зернозбирального комбайна; виконані необхідні інженерні розрахунки.

Розроблені заходи по охороні праці і зокрема при вирощуванні люцерни.

В техніко-економічному обґрунтуванні проведені розрахунки економічної і енергетичної ефективності проекту.

Ключові слова: технології, машини, косарки, ворушилки, транспортер, продуктивність, охорона праці, економічна ефективність.

З М І С Т

ВСТУП.	6
1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.	9
2 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСЛИН.	11
3 ТЕХНОЛОГІЇ І МАШИНИ ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ СІНА.	15
3.1 Технології заготівлі сіна.	15
3.2 Машини для заготівлі сіна.	19
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ КОМБАЙНА В УНІВЕРСАЛЬНУ КОРМОЗБИРАЛЬНУ МАШИНУ.	27
5 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕОБЛАДНАНОЇ МАШИНИ.	29
5.1 Розрахунок завантаження машини.	29
5.2 Розрахунок транспортера.	30
5.3 Розрахунок шпонкового з'єднання.	37
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	39
6.1 Загальні питання.	39
6.2 Безпека праці при заготівлі сіна.	42
6.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту.	46
6.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці.	46
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ.	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	58
Д О Д А Т К И.	60

ВСТУП

Для подальшого розвитку тваринництва слід розвивати і розширювати галузь кормовиробництва в Україні. Для отримання якісної продукції тваринництво має бути забезпечене круглий рік високоякісними кормами і в необхідній кількості. Тому частину кормів для використання в стійловий період слід консервувати. Найпростіший спосіб консервування кормів - сушіння природним зневоднюванням трав - не втратив значення і в наші дні у зв'язку з його доступністю, простотою, мінімальними витратами, високою якістю корму. Разом із тим сушіння трав у полі пов'язане з великими втратами поживності, а інколи і погіршенням перетравності поживних речовин, насамперед протеїну. Тому треба вдосконалювати технологію заготівлі сіна з метою зменшення його фізичних втрат і підвищення якості. В кормовому балансі господарств, які мають усі основні види поголів'я тварин (велика рогата худоба (ВРХ), свині, вівці, птиця), частка грубих кормів становить 10 - 14 %. На великих фермах, які займаються дорощуванням і відгодівлею ВРХ, вона вища – 15-20 %, у тому числі близько 1/3 сіна. На молочнотоварних фермах частка сіна в загальній кількості грубих кормів має становити 50 – 60 %. При заготівлі 800 – 1000 кг якісного сіна на одну дійну корову із середньорічним надоем 5 тис. л молока сіно має становити 10 – 12 % поживності річного раціону при наявності пасовища або добре організованого зеленого конвеєра, коли тваринам протягом 180 – 200 днів згодовують достатню кількість свіжих зелених і соковитих кормів. Доцільно підгодовувати худобу сіном і в літній період для поповнення раціонів сухими речовинами за деякого збільшення обводненості зелених кормів (вміст сухих речовин у кормі менше 20 %) [1].

Серйозною перешкодою відродження тваринництва є майже повне фізичне і моральне старіння наявної кормозбиральної техніки, та й тої, що залишилася не вистачає. Тому проблема заготівлі кормів нині є найбільш гострою. Сезон косовиці для тваринництва важко переоцінити: від того, чи буде тваринництво достатньо забезпечене якісним сіном залежать стабільні прирости, надої, та, в кінцевому результаті, прибутки від господарської діяльності.

На якість вирішальний вплив справляють всі операції сінозаготівлі:

- термін скошування;
- своєчасне перетрушування;
- технологія збирання висушеної маси, яка повинна забезпечити, крім швидких темпів заготівлі, ще й надійний спосіб зберігання – не допустити підмочування та пліснявіння, що зводить катастрофічно нанівець кормові якості [2, 4].

Всі ці операції є дуже трудомісткими, і без надійної та продуктивної техніки вкластися в оптимальні строки просто неможливо.

Заготівлі сіна з люцерни належить важливе місце у створенні міцної кормової бази для тварин. Адже саме це сіно містить найбільше протеїну, до складу якого входять майже всі незамінні амінокислоти, багато мінеральних речовин і вітамінів. Тому воно є бажаним, а для частини тварин і незамінним компонентом раціонів [3, 5]. Проте через біологічні особливості люцерни приготування сіна з неї супроводжується значними втратами найпоживнішої частини рослин – листя і суцвіть, що істотно позначається на загальній поживності сіна та вмісті протеїну в ньому.

Численні дослідження, проведені в нашій та зарубіжних країнах, свідчать, що ці втрати можна значно зменшити шляхом раціональної обробки скошеної маси у процесі польового сушіння.

Заготівля сіна є одним із найпоширеніших способів консервування трав і являє собою складний фізіолого-біохімічний процес, який ґрунтується на

висушуванні трави до вологості 17-18 %, що виключає розвиток не лише бактерій, а й пліснявих грибів [3].

Основною метою, що передбачає застосування різних технологічних прийомів при заготівлі сіна, є зниження механічних втрат, що сягають до 10%, а також тих, які викликані біологічними процесами, що відбуваються у траві при висиханні.

Відомо, що у люцерни, як і в більшості трав, приріст вегетативної маси з початку цвітіння проходить за рахунок стебел і суцвіть. Через те, що листя містить у 2–3 рази більше поживних речовин і в 10–15 разів більше каротину, ніж стебла, зменшення частки їх у загальному виході сіна за рахунок механічних втрат у процесі його заготівлі призводить до зниження вмісту багатьох поживних речовин.

Особливо великі втрати листкової маси у несприятливу погоду – вони можуть досягати 27 %.

Однією з найбільш поширених технологій заготівлі сіна в Україні є технологія заготівлі з подрібненням рослинної маси. В зв'язку з тим, що в багатьох господарствах не вистачає техніки для виконання цієї технології, нами пропонується проект переобладнання списаного комбайна (наприклад СК-5М „Нива”) в сінозбиральну машину, яка проводить збирання прив'яленої люцерни з одночасним її подрібненням. Її можна також використовувати і для заготівлі сінажу.

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 схилових і зрошувальних ділянках з нахилом до 9° . Комбайн збирає сіяні і високоврожайні 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 вказаних втратах 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:

$$P = \frac{M_B}{Q - P_{ст}} \cdot 100. \quad (1.1)$$

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.

2 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

РОСЛИН

Основними фізико-механічними характеристиками, які необхідно враховувати при виконанні технологічного процесу, є розміри рослин, їх маса, коефіцієнти тертя, характеристики міцності та ін.

Висота трав в середньому становить 40–80 см, для пшениці і жита – 100–170 см. Урожайність трав в залежності від умов вегетації – 5–30 ц/га. Середня кількість стебел на 1 м² становить для жита, пшениці – 450–600, для природних трав – 1170–4845 [10].

Кількісні і масові характеристики залежать від умов вегетації, типу рослин і інших факторів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Характеристика травостою [10]

Тип луків	Урожай сіна, ц/га	Рослинна маса з 1 квадратного метра				
		Кількість рослин		Маса рослин		
		шт.	%	волога, г	суха, г	суха, %
Заливні луки: - злакові	55	1170	28,7	508	207,5	37,7
- бобові		765	18,7	606	174,5	31,8
- різнотрав'я		849	20,8	616	145,5	26,5
- осокові		1297	31,8	65	22,0	4,0
В С Ь О Г О		4082	100	1795	549,5	100
Цілинно-степові луки:	13	4422	91,8	-	100	77
- злакові						
- різнотрав'я		384	7,9	-	27	21
- бобові		39	0,8	-	2	2
В С Ь О Г О		4845	100	220	129	100

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
Сіяні луки широко- рядного посіву:	13					
- люцерна		251	71	260	105	77
- бур'яни		102	29	115	33	23
В С Ь О Г О		353	100	375	138	100

Масові і розмірні характеристики трави і сіна в валках представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Масові і розмірні характеристики трави і сіна
в валках, створених граблями

Продукт	Відстань між валками, м	Середня ши- рина валка, м	Площа про- філя валка, м ²	Маса валка	
				погонна, кг/м	об'ємна, кг/м ³
Валки заливних луків (вологість сіна 21-23 %, урожай – 62 ц/га)					
С і н о	3	1,9	0,19	2,07	10,8
	5	1,9	0,22	3,67	16,6
	8	2,6	0,26	4,49	17,3
	10	2,6	0,27	6,2	22,9
Валки люцерни (вологість трави – 54 %, сіна 22 –26 %, урожай – 13 ц/га)					
Трава	20	-	-	8,4	71,5
Сіно	20	1,5	1,118	2,8	31,5
Валки цілинно-степових луків (вологість трави 60-65 %, сіна – 11,7-21,5 %, урожай 6 ц/га)					
Трава	10	-	-	1,4 – 1,9	-
Сіно	10	1,0	0,05 – 0,06	0,5 – 0,8	6,3 – 10
Трава	20	-	-	1,5 – 2,4	-
Сіно	20	1,1	0,09	0,9 – 1,2	10 - 13
Трава	30	-	-	2,1 – 4,3	-
Сіно	30	1,3	0,12	1,4 – 1,6	11,6 – 18,6

Жорсткість стебел трав становить 49 – 646 Н·см². Модуль пружності сухих стебел пшениці становить 4,67 – 7,48 ГПа.

Коефіцієнти тертя змінюються в великих межах в залежності від продукту і робочої поверхні (таблиця 2.3 і 2.4).

Таблиця 2.3 - Коефіцієнти тертя руху люцерни з валків

Робочі поверхні	Вологість сіна, %	
	31 - 35	13 – 20
Сталь шліфувана	0,46	0,34
Сталь листова покращена	0,40	0,38
Сталь листова нефарбована	0,38	0,30
Сталь оцинкована	0,37	0,27
Дерево гладеньке	0,41	0,27
Полотно снопов'язальне	0,49	0,31

Таблиця 2.4 - Показники тертя руху у розсипчастого і пухкого сіна тимофіївки вологістю 12 % по шліфованій сталі

Стан сіна	Тиск, Н/см ²	Питома сила тертя, Н/см ²	Коефіцієнт тертя
Розсипчасте	10,4	1,4	0,13
Спресоване	10,4	1,7	0,16

Особливістю сушки бобових трав є те, що швидкість сушки стебел менша, ніж швидкість сушки листків. Так при загальній вологості трави конюшини 60 % стебла мають біля 65 % вологості. А листя рослин в той час досягали наступної вологості: при сушці в затінку (фаза цвітіння) – 50 %, при сушці на сонці (бутонізація) – 40 і в фазі цвітіння – 25 %. Тобто різниця між вологістю стебел і листків становить: в першому випадку 15, в другому – 25

і в третьому – 40 %. Причому в процесі сушки різниця між вологістю стебел і листків зростає, а потім зменшується при досяганні кондиційної вологості.

На інтенсивність сушки листя, крім способу сушки, впливає фаза росту і розвиток рослин. Листя рослин пізніх фаз вегетації більш інтенсивніше віддають вологу, ніж листя рослин, скошених в більш ранні фази вегетації.

3 ТЕХНОЛОГІЇ І МАШИНИ ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ СІНА

3.1 Технології заготівлі сіна

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 % [1].

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 [2] траву скошують, а якщо в травостой є бобові культури, то відразу плющать 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 [3].

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 [2].

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 [4].

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 [5].

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 ворущіння 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/м³, 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 [8].

Недоліком досушування пресованого сіна є те, що вентиляється, 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 полягає 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 полягає 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 [1].

3.2 Машини для заготівлі сіна

У відповідності з зоотехнічними вимогами багаторічні бобові трави скошують в фазі бутонізації. 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.

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 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1 - 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 20⁰. 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.

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”.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики косарок-плющилок

ПОКАЗНИКИ	КПРН-3,0М	КПС-5Г	“Слов’янка”	Е-302
Ширина захвату, 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

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.

Ринок сільськогосподарської техніки в Україні пропонує різні варіанти машин для скошування трав злакових, бобових культур і їх сумішей. Вони агрегуються з тракторами різних класів і виконують як скошування трав, так і з одночасним плющенням для прискорення сушіння бобових трав. Ці косарки можуть працювати за різними схемами – укладання у валки, здвоєння валків, створення валків справа, зліва чи посередині косарки, розпорошення скошеної трави по ширині захвату і ін. (рис. 3.1 – 3.6).

a)

б)

Рисунок 3.1 – Роторна косарка-плющилка FC 300G фірми
KUHN (*a*) і схема її технологічного процесу (*б*)

Ворушіння покосів та обертання валків дозволяє рівномірно просушити скошену траву в стислі строки, що значною мірою впливає на вихід поживних речовин (табл. 3.3). 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) (табл. 3.4).

Рисунок 3.2 – Роторна косарка-плющилка CM 300A фірми VICON і схеми її використання на полі

Таблиця 3.3 - 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

Таблиця 3.4 - 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 захвату, 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

Таблиця 3.5 - Комплекси машин для заготівлі подрібненого сіна

О П Е Р А Ц І Ї	С К Л А Д А Г Р Е Г А Т У
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

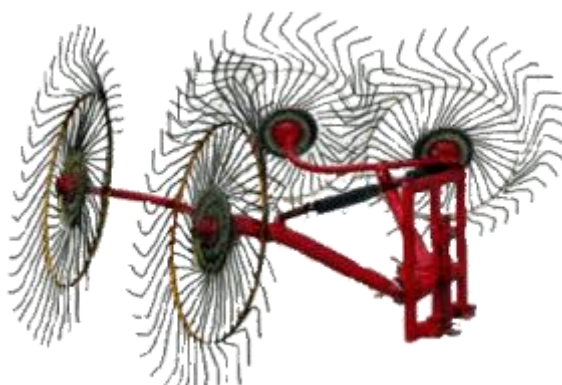


Рисунок 3.3 - Граблі-ворушилка ГВ-3,4



Рисунок 3.4 - Граблі роторні ГР-700П

Рисунок 3.5 – Однороторні граблі-ворушилки GA 301GM
фірми KUHN

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 3.5).

При заготівлі траншейного сіна траву подрібнюють на частини довжиною 0,10 - 0,12 м. Довжина різки при заготівлі подрібненого сіна з

Рисунок 3.6 – Підбирач-подрібнювач FCT фірми 900 JF

досушуванням методом активного вентилявання не регламентується, але виходять із зоотехнічних вимог і зменшення механічних втрат довжина різки повинна становити 0,10-0,15 м.

Аналіз технологій і машин для заготівлі сіна показує, що кожен із відомих способів має свої переваги і недоліки. Їх вибір залежить від конкретних умов господарювання і наявності початкової бази щоб розпочати займатися тваринництвом.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ КОМБАЙНА В УНІВЕРСАЛЬНУ КОРМОЗБИРАЛЬНУ МАШИНУ

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.

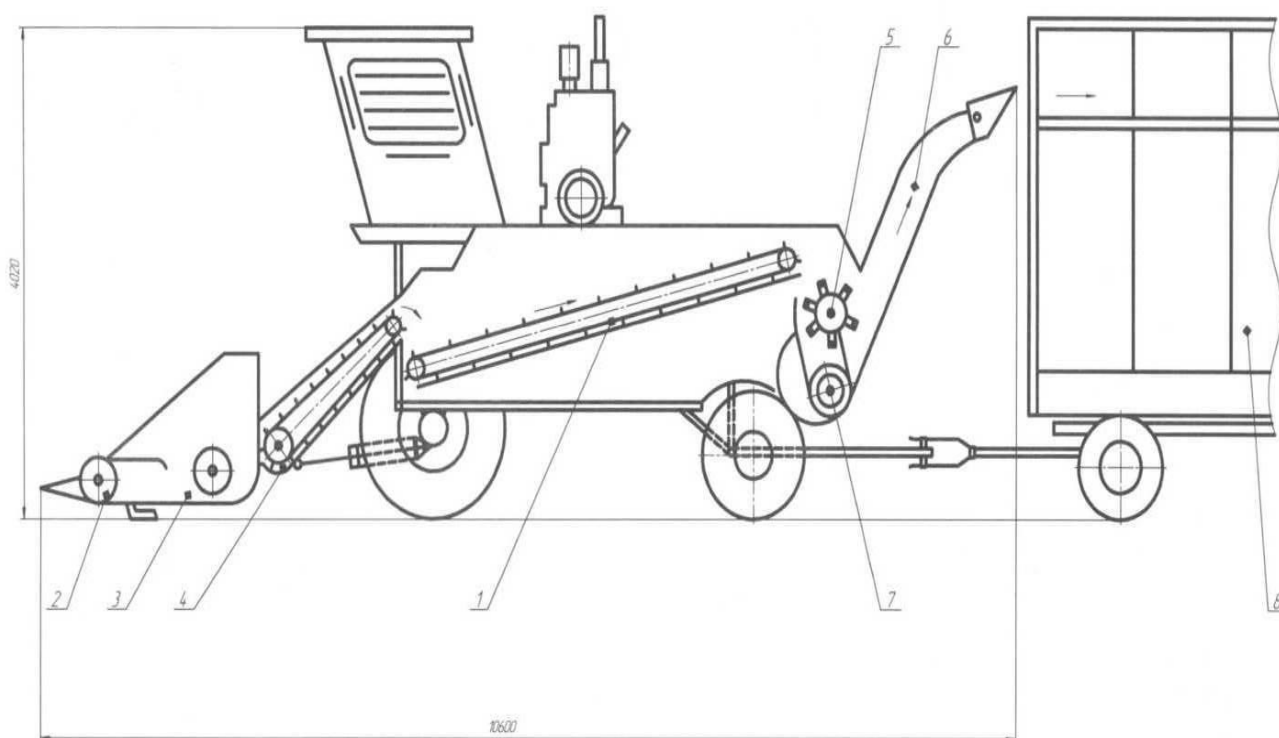


Рисунок 4.1 - Схема переобладнання зернозбирального комбайна СК-5М:

- 1 – транспортер; 2 – підбирач; 3 – жатка; 4 - похила камера;
5 – подрібнювач; 6 – трубопровід подрібненої маси; 7 – шнек; 8 – причіп

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. Це дасть можливість при невеликих затратах розпочати створення кормової бази для ВРХ - заготовити необхідні об’єми подрібненого сіна. А при подальшій реалізації продукції тваринництва за отримані кошти можна придбати сучасні машини.

При переобладнанні комбайна з нього демонтують молотильний апарат, соломотряс, очистку. В передній частині встановлюють натяжний вал (рис. 4.1), а на місце ведучого валу соломотряса – приводний барабан.

Привід ведучого валу 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.

5 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕОБЛАДНАНОЇ МАШИНИ

5.1 Розрахунок завантаження машини

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

$$G_1 \cdot \left(1 - \frac{W_1}{100}\right) = G_2 \cdot \left(1 - \frac{W_2}{100}\right) \quad (5.1)$$

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.

Прийmemo, 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 (5.1), 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:

$$П = G_2 \cdot W, \quad (5.2)$$

де $П$ – продуктивність транспортера, кг/год.

$$П = 65,5 \cdot 1,4 = 91,7 \text{ кг/год.}$$

5.2 Розрахунок транспортера

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

$$B_{cm} = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{\Pi}{K_{\beta} \cdot V \cdot \gamma_{\beta} \cdot K_{\beta\phi}} + 0,05} \right). \quad (5.3)$$

де $K_{\beta\phi}$ - коефіцієнт, що враховує кут нахилу конвеєра до горизонту, $K_{\beta\phi} = 1$ [13];

K_{β} - коефіцієнт поперечного перерізу шару вантажу, $K_{\beta} = 240$ [13];

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

B_{cm} - ширина стрічки, м.

V - швидкість руху стрічки;

Π - продуктивність транспортера, кг/год.

$$V = \frac{1,21 \cdot \Pi}{(B_{cm} - 0,055)^2 \cdot K_{\beta} \cdot \gamma_{\beta} \cdot K_{\beta\phi}} \quad (5.4)$$

Виходячи з цієї 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:

$$V = \frac{1,21 \cdot 91,7}{(1 - 0,055)^2 \cdot 240 \cdot 0,3 \cdot 1} = 1,73 \text{ м/с}.$$

За ДСТУ ГОСТ 22644-77 ширина стрічки $B_{cm} = 1000 \text{ мм}$ Б-820 [13]; кількість прокладок $I_{cm} = 3$ [13]. При транспортуванні трави, згідно з рекомендаціями [13], приймаємо $\delta_1 = \delta_2 = 1,5 \text{ мм}$.

Визначаємо погонні навантаження.

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

$$g_B = \frac{\Pi}{3,6 \cdot V}, \quad (5.5)$$

де Π – продуктивність транспортера, кг\год.;

V – швидкість стрічки, м/с.

Підставимо в (5.5) відповідні дані і отримаємо:

$$g_B = \frac{91,7}{3,6 \cdot 1,73} = 14,72 \text{ Н/м.}$$

Погонне навантаження від стрічки:

$$g_{ст} = 11,27 \cdot B_{ст} \cdot \delta, \quad (5.6)$$

де B – ширина стрічки, м;

δ - товщина стрічки, мм.

Товщину стрічки визначаємо за формулою:

$$\delta = \delta_1 + \delta_0 + \delta_2 + i_{cn}, \quad (5.7)$$

де $\delta_0 = 1,5$ мм – товщина однієї прокладки матеріалу Б-820 [13].

$$\delta = 1,5 + 1,5 \cdot 3 + 1,5 = 7,5 \text{ мм}$$

Тоді отримаємо:

$$g_{ст} = 11,27 \cdot 1 \cdot 7,5 = 84,53 \text{ Н/м.}$$

Сила тяжіння обертаючих частин роликів опор [13] для робочої

ділянки траси $G_{p,p} = 215$ Н, для порожньої ділянки сила тяжіння така ж сама – $G_{p,p} = G_{p,x} = 215$ Н.

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

$$g_{p,p} = \frac{G_{p,p}}{l_p}, \quad (5.8)$$

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

l_p – відстань між роликівими опорами, 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 [13] вибираємо коефіцієнт опору руху стрічки:

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

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

Визначаємо натяг у характерних точках:

$$F_1 = F_{3\delta}$$

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

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

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

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

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 $F_1 = F_{з\delta}$ і $F_4 = F_{н\delta}$ при відсутності ковзання на барабані згідно з рівнянням Ейлера [13] запишемо:

$$e^{fa} \geq \frac{F_{н\delta}}{F_{з\delta}} = \frac{F_4}{F_1}, \quad (5.9)$$

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 [13] 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:

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

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

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:

$$F_1 = F_{зб} = 102,8 \text{ Н;}$$

$$F_2 = F_1 + 22,8 = 102,8 + 22,8 = 125,6 \text{ Н;}$$

$$F_3 = 1,05 \cdot F_1 + 23,9 = 1,05 \cdot 102,8 + 23,9 = 131,8 \text{ Н;}$$

$$F_4 = 1,05 \cdot F_1 + 155,2 = 1,05 \cdot 102,8 + 155,2 = 210,7 \text{ Н.}$$

Розрахунок стрічки. Потрібну кількість прокладок у стрічці при запасі міцності стрічки $S = 10$ [с.54, 13], визначимо за формулою 2.29 [13]:

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

де $[K]_p = 55$ кН/м – розривне навантаження, табл. 2.4 [13];

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

$$F_{\max} = F_H = 0,21 \text{ кН.}$$

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 $F_3 = 131,8$ Н. Потрібний щонайменший натяг завантаженої ділянки, виходячи з провисанням стрічки, визначимо за формулою [13]:

$$F_{\min} = (4 \dots 5) \cdot (g_{\text{в}} + g_{\text{ст}}) \cdot l_{\text{р}} \quad (5.10)$$

де $l_{\text{р}}$ – відстань між роликоопорами робочої ділянки, м;

$g_{\text{в}}$ – сила тяжіння вантажу на 1 пог. м. стрічки;

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

Тоді:

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

$$F_3 = 131,8 > F_{\min} = 218 \quad (5.11)$$

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 [13]:

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

Діаметр приводного барабана визначимо за формулою:

$$D_{\text{пб}} = a \cdot i_{\text{ст}}, \quad (5.12)$$

де $a - (0,125 \dots 0,130)$ коефіцієнт, табл. 2.11 [13];

$i_{\text{ст}}$ – кількість прокладок.

Тоді:

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

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

За питомим тиском з рівняння 2.7 [13] визначимо найменший допустимий діаметр приводного барабана при $[P_{\text{ст}}] = 16000 \text{ Н/м}^2$:

$$D_{\text{пб}} = \frac{2 \cdot F_t}{[P_{\text{ст}}] \cdot a \cdot B_{\text{ст}}}, \quad (5.13)$$

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

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

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

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

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

Діаметр кінцевих та натяжних барабанів розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{кб}} = D_{\text{нб}} = 0,8 \cdot D_{\text{пб}} = 0,8 \cdot 400 = 320 \text{ мм} \quad (5.14)$$

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

Діаметр відхиляючих барабанів визначаємо за формулою:

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

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

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

$$P_o = \frac{F_t \cdot V}{1000} = \frac{107,9 \cdot 1,7}{1000} = 0,18 \text{ кВт} \quad (5.15)$$

Потужність, що відбирається від вала двигуна комбайна, кВт:

$$P = \frac{K \cdot P_o}{\eta} \quad (5.16)$$

де $K = 1,1 - 1,25$ – 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.

5.3 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:

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{A_{cm}} \leq [\sigma_{cm}], \quad (5.22)$$

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

d – діаметр вала в місці встановлення шпонки;

A_{cm} – площа зминання:

$$A_{cm} = (h - t_1)l_p, \quad (5.23)$$

l_p – робоча довжина шпонки.

При сталевій маточині і спокійному навантаженні напруга змінання $[\sigma_{cm}] \leq 100$ МПа. З врахуванням приведених вище значень формула (5.22) набуває вигляду:

$$\sigma_{cm} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} \leq [\sigma_{cm}] \quad (5.24)$$

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

Перевіримо шпонку на зріз:

$$\tau_{cp} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} \leq [\tau_{cp}] \quad (5.25)$$

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

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

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

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Загальні питання

Організація охорони праці в підприємствах галузі повинна відповідати нормативному документу - «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві», які затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

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:

6.1. Технічний стан трактора і граблів-сіноворушилок повинен відповідати вимогам заводських інструкцій і агрегат повинен бути укомплектованим набором справного інструмента і пристосувань в відповідності з заводською інструкцією.

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

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

6.4. На захисних огородженнях, а також біля вузлів сіноворушилки, небезпечних для обслуговуючого персоналу (ротор ворушилки і вузли і

деталі, які обертаються), повинні бути зроблені написи, які попереджують про небезпеку.

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

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

6.7. 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 кабінку.

6.8. 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.

6.9. Важелі механізмів пускового двигуна повинні легко і надійно переключатися. Пусковий шнур для ручного запуску двигуна повинен мати рукоятку.

6.10. 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 клеммах. 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.

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

6.12. 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.

6.13. 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° .

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

6.15. Агрегат повинен бути забезпечений медичною аптечкою.

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

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

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

6.19. Забороняється лежати, відпочивати на ділянках, де працюють ворушилки і сінозбиральні агрегати, перевозити людей і сторонні вантажі на вузлах сіноворушилки.

6.20. Під час обслуговування машини вона повинна займати стійке положення. Під колеса трактора встановлюються упори, а під націплену сіноворушилку ставлять козли або спеціальні підставки, які пройшли попереднє випробування на вантажопід'ємність.

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

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

6.2 Безпека праці при заготівлі сіна

При експлуатації копицевозів КУН-10, ПКУ-0,8 та навантажувача ПФ-0,5 забороняється: використовувати не за призначенням; піднімати вантажі більшої маси, ніж передбачено технічною характеристикою; знаходитись під піднятим вантажем та працювати в грозу; різко гальмувати та виконувати круті повороти при роботі з максимально піднятим вантажем; рухатись завантаженим копицевозом із швидкістю понад 10, навантажувачем – понад 4 км/год.; на стоянці залишати робочі органи в піднятому положенні; відривати порцію сіна від скирти з одночасним поворотом агрегату; виконувати роботу без навішування ззаду трактора ковша з баластом не менше 900 кг.

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

Під час скиртування сіна кількість скиртоправів одночасно 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 стогометом.

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 [4; 6].

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 агрегуються з ними, а також на самохідних кормозбиральних комбайнах для обслуговуючого персоналу необхідно обладнувати двосторонню сигналізацію (звукову або іншу) і мати медичну аптечку і бачок (термос) для питної води [6].

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 [6].

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, що мають обдув. 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 [6].

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 незагораємій 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.

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

Необхідно відводити спеціальні місця для відпочинку, куріння, зберігання і заправки техніки. Протипожежні відстані між закритими сіносковищами і тваринницькими приміщеннями та іншими спорудами повинні становити 50 м.

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

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

Пуск вентиляційних установок у сіносковищі проводять поступово, одночасний пуск двох і більше вентиляторів заборонений. Пускові прилади вентиляторів повинні розміщуватись в легкодоступних місцях [6].

Забороняється залишати без нагляду працюючі вентиляційні установки.

Протипожежних правил особливо слід дотримуватися при експлуатації повітропідігрівачів на рідкому паливі: не допускається зберігання палива і

мастильних матеріалів без посередньо біля повітропідігрівачів; бочку з паливом можна встановлювати не ближче 5 м від повітропідігрівачів; система подачі палива повинна бути завжди справною; один раз на добу очищати від нагару форсунки та її відбивачі; перед пуском камеру згорання необхідно продути повітрям при повністю відкритій заслінці дуттьового вентилятора; з'єднання теплообмінника і камери згорання повинно бути герметичним; не допускається підтікання палива в камеру згорання при зупинці повітропідігрівача.

6.3 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Механізаторам, допоміжному персоналу і спеціалістам, які зайняті на заготівлі сіна, передбачена безкоштовна видача за встановленими нормами спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту [19].

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 [19]. Дані розрахунків заносимо у таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Норма видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

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

6.4 Рекомендації по поліпшенню умов праці

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів; інженер з охорони

праці. Проводиться щорічно

2. Укомплектувати медичні аптечки; інженер з охорони праці. Березень 2024 року.

3. Провести 32-годинні курси з охорони праці; керівники підрозділів господарства. Лютий 2024 року.

4. Встановити необхідну кількість попереджуючих і забороняючих знаків і табличок; інженер з охорони праці. Травень 2024 року.

5. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт; керівники підрозділів. Постійно.

6. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем; керівник станції пожежної охорони. Квітень 2024 року.

7. Виділити і обладнати спеціальне місце для куріння; керівники підрозділів. Квітень 2024 року.

8. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту; інженер з охорони праці. Травень 2024 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. Квітень 2024 року.

12. Придбати 50 вогнегасників різних типів: хімічного типу – 10 шт., порошкових – 30 шт., кислотних – 10 шт.; керівник станції пожежної охорони. Квітень 2024 року.

13. Обладнати вогнегасниками всі технічні засоби, що можуть бути пожежо-небезпечними; керівник станції пожежної охорони. Квітень 2024 року.

14. Обладнати тваринницький комплекс душовими та кімнатами для відпочинку; інженер з охорони праці. Квітень 2024 року.

15. Забезпечити робітників, що працюють в полі вагончиками для відпочинку та гарячим харчуванням; інженер з охорони праці. Квітень 2024 року.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

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 4600 кг. Ціна металолому на ринку становить $\text{Ц}_m = 8800$ грн./т.

Тоді залишкова вартість комбайна буде становити:

$$\text{Ц}_з = M \cdot \text{Ц}_m, \quad (7.1)$$

де M – маса комбайна після демонтажу, т;

Ц_m – ціна металолому, грн./т.

$$\text{Ц}_з = 4,6 \cdot 8800 = 40480 \text{ грн.}$$

Вартість виготовленого транспортера визначимо наступним чином. Згідно даних [12], 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 – 500 грн. за погонний метр. Довжина стрічки становить 7 м. Тоді ціна стрічки $C_{ст}$ буде становити:

$$C_{ст} = 500 \cdot 7 = 3500 \text{ грн.},$$

а вартість транспортера:

$$C_{тр} = 2 \cdot C_{ст} = 2 \cdot 3500 = 7000 \text{ грн.} \quad (7.2)$$

Таким чином вартість переобладнаного комбайна буде становити:

$$C_{к} = C_{з} + C_{тр} = 40480 + 7000 = 47480 \text{ грн.} \quad (7.3)$$

Прямі експлуатаційні затрати визначимо за формулою:

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

де $C_{оп}$ – оплата праці, грн./га;

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

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

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

Оплату праці обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

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

де W – продуктивність комбайна, га/год.;

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

K_H – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату;

α - доплата за класність, в частинах одиниці.

Оплата праці по базовому варіанту.

Продуктивність комбайна КСК-100А – $W = 1,1$ га/год.

Тарифна ставка механізатора з врахуванням підвищення мінімальної заробітної плати за місяць до 6700 грн. становить 98,76 грн./год. (по 5-му розряду тарифної сітки).

Коефіцієнт нарахувань – $K_n = 1,375$.

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

$$C_{\text{оп}}^6 = \frac{1,375 \cdot 98,76(1+0,2)}{1,1} = 148,14 \text{ грн./га.}$$

Оплата по новому (переобладнаному) комбайну.

Продуктивність СК-5М – $W = 1,25$ га/год.

Тарифна ставка механізатора 19,05 грн./год. (по 5-му розряду).

Доплата за класність 20 % або 0,2.

$$C_{\text{оп}}^H = \frac{1,375 \cdot 98,76(1+0,2)}{1,25} = 130,36 \text{ грн./га.}$$

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.

$$C_{\text{р}}^{\text{б}} = \frac{385568 \cdot 12,5}{100 \cdot 100 \cdot 1,1} = 438,15 \text{ грн./га.}$$

Витрати на реновацію по новому комбайну.

Балансова вартість переобладнаного СК-5М – Б = 14980 грн.

Норма річних відрахувань – 11,1 %.

Річне завантаження 100 год.

$$C_{\text{р}}^{\text{н}} = \frac{40480 \cdot 11,1}{100 \cdot 100 \cdot 1,25} = 35,95 \text{ грн./га.}$$

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:

$$C_{\text{то}}^{\text{б}} = \frac{385568 \cdot 6,5}{100 \cdot 100 \cdot 1,1} = 227,84 \text{ грн./га}$$

Для нового (переобладнаного) комбайна:

$$C_{\text{то}}^{\text{н}} = \frac{40480 \cdot 5}{100 \cdot 100 \cdot 1,25} = 16,19 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на паливо-мастильні матеріали визначаємо по формулі:

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

де q – витрати палива, кг/га;

$C_{\text{п}}$ – 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'єму закупок. З урахуванням сьогоденішніх цін і ситуації на ринку приймаємо комплексну ціну 1 кг палива 54,8 грн.

Для базового варіанту:

Витрати палива КСК-100А становлять: $q = 14,5$ кг/га. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали становлять:

$$C_{\text{пмм}}^{\text{б}} = 14,5 \cdot 54,8 = 794,6 \text{ грн./га.}$$

Для нового (переобладнаного) комбайна:

Витрати палива комбайном СК-5М “Нива” становлять: $q = 12,5$ кг/га. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при використанні розробки становлять:

$$C_{\text{пмм}}^{\text{н}} = 12,5 \cdot 54,8 = 685 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі питомі експлуатаційні витрати по базовому варіанті будуть рівні:

$$C_{\text{пит}}^{\text{б}} = 148,14 + 794,6 + 438,15 + 227,84 = 1608,73 \text{ грн./га.}$$

Для нового (переобладнаного) комбайна ці витрати будуть становити:

$$C_{\text{пит}}^{\text{н}} = 130,36 + 685 + 35,95 + 16,94 = 868,25 \text{ грн./га.}$$

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

$$E = C_{\text{пит}}^{\text{б}} - C_{\text{пит}}^{\text{н}} = 1608,73 - 868,25 = 740,48 \text{ грн./га} \quad (7.8)$$

При впровадженні на площі 100 га річний економічний ефект складає:

$$f_p = 740,48 \cdot 100 = 74048 \text{ грн.}$$

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:

$$E_{річ} = 74048 + 0,15 \cdot 47480 = 81170 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень розраховується за формулою:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{річ}} = \frac{47480}{81170} = 0,58 \text{ років.} \quad (7.10)$$

Затрати праці визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{m}{W}, \quad (7.11)$$

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

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

де m – кількість обслуговуючого персоналу;

W – продуктивність комбайна за годину змінного часу.

Таблиця 7.1 - Техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий варіант	Новий варіант	Відхилен- ня, ±
1	2	3	4
Продуктивність, га/год	1,1	1,25	0,15
Капітальні вкладення:			
- всього, грн.	385568	47480	-338088
- питомі, грн./га	3213	395,67	-2817,33
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	1608,73	868,25	-740,48
В т.ч. – оплата праці з нарахуван.	148,14	130,36	- 17,78
- відрахування на реновацію	438,15	35,95	-402,20
- затрати на ремонт	227,84	16,19	- 211,65
- затрати на ПММ	794,6	685	-109,60
Річний економічний ефект, грн		81170	
Термін окупності капітальних витрат, років		0,58	

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

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

Зниження 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. Проведений аналіз показав, що фізико-механічні характеристики рослин змінюються в великих межах, а тому для правильних розрахунків необхідно знати не тільки їх середні значення, а й максимальні і мінімальні, а також закон розподілу характеристик.

2. 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 дипломному проекті схема переобладнання списаного зернозбирального комбайну є досить дешевим і практичним рішенням знизити вартість техніки при забезпеченні необхідної якості і продуктивності збиральних робіт на першому етапі розвитку тваринництва в господарстві.

3. 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 (на прикладі СК-5М “Нива”) в будь-якому господарстві.

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

5. Проведений техніко-економічний аналіз проекту показав доцільність використання списаного зернозбирального комбайну для заготівлі подрібненого сіна. Річний економічний ефект від впровадження розробки складає 81170 грн. Строк окупності затрат складає 0,58 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровик Г. Кормозбирання: щоб і фермі і трактору// Агросектор. - №1, 2008. – с. 34-38.
2. Бабич А.О., Олішинський С.Й. Довідник по заготівлі і зберіганню кормів. - К.: Урожай, 1989. -176 с.
3. Філоненко Л., Тихоненко О. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Агробізнес сьогодні. - №10(209) травень 2011. – с. 23-27.
4. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/ Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.
5. Перегуда В. Ринок кормів// Пропозиція. – №2, 2007. – с. 29 – 31.
6. Осьмак В., Качан І. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Пропозиція. - №5, 2010. – с. 119-127.
7. Філоненко Л., Тихоненко О. Сучасна техніка для заготівлі кормів// Пропозиція. - №6, 2011. – с. 107-112.
8. Карпенко М. Розширення функціональності кормозбиральної техніки// Пропозиція. - № 4, 2006. – с. 120-122.
9. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. – с. 116-118.
10. 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.
11. 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.
12. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

13. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.
14. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
15. Опір матеріалів під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
16. Землеробська механіка. Т2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Глань і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
17. Машиновикористання та екологія доквілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
18. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
19. 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.
20. Осьмак В., Качан І. Сучасні технології та машини для заготівлі сіна // Пропозиція. – 05.06.2008. - <https://propozitsiya.com/ua/suchasni-tehnologiyi-ta-mashini-dlya-zagotivli-sina>.
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.