

**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 проєкту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ
НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ УРОЖАЮ З РОЗРОБКОЮ
ПІДБИРАЧА СОЛОМИ**

Виконала: студентка _____ Троян Орина Олександрівна

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ _____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Троян О.О. Удосконалення механізації збирання незернової частини урожаю з розробкою підбирача соломи/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 71 с.

В роботі представлено аналіз технологічних схем збирання незернової частини урожаю і машин для підбирання валків.

Обґрунтовано схему удосконалення машини для підбирання валків соломи. Проведено розрахунки параметрів і режиму роботи машини та розроблено креслення вузлів і деталей удосконаленої машини.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів перед виконанням технологічних операцій і підвищать рівень безпеки працівників. А заходи з охорони навколишнього середовища сприятимуть збереженню ґрунтів і екології в цілому.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 2626000 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: незернова частина урожаю (НЗЧ), технологія, механізація, підбирач, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ УРОЖАЮ.	9
1.1 Агротехнічні вимоги до збирання.	9
1.2 Технології збирання незернової частини урожаю.	10
2 МАШИНИ ДЛЯ ПІДБИРАННЯ ВАЛКІВ.	16
3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИНИ.	24
4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ.	27
4.1 Підбір вентилятора.	27
4.2 Розрахунок параметрів соломопроводу.	30
4.3 Розрахунок клинопасової передачі.	31
4.4 Розрахунок шпонкового з'єднання.	36
4.5 Розрахунок механізму з'єднання.	37
4.6 Розрахунок зварювальних швів рами.	38
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	40
5.1 Безпека праці при заготівлі сіна і соломи люцерни.	40
5.2 Розрахунок охоронного освітлення.	45
6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.	47
7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ.	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	61
Д О Д А Т К И.	64

В С Т У П

Український аграрний сектор станом на лютий 2024 року зазнав понад \$80 млрд прямих збитків і втрат внаслідок повномасштабного російського вторгнення. Про це свідчать розрахунки Центру досліджень продовольства та землекористування Київської школи економіки (KSE Агроцентр), проведені спільно зі Світовим банком [1].

Проблеми з експортом зерна, підвищення цін на добрива, паливно-мастильні матеріали, техніку і запчастини до неї та інші негативні фактори призвели до збитковості галузі рослинництва, основне місце в якій було вирощування зернових і олійних культур.

За таких складних умов одним із найактуальніших і найефективніших є кардинальне переформатування політики розвитку вітчизняного АПК та суттєве попередження зусиль на посилений розвиток тваринництва. Ці заходи дозволять підвищити ефективність використання наявного ресурсного потенціалу та географії експорту, забезпечать зростання продуктивності праці та зайнятості населення в сільській місцевості [2, 3, 4].

Незважаючи на те, що Україна втратила внаслідок воєнних дій агресора до 20% поголів'я великої рогатої худоби, свиней, птиці тваринництво здатне забезпечити дієвий перехід від експорту сировини до експорту готової продукції з доданою вартістю, що наразі є однією з актуальних задач програми переформатування зовнішньоекономічного вектору розвитку АПК України. При цьому держава забезпечує мінімальні норми споживання продукту на одну особу м'яса та м'ясної продукції, що становить 50-53 кг. Найбільша частка припадає на м'ясо птиці (25,7%) та свинину (понад 20%) [2].

Для інтенсивного розвитку тваринництва слід в першу чергу розвивати кормову базу. Системний аналіз переконує, що найкоротшим і найефективнішим шляхом подолання збитковості тваринництва є інтенсивне збільшення обсягів та якості заготівлі кормів. Оскільки у структурі

собівартості тваринницької продукції корми становлять 50-70%, то кожні 2% зменшення вартості кормів зменшують приблизно на 1,0-1,4% ціну м'яса та молока. Підрахунки свідчать, що в Україні частка матеріальних затрат під час формування ціни механізовано виготовлених кормів сягає 90-95% [2].

Одним із основних видів кормів в зимових раціонах сільськогосподарських тварин є сіно – грубий корм, який отриманий в результаті обезводнення трав повітряно-сонячним сушінням до вологості 17 – 18 % [3]. Потреба у ньому тваринництва щорічно зростає. Один із основних способів збільшення виробництва і підвищення якості сіна – приготування його методом активного вентилявання із пров'яленої до вологості 34 - 45% маси.

Однією із основних умов інтенсифікації польового і лукопасовищного кормовиробництва, підвищення родючості й поліпшення структури ґрунтів, вирішення проблеми дефіциту кормового протеїну є зростання врожайності багаторічних бобових трав та їх сумішок із злаковими, розширення укісних площ найбільш цінних за поживністю їх видів у кормових, ґрунтозахисних і польових сівозмінах, створення високопродуктивних культурних сіножатей та пасовищ, підвищення продуктивності природних кормових угідь.

Збільшення кількості та підвищення якості кормів вимагає адекватної політики. На жаль, в Україні забезпеченість кормозбиральною технікою не перевищує 50 %, а тією, яка забезпечує необхідну якість кормів, і того менше. Закордонні закупки кормозбиральної техніки при загальній фінансовій скруті об'єктивно не можуть бути пріоритетними, оскільки іноземна техніка в декілька разів дорожча вітчизняної, але якщо навіть її придбати, то продукція тваринництва при такій собівартості не буде потрібна навіть на внутрішньому ринку.

Економічно вигідно до 90 % поживності раціону великої рогатої худоби формувати із стеблових кормів – сіна, сінажу, кукурудзяного силосу та зерносінажу. В Англії вважають, що собівартість продукції великої рогатої худоби можна суттєво зменшити, якщо 70 % раціону складатиме якісний

кукурудзяний силос, заготовлений у фазі воскової стиглості зерна. При заготівлі першої групи кормів з трав виконуються такі технологічні операції: скошування, плющення маси, ворущіння її, згрібання у валок, їх перевертання та підбирання.

У Західній Європі віддають перевагу скороченому циклу операцій: скошування у валок і, залежно від природнокліматичних умов і потреби, підбирання валків на сінаж або сіно. Сінаж заготовляють в основному подрібненим, а сіно з цілих рослин, подрібненим та пресованим. Останнє характеризується великими втратами від поля до годівниці найцінніших листочків та суцвіть рослин. У виробництві важко дотриматись рівномірності і повноти висушування, тому у пресованого сіна втрати через пліснявіння та гниття досягають навіть у США 30 %, що не компенсує таких переваг пресованого сіна, як зменшення об'ємів сховищ. Досушувати сіно активним вентиляванням економічно не вигідно через високу вартість електроенергії. Технічна складність, висока вартість не дає змоги впроваджувати і технологію герметичного зберігання пресованих паків у поліетиленовій плівці.

Але при будь-якій технології вирощування і заготівлі кормів основною умовою високої ефективності є максимальна віддача можливої біологічної урожайності культури, що вирощується на корм і її повне збирання. При вирощуванні багаторічних трав на насіння незернова частина урожаю також має велике значення як складова кормового раціону для великої рогатої худоби.

Для господарств, які тільки починають відновлювати тваринництво, дуже важливо сформувати найпростіші і дешеві засоби механізації заготівлі кормів, щоб потім по мірі накопичення коштів вже закупити сучасну ефективну, але досить дорогу техніку. Це можливо при використанні і простому переобладнанні існуючої в господарствах техніки.

Метою даного дипломного проєкту є удосконалення механізації заготівлі кормів з переобладнанням фуражира ФН-1,4 для підбирання валків.

1 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ УРОЖАЮ

1.1 Агротехнічні вимоги до збирання

Солому збирають роздільно від полови у цілому, подрібненому і пресованому вигляді. Її також використовують для удобрення або мульчування ґрунту. Технологію збирання соломи вибирають, виходячи з наявності техніки і враховуючи наступне використання її для потреб виробництва.

До збирання незернової частини врожаю ставлять такі вимоги.

Копиці соломи і полови стягують до місця скиртування одночасно із збиранням зернової частини врожаю. Забороняється спалювати соломі.

Втрати соломи і полови на підбиранні і скиртуванні не повинні перевищувати 5 %.

Скирти вкладають на відстані 15...20 м від дороги і оборюють двома проходами чотирьох-п'ятикорпусного плуга. Висота скирти повинна бути не більше 7,5 м, ширина – не менше 6, довжина – 10...20 м залежно від кількості соломи.

Заскиртована солома повинна задовольняти зоотехнічними вимогам і зберігати кормові якості. Забруднення соломи землею не повинне перевищувати 2%.

Щільність пресування соломи у тюки повинна бути рівномірною і становити 120...140 кг/м³. Розміри тюків такі: довжина – 0,7...1 м, ширина – до 0,5 м, висота – до 0,36 м.

Втрати соломи при підбиранні її із валка, пресуванні в тюки, подачі їх на транспортер не повинні перевищувати 2%.

Нев'язь тюків в'язальним апаратом не повинна перевищувати 2%.

Підбирач повинен забезпечити 100%-й підбір нормально зав'язаних тюків із щільністю пресування не менше 100 кг/м³ і масою до 40 кг, підбирати

тюки, які мають кут повороту поздовжньої осі тюка до напрямку руху в межах $\pm 20^\circ$.

1.2 Технології збирання незернової частини урожаю

Збір, транспортування і складання незернової частини урожаю (НЧУ) зернових, зернобобових та круп'яних культур потребує більших (в 2-3 рази) затрат праці та коштів, ніж збирання урожаю зерна [5, 8]. Інші джерела [7] вказують на те, що затрати праці на збирання НЧУ становлять до 70% від усіх затрат на збирання усього біологічного урожаю зернових культур. Це пояснюється тим, що розвиток соломозбиральних засобів постійно відстає від розвитку техніки для збирання зерна, а щільність сукупностей НЧУ (копиць, стогів, скирт, паків, розв'язі та ін.) менша в 7-20 разів щільності зерна в місткостях. Отже, високі затрати на солому свідчать про необхідність удосконалення способів та засобів для збирання НЧУ.

Сучасні технології комбайнового збирання всього біологічного урожаю зернових культур (зерна та НЧУ) майже однотипні по обмолоту зерна і відрізняються лише способами та комплексами машин для заготівлі НЧУ. Тому прийнято приділяти технології на копицеву, потокову з подрібненням соломи й завантаженням у змінні причеви, валкову та утилізаційну з розкиданням НЧУ по полю у вигляді мульчі. Можливі варіанти комбінування технологій (табл. 1.1).

Копицева технологія включає формування копиць масою 150-300 кг начіпним на комбайн копнувачем. Копиці збирають з поля переважно тросовими або волокушками, які штовхають.

Їх можна також завантажувати скиртокладами у транспортні засоби або вивозити з поля копицевозами.

Цій технології притаманні суттєві вади: втрати НЧУ становлять 35 – 40% у вигляді куп, що стримує обробіток ґрунту; знижується якість грубого корму з причин втрат половини (70 – 90%) та забруднення соломи; розповсюджується по полю насіння бур'янів, а в разі висівання трав під покров зернових – пошкоджуються сходи рослин землею [5, 7, 8]. Невелика щільність НЧУ у

копицях потребує підвищеної місткості транспортних засобів для перевезення, що призводить до громіздких та металомістких конструкцій. Втрати НЧУ за волушками, як правило, випалювали. Несвоєчасне збирання НЧУ з поля затрудняє післязбиральний обробіток ґрунту, що призводить до зниження врожаю наступного року на 3 – 10 ц/га [8].

Таблиця 1.1 - Базові технології комбайнового збирання усього біологічного урожаю зернових культур

Операції, що виконує комбайн	Технологічні процеси збирання НЧУ з поля
1	2
КОПИЦЕВА	
1. Обмолот зернових культур комбайном з начіпним копнувачем, що формує копиці соломи масою 150-300 кг (Копицева технологія)	1. Стягування копиць НЧУ на край поля тросовими або такими, що штовхають, волокушами. 2. Збір копиць у великі купи з наступним навантаженням у транспортні засоби і вивезенням з поля. 3. Вивезення копиць з поля копицевозами. 4. Навантаження окремих копиць у транспортні засоби й вивіз з поля. 5. Пресування НЧУ із копиць у прямокутні чи рулонні паки, які навантажуються у транспортні засоби з поля самозавантажними тюковозами.
2. Обмолот зернових культур комбайном з причіпним копнувачем, що формує копиці-блоки НЧУ масою до 1000 кг (Копицево-блокова технологія)	1. Вивезення копиць-блоків з поля платформними стоговозами, що завантажуються стогокладами.
ПОТОКОВА	
Обмолот зернових культур комбайном з начіпним універсальним пристосуванням (подрібнювачем), що збирає або розкидає НЧУ	1. Збір НЧУ у змінні причеми з наступним вивозом до місця складування. 2. Збір НЧУ в причеми, що розвантажуються комбайном на краю поля. 3. Збір полови у змінні причеми та укладання соломи у валок. 4. Збір полови у змінні причеми та розкидання подрібненої соломи по полю. 5. Дозований збір НЧУ у змінні причеми та розкидання решти по полю.

Продовженням табл. 1.1

ВАЛКОВА	
Обмолот зернових культур та укладання НЧУ у валок	1. Пресування НЧУ із валків у прямокутні або рулонні паки, які навантажуються у транспортні засоби або вивозяться з поля самозавантажними тягловозами. 2. Підбір валків підбирачем-ущільнювачем, що завантажує НЧУ змінні причеми. 3. Підбір валків стогоутворювачем та перевезення стогів НЧУ самозавантажним стоговозом. 4. Підбір валків самозавантажними візками з наступним транспортуванням НЧУ до місць призначення. 5. Підбір валків з подрібненням соломи та розкиданням усієї НЧУ по полю.
РОЗКИДАННЯ НЧУ ПО ПОЛЮ	
Обмолот зернових культур та подрібнення соломи]	1. Розкидання всієї НЧУ. 2. Розкидання всієї або частини соломи. 3. Розкидання всієї або частини полови.

Більшість машин, що використовують у копицевій технології, небажано застосовувати на збиранні сіна через великі втрати і забруднення землею. Мала маса копиць, нестійка їх форма та розкиданість по полю не відповідають вимогам потокового збирання.

При суттєвих недоліках ця технологія дозволяє збирати НЧУ з найменшими затрати праці та коштів. Саме це й було причиною найбільшого поширення копицевої технології.

Копицево-блокова технологія. Зернозбиральний комбайн при обмолоті хлібів здійснює збір НЧУ у причіпний копнувач-формоутворювач, який ущільнює матеріал. Вивантаження готової копиці-блока здійснюється без зупинки процесу обмолоту. В подальшому копиці-блоки об'ємом 20 – 30 м³, масою до 1 т навантажують у транспортний засіб, наприклад, стоговіз СП – 60, стогокладом типу ПКС–1,6, який має відповідну вантажопідйомність і місткість грабельної решітки, і доставляють до місця складування. У скирту копиці-блоки укладають скиртоткладом.

Ця технологія має переваги в порівнянні з копицевою технологією збирання НЧУ, тому що копиці-блоки більш транспортабельні для вивезення з поля, ніж копиці розсипної соломи. В той же час технологічні операції навантаження і транспортування копиць-блоків недосконалі та трудомісткі з тієї причини, що потребують два типи взаємозалежних машин (навантажувач і стоговіз). Крім цього, в період дощів копиці-блоки, що залишилися в полі, втрачають свою міцність, і це призводить до збільшення втрат НЧУ при перевезенні.

Поширеною в Україні є потокова технологія збирання НЧУ з подрібненням соломи та завантаженням у змінні причеми, що агрегуються з комбайнами. В залежності від вимог господарств та природно-кліматичних умов, потокова технологія може здійснюватися, як впливає із таблиці 1.1, за різними варіантами.

Збір подрібненої соломи та полови у змінні причеми з наступним вивезенням з поля має суттєві переваги у порівнянні з видаленням копиць волокушами [5, 7], а саме: зменшуються втрати НЧУ з 35 – 40% до 14 – 18%; знижується забрудненість соломи землею; вивозиться з поля насіння бур'янів разом з половиною та соломою; своєчасно вивільняються поля для проведення обробітку ґрунту, втрати НЧУ не заважають, бо вони розповсюдженні по полю без куп; скорочуються питомі витрати коштів, праці та пального на перевезення НЧУ за рахунок більшої (майже в 2 рази) щільності подрібненої соломи.

Разом з цим потокова технологія має і суттєві недоліки:

- зменшується на 10 – 15 % продуктивність збирального агрегату з причин простоїв комбайна при змінні причепів, що транспортують НЧУ;
- знижується рівень надійності подрібнювача на збиранні НЧУ з вологістю понад 20%;
- застосовується порівняно велика кількість технологічно необхідних причепів та тракторів особливо при транспортуванні НЧУ;
- необхідна підвищена потужність двигуна комбайна для

забезпечення роботи подрібнювача та переміщення візка.

Потоковий спосіб збирання НЧУ доцільніший в регіонах низького зволоження в період жнив, а також в господарствах з розвинутим тваринництвом.

Ця технологія передбачає укладання НЧУ у валки за допомогою валкоутворювача комбайна. Валки підбирають і вивозять за різними технологічними схемами. При такій технології полегшується праця комбайнера, дещо підвищується продуктивність комбайна за рахунок виключення простоїв з причин відмов порівняно складних пристосувань для збирання НЧУ копнувачів, подрібнювачів, половозбірник тощо.

Валковій технології притаманні і суттєві недоліки: втрачається понад 30% НЧУ при підбиранні валків; розповсюджується по полю насіння бур'янів; погіршується якість НЧУ з причин втрат (до 80%) полови, забруднення її землею та залишками бур'янів; неможливість своєчасного проведення робіт під урожай наступного року (лущення стерні, оранка, внесення добрив тощо). На полях 50 –100 га з незлущеною стернею втрачається до 100 тон вологи за добу, швидко “кам’яніє” ґрунт, що збільшує витрати пального на його обробіток та прискорює знос ґрунтообробних знарядь та тракторів.

Ця технологія найгірша з точки зору культури землеробства та економіки збиральних робіт. При посівах трав під покров зернових культур валки НЧУ спричиняють шкоду молодому травостою.

Валкову технологію доцільно застосовувати, коли необхідно досушити НЧУ у валках або пресувати для перевезення на великі відстані (понад 30 км) [5].

Технологія з розкиданням подрібненої соломи і полови – це найпростіший спосіб утилізації НЧУ при порівняно невеликих затратах пального. Його доцільно використовувати як протиерозійний захід в умовах можливого виносу ґрунту з поля вітром або водою. Цей спосіб також застосовується при відсутності споживачів на НЧУ. Розкидану соломисту масу залишають на поверхні поля або заробляють у ґрунт ґрунтообробними

машинами.

При уявній користі цієї технології, що здається на перший погляд, вона обертається збитками післядії.

По-перше, розповсюджуються і множаться бур'яни, хвороби та шкідливі комахи, залишаються у ґрунті отруйні речовини від гербіцидів та інших пестицидів. При загниванні соломи в ґрунті утворюються сполуки, що пригнічують наступні посіви.

По-друге, при розпушенні ґрунту з соломою, особливо в південних степових зонах, втрачається продуктивна волога, що стримує сходи і розвиток озимини, зменшує позитивну дію мінеральних добрив і, як наслідок, може призвести до вимерзання озимих культур та зниження врожаїв.

Подальша боротьба з розповсюдженими бур'янами, хворобами і шкідниками може набагато перевищувати витрати на вивезення НЧУ з поля, призначеної для виробництва органічних добрив.

Отже, згадані вади валкової технології та технології з розкиданням соломи по полю ставлять під сумнів загальну доцільність застосування цих способів збирання НЧУ. На наш погляд, це технології спеціального призначення, коли інші способи збирання не можливі або вкрай збиткові.

При всіх технологіях, що потребує вивезення НЧУ з поля, проблемним питанням в аспекті економічності залишається, як і раніше, видалення НЧУ з поля з найменшими затратами праці, коштів і пального.

З появою в Україні високопродуктивних комбайнів типу “Дон”, “Славутич”, “Обрій” та інших (переважно зарубіжних) недоліки у збиранні НЧУ стали найбільш уразливими, бо технологічні процеси та соломозбиральна техніка залишились майже незмінними.

Проведений аналіз агротехнічної та економічної доцільності застосування способів збирання НЧУ свідчить про те, що потокова технологія повніше відповідає вимогам господарств в різних природнокліматичних зонах України. Разом з цим, потоковий спосіб збирання НЧУ дещо зменшує (на 15%) продуктивність комбайна з причин зупинок його для зміни причепів.

2 МАШИНИ ДЛЯ ПІДБИРАННЯ ВАЛКІВ

В якості грубих кормів найбільше використовують соломі зернових і бобових культур, сіно (сінаж) із зернових і бобових трав та їх сумішей і ін.

В залежності від технології заготівлі таких кормів для підбирання рослинної маси з валків використовуються підбирачі, які бувають різних типів (рис. 2.1): барабанний з пружинними пальцями; барабанний з жорсткими пальцями, що ховаються; полотенно-пальцевий; ланцюгово-пальцевий і волокуші, які стягують рослинну масу в копиці для подальшого транспортування до місць складування.

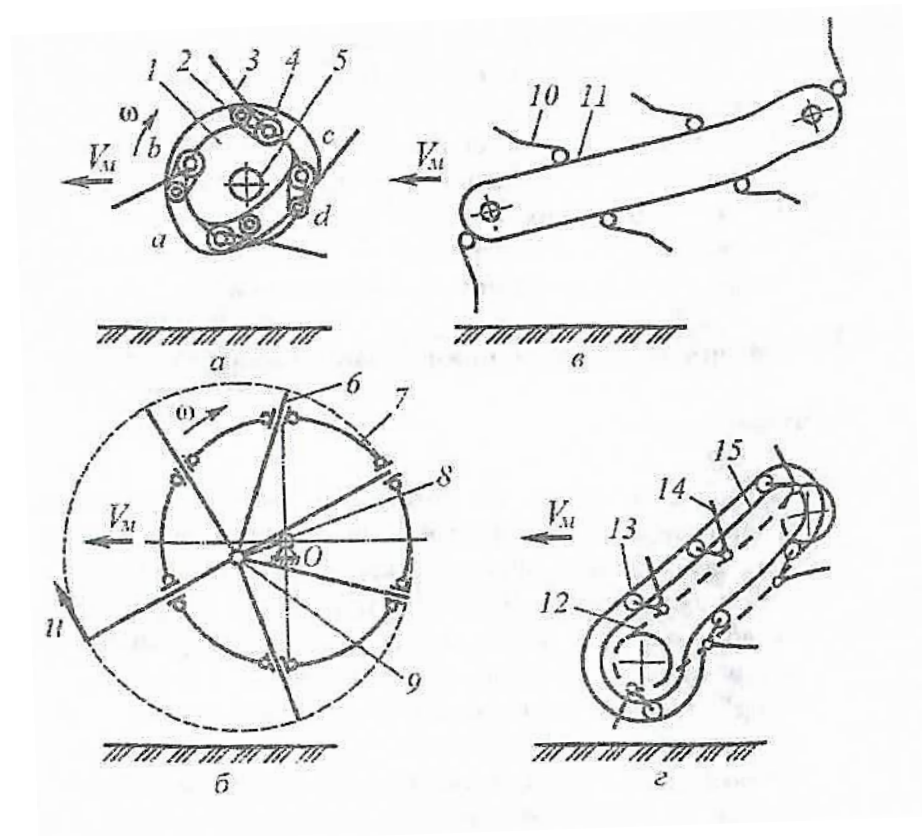


Рисунок 2.1 – а – барабанний з пружинними пальцями; б – барабанний з висувними пальцями; в – полотенно-пальцевий; г – ланцюгово-пальцевий; 1 – бігова доріжка; 2 – кривошип; 3, 6, 10, 14 – пальці; 4, 5 – вали підбирача; 7 – барабан; 8, 9 – осі барабана і пальців; 11 – полотенно-пальцевий транспортер; 12 – ланцюг; 13 – ролик; 15 – напрямна доріжка

Прес-підбирачі застосовуються для пресування рослинної маси у паки прямокутної форми або рулони циліндричної форми. Спресоване у паки або рулони сіно зручне для транспортування, менше псується, його смакові і поживні властивості добре зберігаються. Щільність пресування – 100-300 кг/м³. Збирання сіна або соломи з валків з одночасним пресуванням можна проводити за вологості 20-22%. За більшої вологості необхідне досушування спресованої маси на полі або в приміщеннях з вентиляванням.

За формою спресованого матеріалу прес-підбирачі діляться на поршневі, що формують паки прямокутної форми, і рулонні, що формують циліндричні рулони.

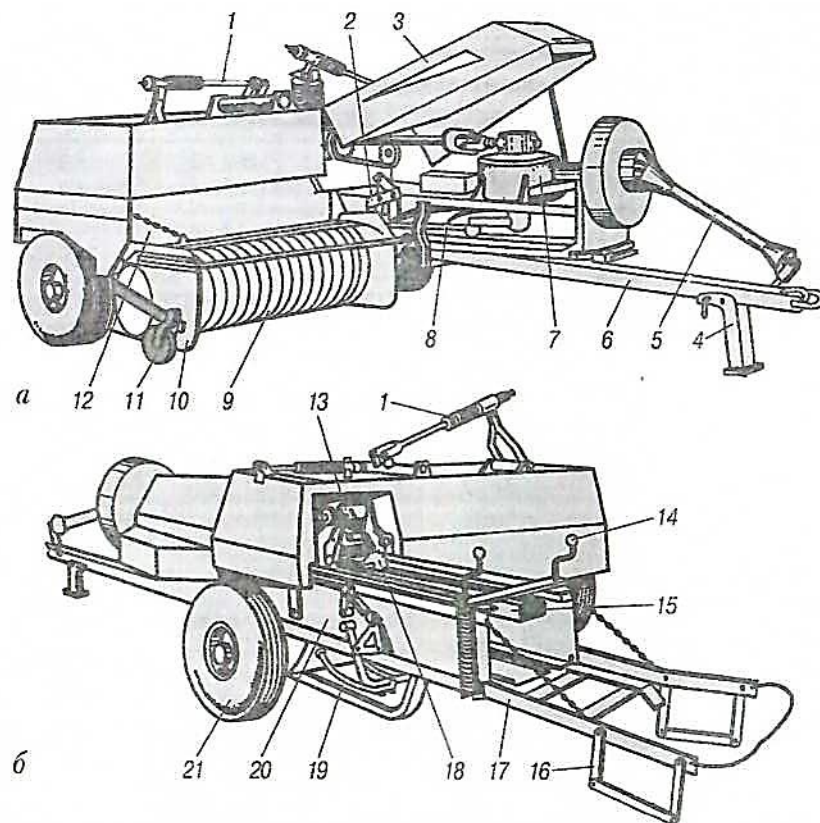


Рисунок 2.2 – Прес-підбирач ПС-1,6: *а* – вид спереду; *б* – вид ззаду; 1 – механізм пакування; 2 – механізм підняття підбирача; 3 – капот; 4 – підставка; 5 – карданна передача; 6 – сниця; 7 – редуктор головної передачі; 8 – поршень із шатуном; 9 – підбирач; 10 – щиток; 11 – копіювальне колесо; 12 – приймальна камера; 13 – в’язальний апарат; 14 – регулятор щільності паки; 15 – брус регулятора щільності; 16 – рамка; 17 – лоток; 18 – мірильне колесо; 19 – голка; 20 – пресувальна камера; 21 – ходове колесо

За напрямом подачі рослинної маси в пресувальну камеру розрізняють прес-підбирачі з боковою і фронтальною подачею.

Прес-підбирач ПС-1,6 з бічною подачею і шириною захвату 1,6 м пресує паки прямокутної форми з автоматичним обв'язуванням паків дротом або шпагатом (рис. 2.2). Всі механізми приводяться в рух від ВВП трактора.

Під час руху агрегату вздовж валка пальці підбирачів 2 захоплюють валок і подають його в приймальну камеру 12 пакувачів, які перехоплюють масу і, підпресовуючи, закидають її у пресувальну камеру 20 у той момент, коли поршень робить холостий хід. При робочому ході поршень пресує масу, подану пакувачем, обрізає ножом охвістя і відділяє таким чином одну порцію від другої. Спресована порція проштовхується поршнем за зуби пакотримачів.

Рисунок 2.3 – Тюковий прес-підбирач BB960 фірми NEW HOLLAND

Сіно підпресовується до одного боку формованої паки, яка затримується у пресувальній камері завдяки тому, що вона звужена до виходу. Щільність паки залежить від ступеня звуження камери. Одночасно з пресуванням у паці формуються пази для укладання обв'язаного матеріалу. Пака формується за кілька ходів поршня. Спресована маса під час руху у пресувальній камері

прокручує мірильне колесо 18, яке при кожному повному оберті включає в роботу в'язальний апарат. Пака обв'язується дротом (шпагатом) у два обхвати. Зв'язані паки проштовхуються до виходу з пресувальної камери, надходять на лоток 17 і по ньому опускаються на землю.

Рисунок 2.4 – Тюковий прес-підбирач 459 фірми JOHN DEERE

В Україні застосовуються і тюкові прес-підбирачі закордонних фірм (рис. 2.4, 2.5). Підбирач Unia Z-511 має надійні оригінальні в'язучі німецькі апарати Raaspe, гідравлічне регулювання дишла і підбирача з кабіни трактора. Ширина підбирача – 1,8 м.



Рисунок 2.5 – Прес-підбирач тюковий Unia Z-511

Рулонні прес-підбирачі за схемою формування рулону є двох типів: з пресувальною камерою сталого об'єму і пресувальною камерою змінного об'єму. Прес-підбирачі з пресувальною камерою сталого об'єму можуть мати пресувальний робочий орган ланцюгово-пруткового, вальцевого і транспортерного типів. Існує також пресувальний робочий орган комбінованого типу, який включає ланцюгово-прутковий пресувальний контур і пресувальні вальці.

Рисунок 2.6 – Рулонний прес-підбирач 580 фірми JOHN DEERE

Рисунок 2.7 - Рулонний прес-підбирач 544 фірми NEW HOLLAND

Прес-підбирач з пресувальною камерою сталого об'єму працює наступним чином. Підбирач 1 (рис. 2.8) підбирає валок і подає його до пресувальної камери ПК. Притискна гребінка 4 сприяє формуванню упорядкованого потоку маси. Рослинна маса, що заповнює ПК, приводиться в обертальний рух барабаном 7 та пресувальним робочим органом 6, виконаним у вигляді двох замкнених ланцюгових контурів, з'єднаних поперечними прутками трубчастої форми, на кінцях яких встановлено опорні ролики.

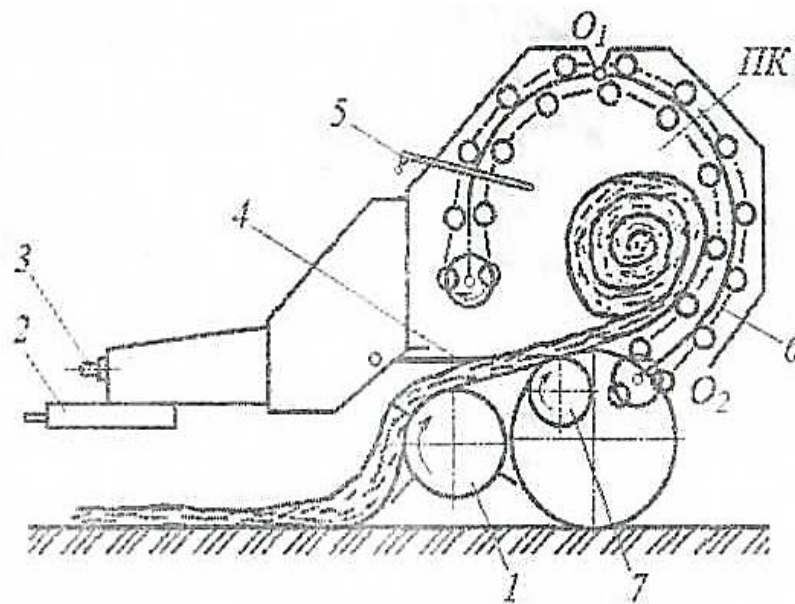


Рисунок 2.8 - Схема робочого процесу рулонного прес-підбирача з пресувальною камерою сталого об'єму і пресувальним робочим органом ланцюгово-пругового типу: 1 – підбирач; 2 – причіпний пристрій; 3 – механізм приводу; 4 – притискна гребінка; 5 – стрілка; 6 – механізм пресування; 7 – барабан; ПК – пресувальна камера; O_1O_2 – рухома частина пресувальної камери

Спочатку заповнюється об'єм камери, а потім, із збільшенням зусилля стиску, рулон ущільнюється. За підвищення щільності рулону стрілка 5 покажчика щільності повертається вгору, подаючи сигнал про закінчення формування рулону та необхідність подачі шпагату до пресувальної камери з метою його обмотування. Для здійснення цієї операції агрегат зупиняється для припинення подачі рослинної маси в пресувальну камеру. Кількість витків шпагату на рулоні змінюють установленням різних режимів подачі шпагату. Натяг шпагату регулюється за допомогою гальмівного пристрою. По

закінченні обмотування шпагат обрізується ножем. Після цього задня рухома частина O_1O_2 (клапан) пресувальної камери за допомогою гідроциліндрів відкривається і рулон вивантажується на поверхню ґрунту.

*a**б*

Рисунок 2.9 - Рулонний прес-підбирач фірми KRONE (*a*) і ПРМ-150 (*б*)

При заготівлі розсипного сіна використовуються підбирачі-копнувачі, які підбирають рослинну масу і формують велику копицю у причепі (рис. 2.10 – 2.11). Такі машини ще можуть бути укомплектовані подрібнювачем для заготівлі подрібненого сіна. Об'єм кузова може бути від 25 до 58 м³.

*a**б*

Рисунок 2.10 – Підбирачі-копнувачі фірми KRONE (*a*) і HORAL SP 3-240.1 (*б*)

Провідні світові фірми випускають і окремі пібирачі-подрібнювачі для заготівлі подрібненого сіна і завантаження подрібненої маси або у візок, який причеплений позаду, або в поруч їдучий транспорт (рис.2.12).

Рисунок 2.11 - Підбирачі-копнувачі SPRINT 324K фірми CLAAS

Рисунок 2.12 – Підбирач-подрібнювач FCT900 фірми JF

Аналіз машин для заготівлі кормів показав, що існує великий вибір технічних засобів для різних технологій. Але всі вони(особливо закордонних виробників) мають один недолік – дуже висока ціна. Тому для перших кроків відновлення тваринництва в невеликих господарствах ми пропонуємо переобладнання фуражира ФН-1,4, який є в багатьох господарствах, в машину для підбирання валків.

З ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИНИ

Відомо, що солома має велике народногосподарське значення. Її використовують у тваринництві (на корм і підстилку), а також у промисловому виробництві. Солому й полову необхідно забирати з полів одночасно із зерном або відразу ж після нього, для того щоб швидко звільнити поле для наступних сільськогосподарських робіт. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва механізація збирання соломи значно відстає від рівня механізації збирання зерна.

Повний збір соломи колосових, листостеблової маси кукурудзи й соняшника, а також соломи зернобобових і круп'яних культур не тільки розширить кормову базу тваринництва, але дозволить створити перехідні страхові резерви й товарні запаси, необхідні для покриття нестачі грубих кормів у посушливі роки. Крім того, збір соломи створить умови для її промислової переробки методом гідролізу й одержання кормових білково-вітамінних дріжджів. Незважаючи на те, що солома, як грубий корм, не має високі кормові властивості, її вживання в сполученні з іншими кормами, а також використання на корм худобі продуктів переробки соломи дають значний результат.

Продукт переробки соломи — кормові дріжджі — по вмісту основних поживних речовин не поступаються зерну вівса й кукурудзи. Дослідженнями встановлено, що з 1090 кг абсолютно сухої речовини різної соломи шляхом гідролізу можна одержати 200—250 кг білково-вітамінних дріжджів, не вважаючи інших компонентів. По вмісту білка (47—52%) вони перевершують м'ясо-кісткове борошно (32—43%) і рівноцінні рибному борошну Білок кормових дріжджів краще засвоюється організмом тварин, ніж білок рослин. Тому переробка соломи зернових культур дасть можливість додатково до врожаю зерна мати другий урожай концентратів.

Таким чином, щоб задовольнити різноманітні потреби сільського господарства в соломі й продуктах її переробки, необхідний повний збір незернової частини врожаю при високій механізації процесу. Для вирішення цієї проблеми було запропоновано переобладнати існуючий фуражир ФН-1,4.

Валки соломи з половою збирають спеціальним агрегатом (рис. 3.1),

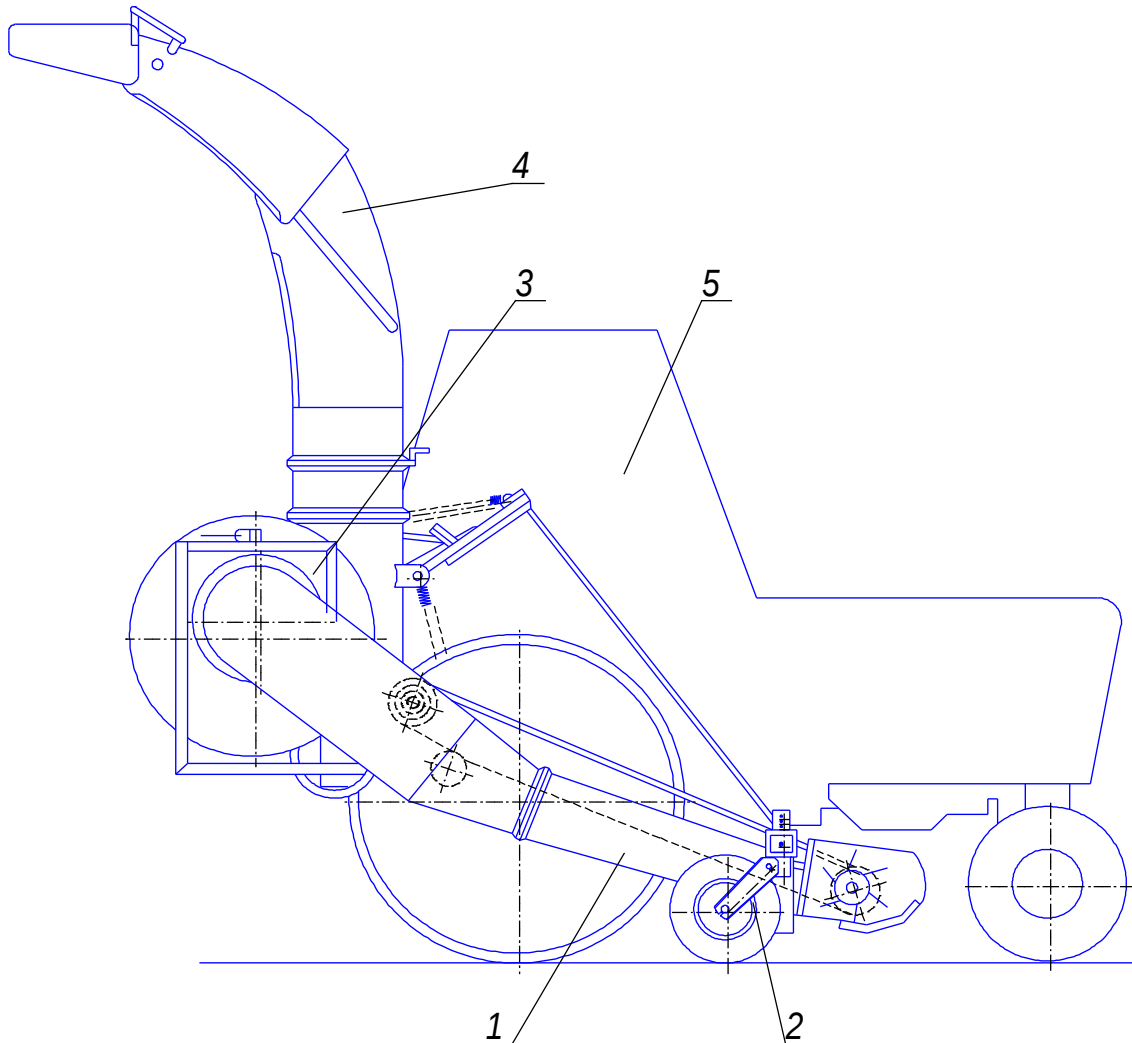


Рисунок 3.1 - Схема агрегату для підбирання валків соломи:

- 1 – забірний патрубок; 2 - опора; 3 - вентилятор; 4 - нагнітальна труба;
5 - енергетичний засіб (МТЗ-80)

що складається із забірної 1 і нагнітальної 4 патрубків, вентилятора 3, опори 2 для копіювання рельєфу ґрунту, трактора 5 (МТЗ-80). Процес підбирання відбувається наступним чином: валки соломи з половою

підбираються барабаном і подаються по забірному трубопроводу повітряним потоком, створеним вентилятором до нагнітального трубопроводу, через який завантажуються у причіп, який рухається позаду підбирача.

Агрегат керується трактористом. Після заповнення візка тракторист за допомогою гідросистеми переводить підбирач у транспортне положення, і візок з масою доставляється агрегатом МТЗ80+2ПТС-4-887 до місця скиртування. Скиртування соломи виконується скиртометом.

4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ

4.1 Підбір вентилятора

Вихідними параметрами при розрахунку пневмо-транспортної установки є: її продуктивність, конфігурація і довжина трубопроводу; висота навантаження соломи, переріз трубопроводу, фізико-механічні властивості соломи і її критична швидкість; необхідна швидкість і витрати повітря.

В результаті розрахунку визначаємо масову концентрацію аеросуміші і потужність на привід вентилятора. Для досягнення необхідної швидкості аеросуміші і подолання опорів руху стеблової маси в трубопроводі потрібно створити певний тиск повітря, який розраховується за наступною формулою:

$$H_{\Pi} = H_{\text{д}} + H_{\text{ст}}; \quad (4.1)$$

де $H_{\text{д}}$ – динамічний тиск, який потрібно для надання повітря і соломі відповідних швидкостей руху.

$H_{\text{ст}}$ – статичний тиск.

Якщо потік листостеблової маси надходить в пневмопровід під дією своєї маси, то тиск втрачається на приріст кінематичної енергії (тобто на створення і підтримування даної швидкості маси) [17]:

$$H_{\text{д}} = \gamma_{\text{в}} \frac{V_{\text{б}}^2}{2g} \left(1 + \mu \frac{V_{\text{л}}^2}{V_{\text{б}}^2} \right), \quad (4.2)$$

де $\gamma_{\text{в}} = 1,24 \text{ кг/м}^3$ - густина повітря;

g – прискорення вільного падіння;

μ - коефіцієнт масової концентрації суміші (насиченість повітря листостебельною масою), $\mu = 0,3-0,8$;

V_M – необхідна швидкість руху маси;

V_b – швидкість руху повітря.

Відношення швидкостей V_M і V_b рекомендується приймати в межах 0,65-0,85.

Швидкість руху повітря V_b повинна бути більшою за критичну:

$$V_b = \varphi V_K, \quad (4.3)$$

де φ – коефіцієнт який залежить від конфігурації трубопроводу і фізико-механічних властивостей соломистої маси. $\varphi = 1,5-2,5$.

V_K - для соломи дорівнює 10 м/с.

Тоді,

$$V_b = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ м/с.}$$

$$V_M = 0,7 \cdot 25 = 17,5 \text{ м/с}$$

$$H_d = 1,24 \frac{25^2}{2 \cdot 9,8} (1 + 0,8 \frac{17,5^2}{25^2}) = 637 \text{ Па.}$$

Необхідний статичний тиск знаходимо з виразу [17]:

$$H_{CT} = H_{\text{під}} + H_T + H_M, \quad (4.4)$$

де $H_{\text{під}}$ – витрати тиску на піднімання суміші;

H_T – витрати тиску на тертя в поверхні трубопроводу;

H_M – витрати тиску на місцеві опори.

Втрати тиску визначаємо по наступним формулам [17]:

$$H_{\text{під}} = (1 + \mu) \gamma_v h,$$

$$H_T = h \cdot \lambda_{\text{ст}} \frac{l}{d_e} \cdot \frac{V_b^2}{2g} (1 + \mu) \cdot \gamma_b, \quad (4.5)$$

$$H_M = \Sigma \varepsilon \frac{V_b^2 \cdot \gamma_b}{2g}, \quad (4.6)$$

де h – висота навантаження;

$\lambda_{\text{ст}} = (1,2-1,5)\lambda_b$ – коефіцієнт опору руху аеросуміші;

d_e – еквівалентний діаметр перерізу трубопроводу; $d_e = 0,7$ м.

λ_b – гідравлічний коефіцієнт опору руху повітря;

l – довжина трубопроводу; $l = 6,4$ м;

ε – коефіцієнт опору руху повітря; $\varepsilon = 1,8$.

Гідравлічний коефіцієнт опору руху повітря, розраховуємо по емпіричній формулі [17]

$$\lambda_b = 0,0124 + 0,0011/d_e. \quad (4.7)$$

$$\lambda_b = \frac{0,0124 + 0,0011/d_e}{0,7} = 0,0192.$$

$$\lambda_{\text{ст}} = (1,2 \dots 1,5) \lambda_b = 1,35 \times 0,0192 = 0,0259$$

Тоді,

$$H_{\text{під}} = (1 + 0,8) \cdot 1,24 \cdot 3,5 = 78 \text{ Па},$$

$$H_T = 0,0259 \frac{6,4}{0,7} \cdot \frac{25^2}{2 \cdot 9,8} (1 + 0,8) \cdot 1,24 = 66 \text{ Па},$$

$$H_M = \Sigma 1,8 \frac{25^2 \cdot 1,24}{2 \cdot 9,8} = 39,5 \cdot 4 = 284 \text{ Па}.$$

$$H_{\text{СТ}} = 284 + 66 + 78 = 428 \text{ Па}$$

$$H_{\Pi} = 637 + 428 = 1065 \text{ Па}$$

Витрати повітря знайдемо за формулою:

$$L = \gamma_B \cdot V_B \cdot F, \quad (4.9)$$

де F – площа перерізу трубопроводу; $F = 0,42 \text{ м}^2$.

$$L = 1.24 \times 25 \times 0,42 = 10,5 \text{ м}^3/\text{с} = 37800 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Потужність для приводу вентилятора втрачається на транспортування повітря і листостеблової маси і на подолання втрат в приводі [17]:

$$N_{\text{НВ}} = \frac{L \cdot H_n}{\eta_n \cdot 10^3}, \quad (4.10)$$

де $\eta_n = 0,95-0,98$ – коефіцієнт корисної дії передачі.

$$N_{\text{НВ}} = \frac{10,5 \cdot 1065}{0,98 \cdot 10^3} = 41 \text{ кВт}.$$

Оскільки розрахована потужність менша, ніж потужність тракторного двигуна то вибраний трактор зможе агрегатувати переобладнаний фуражир ФН-1,4 на підбиранні соломи.

4.2 Розрахунок параметрів соломопроводу

Канал соломопроводу характеризується шириною K та висотою S_K . Початковою шириною соломопроводу задаємось виходячи із ширини подрібнювального апарату ФН-1,4, тобто 1200 мм. Для визначення висоти S_K каналу скористаємось виразом [17, 18]:

$$L_E = 3600 \rho_b \cdot V_b \cdot F; \quad (4.11)$$

де ρ_b – густина повітря;

F – площа поперечного перерізу камери соломопроводу.

Звідки,

$$F = \frac{L_b}{3600 \cdot \rho_b \cdot V_b} = \frac{37800}{3600 \cdot 1.24 \cdot 25} = 0,35 \text{ м}^2.$$

Розрахувавши площу поперечного перерізу каналу F і знаючи його початкову ширину B_K , знаходимо висоту S_K

$$S_K = \frac{F}{B_K} = 0,35/0,2 = 0,35 \text{ м.}$$

4.3 Розрахунок клинопасової передачі

Кінематична схема клинопасової передачі зображена на рисунку 4.2.

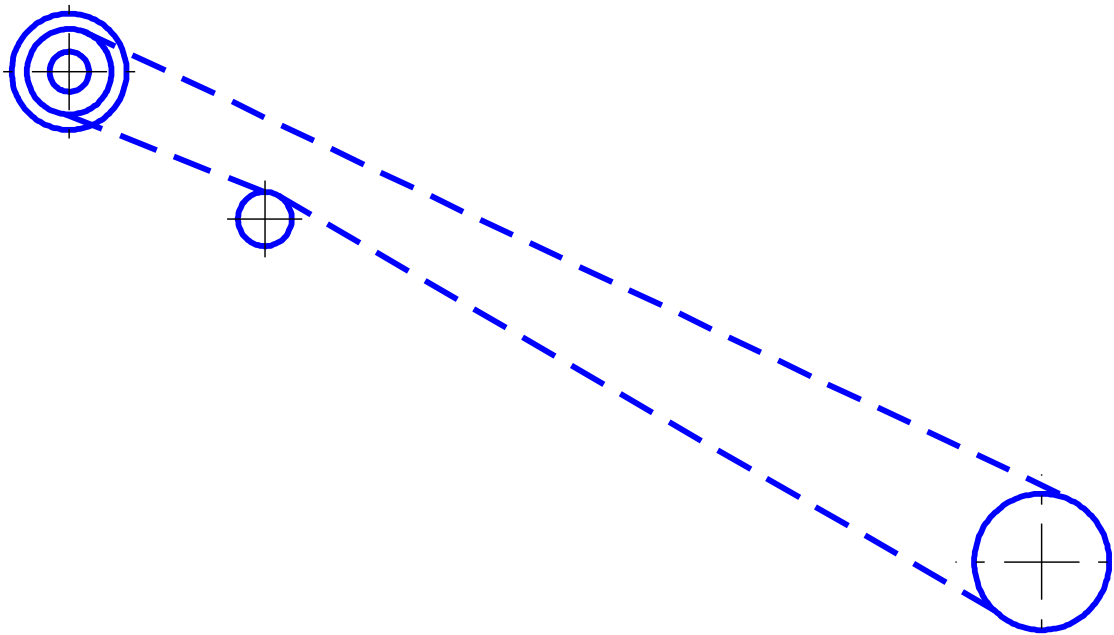


Рисунок 4.2 – Кінематична схема клинопасової передачі

До необхідних даних для розрахунку клинопасової передачі відносяться: розрахункова потужність, що передається; умову експлуатації передачі; частота обертання ведучого шківa; передаточне відношення. Діаметр ведучого шківa знаходимо по емпіричній формулі[17]:

$$D = (3 \pm 4) \sqrt[3]{T}; \quad (4.12)$$

де T – крутний момент, Н · мм, який розраховуємо за наступною формулою.

$$T = \frac{P}{W_1} = \frac{30P}{\pi n_1},$$

де - P – потужність, Вт;

n_1 - в об/хв..

Тоді,

$$T = \frac{30 \cdot 41000}{\pi \cdot 760} = 515 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

В такому випадку діаметр становитиме

$$D = (3 \pm 4) \sqrt[3]{515000} = 240 \text{ мм}.$$

Одержаний результат заокруглюємо до першого найближчого стандартного значення $D = 224 \text{ мм}$.

Діаметр веденого шківa знаходимо з врахуванням відносного ковзання паса ε [17]

$$D_2 = D \cdot (1 - \varepsilon). \quad (4.13)$$

Для передачі з регульованим натягом паса $\varepsilon = 0,01$, тоді

$$D_2 = 240 \cdot (1 - 0,01) = 217,8 \text{ мм}.$$

З стандартного ряду вибираємо шків з діаметром $D_2 = 224 \text{ мм}$.

Міжосьова відстань конструктивно дорівнює $d = 1300 \text{ мм}$.

Довжину паса знаходимо за наступною формулою [17]:

$$L = 2 \cdot d + 0.5\pi (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)}{4d} . \quad (4.14)$$

$$L = 2 \times 1300 + 0,5 \times 3,14 (224 + 224) = 3303 \text{ мм.}$$

Заокруглюємо довжину паса до стандартного значення: $L = 3350 \text{ мм.}$

Уточнюємо міжосьову відстань d [17]:

$$d = 0,25 [(L_p - W) + \sqrt{(L_p - W)^2}], \quad (4.15)$$

де L_p – розрахункова довжина паса.

$$W = 0.5 \pi (d_1 + d_2) = 0.5 \times 3,14 (224 + 224) = 1300 \text{ мм.}$$

$$d = 0.25 [(3303 - 703.7) + \sqrt{(3303 - 703.7)^2}] = 1300 \text{ мм.}$$

Кут обхвату шківів становитиме

$$\alpha^\circ = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{d} . \quad (4.16)$$

$$\alpha^\circ = 180 - 57 \frac{224 - 224}{1300} = 180^\circ.$$

Для вибору паса по його перерізу використовуємо номограму.

Необхідну кількість пасів для передачі заданої потужності P визначаємо за наступною формулою [17]:

$$Z = \frac{P \cdot C_p}{[P]} = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z}, \quad (4.17)$$

де $C_p = 1,1$ - коефіцієнт режиму роботи;

$C_k = 1,0$ – коефіцієнт кута обхвату;

$C_Z = 0.95$ – коефіцієнт, що враховує кількість пасів в передачі;

$P_0 = 16,09$ – потужність, кВт, яка передається пасом.

$$Z = \frac{41 \cdot 1}{16,09 \cdot 1,07 \cdot 10,95} = 2,4.$$

Приймаємо, що кількість пасів дорівнює 2.

Попередній натяг гілки клинового паса становитиме:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_L \cdot C_p}{Z \cdot V \cdot C_k} + \theta \cdot V^2, \quad (4.18)$$

де V – в м/с;

θ – коефіцієнт, що враховує відцентрову силу; $\theta = 0,18$ (и · с)² г/м².

$$V = 0,5 \text{ d}; \quad w_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,228 \cdot 760}{60} = 7,0 \text{ м/с}$$

$$F = \frac{850 \cdot 41 \cdot 1,07 \cdot 1,0}{2 \cdot 9} + 0,18 \cdot 9^2 = 2086 \text{ Н.}$$

Сила, яка діє на вали становитиме, Н;

$$F_b = 2F_0Z \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 2086 \cdot 2 \cdot \sin \frac{180}{2} = 4175 \text{ Н.}$$

Робочий радіус пасів становитиме:

$$H_0 = N_{\text{оц}} \frac{L_p}{60\pi \cdot d_1 \cdot n_1} \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma_{\text{макс}}} \right)^{l_i} \cdot l_H, \quad (4.19)$$

де $N_{\text{оц}}$ – базове число шківів, $N_{\text{оц}} \geq 4,7 \cdot 10^6$;

σ_1 – границя витривалості; $\sigma_1 = 7$ МПа;

$\sigma_{\text{макс}}$ – максимальна напруга в перерізі паса;

$l_1 = 1.5$ – коефіцієнт, який враховує вплив передовального відношення.

$$\sigma_{\text{макс}} = \sigma_1 + \sigma_{-1} + \sigma_v;$$

де σ_1 – напруга від розтягу;

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b \cdot \delta};$$

де F_1 – натяг ведучої гілки;

b – ширина паса, мм;

δ – товщина паса, мм.

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t;$$

де F_t – зусилля в пасовій передачі, Н.

$$F_t = \frac{P}{V} = \frac{41}{9} = 4555 \text{ Н}$$

$$\sigma_1 = \frac{4555}{17 \cdot 10,5} = 25,5 \text{ МПа.}$$

Напруга від згинання паса розраховується наступним чином

$$\sigma_H = E_m \frac{\delta}{d_1};$$

$$E_m = 100 \pm 200 \text{ МПа};$$

$$\sigma_H = 100 \frac{10,5}{224} = 4,7 \text{ МПа}$$

Напруга від відцентрової сили становить

$$\sigma_v = \rho V^2 \cdot 10^6;$$

$$\rho = 1100 \pm 1200 \text{ кг/м}^3;$$

$$\sigma_V = 1150 \cdot 9 \cdot 10^6 = 0,01 \text{ МПа.}$$

Тоді, $\sigma_{\text{макс}} = 0,01 + 4,7 + 25,5 = 30,2 \text{ МПа.}$

$$H_0 = 4,7 \cdot 10^6 \cdot \frac{3303}{60 \cdot \pi \cdot 224 \cdot 760} \left(\frac{7}{30,2} \right) \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 2523 \text{ год.}$$

Перевіримо умову $H_0 \geq [H]$ $2523 > 2000$. Таким чином, умова виконується.

Вибираємо клиновий пас з перерізом Б, у якого $l_p = 14,0$; $W = 17,0$; $T_0 = 10,5$, маса $1 \text{ м} = 0,18 \text{ кг}$.

Шків клинопасової передачі виконуємо з чавуна СЧ-15. Шорсткість робочих поверхонь $R_a \leq 2,5 \text{ мкм}$. Діаметр шківів $d = 224 \text{ мм}$. Ширину обода знаходимо за формулою [17]

$$B = (Z - 1)e + 2f \quad (4.20)$$

$$B = (2 - 1) \times 19 + 2 \times 12,5 = 44 \text{ мм.}$$

4.4 Розрахунок шпонкового з'єднання

Матеріал шпонки сталь Ст. 6 з опором на розрив 600 МПа. Довжину шпонки вибираємо із стандартного ряду на 4 – 10 мм менше довжини маточини: $l = 40 \text{ мм}$. Розріз шпонки $b \times h = 10 \times 8 \text{ мм}$. Глибина паза $t_1 = 5$.

Напруга зминання граней шпонки не повинна перевищувати допустиму, тобто повинна виконуватись умова [16]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}], \quad (4.21)$$

$$F = \frac{2T}{d};$$

де T – обертовий момент, $\text{Н} \cdot \text{мм}$;

d – діаметр валу в місці встановлення шпонки;

$A_{зм}$ – площа зминання.

$$A_{3M} = (h - t_1)l_1,$$

де l_1 – робоча довжина шпонки, мм.

При сталевій маточині і постійному навантаженні напруга змінання становитиме

$$[\sigma_{3M}] \leq 100 \text{ МПа}.$$

З врахуванням приведених вище значень F і A_{3M} формула (4.21) набуває вигляду[18]

$$\sigma_{3M} = \frac{2T}{dl_p(h-t_1)} \leq [\sigma_{3M}], \quad (4.22)$$

$$\sigma_{3M} = \frac{2 \cdot 515}{60 \cdot 40(8-5)} \approx 0,2 \text{ МПа} < [\sigma_{3M}].$$

Перевіряємо шпонку на зріз[13]:

$$\tau_{3p} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} \leq [\tau_{3p}]. \quad (4.23)$$

$$[\tau_{3p}] = 0.6[\sigma]_{3M} = 0,6 \times 100 = 60 \text{ МПа}$$

$$\tau_{3p} = \frac{2 \cdot 515}{60 \cdot 40 \cdot 10} = 0,04 \text{ МПа} \leq [\tau_{3M}].$$

Отже, умова міцності виконується.

4.5 Розрахунок механізму з'єднання

Стійка опорного колеса фіксується в стакані привареному до рами за допомогою сталевго пальця. В процесі руху агрегату в робочому чи транспортному положенні в місці з'єднання стакана з стійкою на палець діють напруги змінання, величину яких можна визначити з умови міцності [16, 17]:

$$\sigma_{3M} = \frac{F_m}{2d\delta} \leq [\sigma_{3M}], \quad (4.24)$$

де F_T – тягове зусилля на гаку трактора, Н; $F_T = 13200$ Н [4];

d – діаметр сталевго пальця, мм;

З конструктивних міркувань приймаємо $d = 18$ мм;

δ – довжина поверхні зминання, мм; За конструктивними особливостями приймаємо $\delta = 36$ мм.

$$\sigma_{зм} = \frac{13200 \cdot 10^6}{2 \cdot 18 \cdot 36} = 36,7 \text{ МПа}.$$

Умова міцності пальця виконується.

4.6 Розрахунок зварювальних швів рами

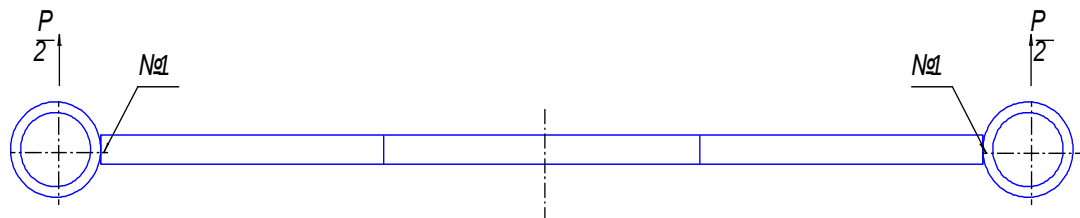


Рисунок 4.3 – Схема дії сил на раму підбирача валків

Як бачимо із схеми (рисунок 4.3) на раму діє сила P , яка дорівнює опорі підбирача валків соломи. Найбільшою ця сила буде тоді, коли підбирач валків завантажений. Отже, $P = R_{\text{max.прю}} = 74$ 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:

$$\tau = \frac{P}{1,4\delta l_T} \leq [\tau_{\text{дон}}]; \quad (4.25)$$

де P – сила, яка діє на раму;

δ – товщина шва;

l_T – розрахункова довжина шва;

$[\tau_{\text{дон}}] = 80$ 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.

Результати розрахунків використовуємо при розробці конструкції вузлів і деталей для переобладнання машини.

5 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).

5.1 Безпека праці при заготівлі сіна і соломи люцерни

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

Перед початком робіт по заготівлі сіна (соломи) механізатори і робітники повинні пройти інструктаж по техніці безпеки і пожежній безпеці, 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 валі 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 [19].

При роботі 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-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 скиртометом.

Скиртувати сіно можна тільки вдень і при швидкості вітру не більше 10м/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 [19, 21].

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.

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 [21].

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 вогнетривких і 2,5 м від горючих стін, у скиртах – не менше 2,5 м. Повітропроводи повинні бути із вогнетривких матеріалів. Місце встановлення вентилятора огорожують металічними сітками або дерев'яними решітками [21].

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 вогнетривкій стіні або опорі, яка стоїть окремо (не ближче 5 м від складу) у спеціальному вогнетривкому ящику із пристосуванням для пломбування.

Струмопровідний кабель повинен бути надійно захищеним від механічних пошкоджень.

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 (соломи) трактори і машини без іскрогасників і вогнегасників;
- допускати втрату і розливання палива і мастила при заправці і мащенні тракторів і самохідних сільськогосподарських машин;
- розташовувати сіносховища під лініями електропередач;
- залишати без догляду працюючі вентиляційні пристрої під час грози;
- знаходитися ближче 10 м від тросів при витягуванні підстіжного 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 сіносховищі проводять поступово. одночасний пуск двох і більше вентиляторів заборонений. Пускові прилади вентиляторів повинні розміщуватись в легкодоступних місцях [21].

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 камери 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.

Для запобігання травматизму під час роботи на агрегаті в складі МТЗ-80+ФН-1,4М необхідно, щоб всі працівники були проінформовані про існуючі

небезпечні фактори при недотриманні відповідних правил безпеки. В зв'язку з цим до роботи допускаються тільки повністю справні машини, укомплектовані необхідними технічними пристроями.

Усі роботи по усуненню неполадок, заміни пасів, ланцюгів, технічному обслуговуванню, тощо виконують лише при повній зупинці двигуна спеціальними інструментом, працюючи в рукавицях.

При перегріванні двигуна забороняється відкривати пробку радіатора.

При поворотах і розворотах швидкість руху не повинна перевищувати 3-4 км/год, а на схилах 2-3 км/год.

До роботи підчас скиртування допускаються особи, які досягли 18 років і пройшли навчання на інструктажі і мають медичний допуск до роботи на висоті.

На скирті одночасно можуть бути не більше 6 чоловік, забезпечених справними інструментами і відповідними захисними засобами.

Скиртувати дозволяється тільки в світлий час доби при швидкості вітру не більше 8 м/с. При настанні грози скиртування припиняється.

5.2 Розрахунок охоронного освітлення

Охоронне освітлення передбачається вздовж території майданчика. Воно повинно забезпечувати освітленість 0,5 лм на рівні землі.

Розрахунок ведемо виходячи з виразу:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot \rho \cdot z \cdot K_3}{N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік одного світильника, лм;

$E_{\text{н}}$ – нормована освітленість;

ρ - площа, яку освітлюють;

$z = 1,5$ – коефіцієнт, який враховує відношення середньої освітленості до мінімальної;

K_3 – коефіцієнт запасу;

N – кількість світильників;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Освітленість E знаходимо з виразу:

$$E = \frac{\Phi_{\text{л}}}{\rho} \quad (5.2)$$

Площа: $\rho = a \cdot b = 20 \cdot 12 = 240 \text{ м}^2$.

Звідси

$$\Phi_{\text{л}} = 0,5 \times 240 = 120 \text{ лм.}$$

Знаходимо кількість світильників, потрібних для охоронного освітлення:

$$N = \frac{E_{\text{н}} \cdot \rho \cdot z \cdot K_3}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{0,5 \cdot 240 \cdot 1,15 \cdot 1,1}{120 \cdot 0,95} = 1,33.$$

Приймаємо кількість світильників $N = 1$.

Розраховуємо потужність світильника:

$$P = \frac{P_{\text{н}} \cdot \rho}{N}, \quad (5.3)$$

де $P_{\text{н}}$ – питома потужність, Вт/м².

$$P = \frac{0,42 \cdot 240}{1} = 100 \text{ Вт.}$$

Дотримання заходів з охорони праці дозволить знизити травмування, захворювання і інші негативні речі при проведенні робіт

6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Широке впровадження інтенсивних і індустріальних технологій, використання у великій кількості добрив, гербіцидів веде до порушення історично складених на протязі цілих геологічних епох умов і забруднення навколишнього середовища. Проблема охорони навколишнього середовища прийняла особливе значення і стала міжнародною.

Це необхідно враховувати при виробництві сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією. Велику увагу звертають на економічне використання туків – їх вносять при оранці з основним добривом, а також в формі стартових доз при сівбі і дроблених підживлень під час вегетації, що забезпечує найбільш ефективне засвоєння поживних речовин рослинами, не допускаючи змиву поверхневим стоком і зменшує можливість вимивання їх ґрунтовими водами.

Для зменшення негативного впливу пестицидів на навколишнє середовище рекомендується застосовувати їх в мінімальних дозах і тільки при достатній технічній підготовці працівників та суворому дотриманні правил техніки безпеки.

При виборі препаратів слід враховувати не тільки їх токсичність і економічні фактори, а також і поведінку в конкретних об'єктах навколишнього середовища, можливість накопичення в живих організмах.

Забороняється обробляти посіви пестицидами з метою профілактики на випадок появи шкідливих організмів. Рекомендується широко застосовувати інтегровану систему захисту рослин проти шкідників, хвороб і бур'янів.

Впровадження інтенсивної технології виробництва сільсько-

господарських культур нерозривно зв'язано з охороною ґрунту від водної і вітрової ерозії. Ерозія ґрунту завжди існувала в природі як негативний процес, швидкість якого такого ж порядку як і швидкість процесу ґрунтоутворення. Це природна геологічна ерозія, якій запобігти неможливо, яка особливої шкоди не завдає (вона проходить повільно і майже непомітно).

Поряд з цим геологічним процесом є прискорена або руйнівна ерозія, яка виникає під впливом діяльності людини. При прискореній ерозії втрата компонентів ґрунту не компенсується і ґрунт частково або повністю втрачає родючість.

Основною причиною підсилення процесу вітрової ерозії є руйнування їх структури внаслідок втрати значної кількості органічних речовин.

Водна ерозія виникає при великих розмірах полів, використанні чистих парів, використанні потужної сільськогосподарської техніки, яка все більше застосовується фермерами.

У глобальних масштабах основними причинами ерозії стали:

- зменшення рослинності;
- розорювання землі на великих площах без застосування ґрунтозахисних сівозмін;
- надмірне випасання тваринами.

Неправильні методи землеробства приводять до появи і розвитку прискореної ерозії.

Основними засобами попередження вітрової ерозії вважають зменшення ширини полів, залишання післяжнивних рослинних решток на полі, розміщення смугами сільськогосподарських культур впоперек пануючих вітрів, створення захисних лісових смуг.

Встановлено, що збереження на поверхні ґрунту рослинних залишків при застосуванні ґрунтозахисного обробітку – найбільш простий і доступний метод для попередження як вітрової так і водної ерозії.

Ґрунтозахисний обробіток зводить до мінімуму змиття ґрунту і пошкодження його вітром. До числа доступних протиерозійних заходів

відноситься оранка і посів впоперек схилу. Оранка впоперек схилу зужує стікання талих вод в середньому на 8,5 мм.

Різне значення в протиерозійному відношенні має створення штучного мікрорельєфу. На зябові він має низьку ефективність внаслідок погіршення фільтраційної здатності ґрунтів. Зовсім інший результат одержують при формуванні стоку у весняно-літній період при зливах. Водопроникність ґрунтів підвищується в 1,5 – 5 разів.

Із спеціальних технологій вирощування озимих на схилах, отримали поширення ґрунтозахисні технології, які передбачають без відвальне мілкерихлення в сукупності з щілюванням. В лісостеповій зоні України, застосовують рихлення з щілюванням. Це скорочує змиття ґрунту в 3-4 рази і підвищує урожайність в середньому на 4,7 ц/га у порівнянні з відповідною оранкою.

Особливе значення в охороні сільськогосподарських угідь належить захисним лісовим насадженням, утвореним біля доріг на межах полів, на схилах ярів і балок, на еродованих ґрунтах, біля річок і водойм. Лісові насадження зменшують швидкість вітру, затримують сніг на полях, зменшують примерзання ґрунту, захищають посіви від шкідливого впливу екстремальних погодних умов. З цією метою на схилах, які мають більше 3°, закладаються водорегулюючі і водопоглинаючі лісові масиви, які зменшують поверхневий стік опадів і потім частково переводять їх в ґрунт. На межах полів закладаються різні конструкції лісових смуг, які зменшують силу вітру, затримують сніг на полях, пом'якшують погодні умови.

Усі лісові насадження складають єдину систему захисту території господарства від водної та вітрової ерозії, пом'якшують природнокліматичні умови, особливо в засушливі роки, що проявляється в підвищенні урожайності зернових культур в межах 3-5 ц/га. Особливо важливу роль відіграє конструкція лісових насаджень. Так найбільш продуктивнішими є напівпродувні лісосмуги, які пропускають не більше 25-35% вітрового потоку. Такі полоси в зимовий час не накопичують під кронами багато снігу, він

відкладається на полях, а влітку вони сприяють провітрюванню зернових посівів, що значно зменшує розвиток шкідників, особливо в дощову погоду.

Придорожні лісові насадження повинні бути мало продувними і затримувати сніг в зимовий час.

Водорегулюючі і водопоглинаючі насадження ефективніше розміщати широкими смугами з великою кількістю кущів, щоб під ними ґрунт не промерзав і в зимовий час добре пропускав стікаючу з полів воду під час відлиг у зимовий період.

Для запобігання забрудненню повітря не слід допускати спалювання старої соломи, поживних решток, ефективніше застосовувати їх для накопичення органічних речовин в ґрунті.

Впровадження природоохоронних заходів у інтенсивну технологію виробництва сільськогосподарських культур буде сприяти підвищенню родючості ґрунтів, збільшенню врожайності, покращенню якості продукції, охороні навколишнього середовища від руйнування і забруднення.

7 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Основними економічними показниками збирання соломи, як і іншого механізованого технологічного процесу є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію або виготовлення машини. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на збиранні соломи базовим та новим комплексом машин, їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Для визначення економічної ефективності використання для збирання соломи переобладнаного фуражира ФН-1,4 за базовий комплекс машин приймемо комплекс, який включає комбайн КЗС-9 з подрібнювачем соломи, два тракторних причепа 2ПТС-4-887 і трактор МТЗ-80 для транспортування соломи.

Новий набір машин включає комбайн КЗС-9, у якого замість подрібнювача встановлений щиток для укладання соломи у валок, два трактори МТЗ-80, один із яких агрегатує ФН-1,4, а інший в агрегаті з причепом 2ПТС-4-887 використовується для транспортування соломи.

Балансова вартість трактора МТЗ-80 становить 63500 грн.; нормативне річне завантаження – 1600 год.; норма відрахувань на: реновацію - 10 %, капітальний ремонт – 7, поточний ремонт і ТО – 6 %.

Балансова вартість фуражира ФН-1,4 становить 10300 грн.; нормативне річне завантаження з врахуванням використання його на підбиранні соломи

буде становити 600 год.; норма відрахувань на: реновацію -14,2 %, поточний ремонт і ТО –7 %.

Балансова вартість причепа 2ПТС-4-887 становить 19000 грн.; нормативне річне завантаження 600 год. Норма відрахувань на реновацію - 14,2 %, поточний ремонт і ТО –5 %.

Згідно прийнятих в господарстві норм виробітку і витрачання палива норма виробітку на збиранні насінників трав комбайна КЗС-9, оснащеного щитком для укладання соломи становить 14 га, при витратах палива $Q = 15$ л/га. Балансова вартість комбайна $S_6 = 455000$ грн. Нормативне річне завантаження 200 год. Норма відрахувань на реновацію 10%, і всі види ремонтів та ТО - 10 % .

Відомо, що робота зернозбирального комбайна з подрібнювачем і в агрегаті з причепом призводить до зменшення його продуктивності на 25 % і збільшення витрат палива на 30 %. Тоді, норма виробітку комбайна, який працює з базовим комплексом машин буде становити 10,5 га при витратах палива 20 л/га.

Витрати палива на підбиранні соломи агрегатом МТЗ-80 + ФН-1,4 становлять 12,0 л/га, а на транспортуванні соломи в першому і другому варіанті - 4 л/га. Вихідні дані для проведення економічних розрахунків зведемо в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Комплекс машин	
	Базовий	Новий
Продуктивність, га/год.	1,5	2,0
Сумарні питомі витрати палива (збирання насінників і соломи), л/га	24,0	25,0
Вартість удосконалення ФН-1,4, грн.		1800

Затрати праці визначимо за формулою:

$$З_{\pi} = \frac{M}{W}, \quad (7.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W_r – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Базовий комплекс машин обслуговує дві особи - комбайнер і тракторист. Новий комплекс машин обслуговує комбайнер і два тракториста. Тоді, будемо мати наступні затрати праці при збиранні насіння і соломи:

- базовим комплексом машин

$$З_{\pi.б} = \frac{2}{1,5} = 1,3 \text{ люд.год/га,}$$

- новим комплексом машин

$$З_{\pi.м} = \frac{3}{2,0} = 1,5 \text{ люд.год/га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати на визначимо за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}, \quad (7.2)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

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

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_o = \frac{(m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots + m_n f_n)}{H} \quad (7.3)$$

де $m_1, m_2, \dots, m_n$ - кількість механізаторів, які обслуговують комплекс машин за кожною кваліфікацією;

$f_1, f_2, \dots, f_n$ - оплата праці за норму виробітку працівника кожної кваліфікації, грн.;

N - норма виробітку, га.

Для комбайнера, який працює на базовому агрегаті оплата праці по шостому розряду тарифної сітки з врахуванням мінімальної заробітної плати 8000 грн. за місяць становить 348 грн. за зміну. Механізатору, який працює на підбиранні соломи оплату праці здійснюють як для трактористів-машиністів по четвертому розряду тарифної сітки. Але з врахуванням мінімальної заробітної плати 8000 грн. за місяць вона становить 348 грн. за норму виробітку. А для трактористів, які працюють на транспортуванні соломи оплату праці здійснюють по третьому розряду тарифної сітки. Але з врахуванням мінімальної заробітної плати 8000 грн. за місяць вона становить 348 грн. за норму виробітку.

Тоді, витрати на оплату праці становлять:

- для базового комплексом машин

$$C_o^b = \frac{(2 \cdot 348)}{10,5} = 66,3 \text{ грн./га,}$$

- для нового агрегату

$$C_o^H = \frac{(3 \cdot 348)}{15,0} = 69,6 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію комплексу машини C_{pa} грн./га визначається так:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_k B_k}{100Wt_k} + \frac{n_T \alpha_{рт} B_T}{100Wt_T} + \frac{n_{\Pi} \alpha_{рп} B_{\Pi}}{100Wt_{\Pi}} + \frac{\alpha_{рм} B_m}{100Wt_m} \quad (7.4)$$

де $\alpha_k, \alpha_{рт}, \alpha_{рп}$ і $\alpha_{рм}$ – відповідно, норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості комбайна, трактора, причепа і машини %;

B_k, B_t, B_p, B_m – відповідно, балансова вартість комбайна, трактора, причепа і машини, грн.;

W – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

t_k, t_t, t_p і t_m – нормативне річне завантаження відповідно комбайна, трактора, причепа і машини, год.;

n_t, n_p – відповідно, кількість тракторів і причепів в комплексі машин.

Тоді, відрахування на реновацію складають:

- для базового комплексу машин

$$C_{ра}^б = \frac{10 \cdot 455000}{100 \cdot 1,5 \cdot 200} + \frac{1 \cdot 10 \cdot 63500}{100 \cdot 1,5 \cdot 1600} + \frac{2 \cdot 14,2 \cdot 19000}{100 \cdot 1,5 \cdot 600} = 159,8 \text{ грн./га,}$$

- для нового комплексу машин

$$C_{ра}^н = \frac{10 \cdot 455000}{100 \cdot 2,0 \cdot 200} + \frac{2 \cdot 10 \cdot 63500}{100 \cdot 2,0 \cdot 1600} + \frac{2 \cdot 14,2 \cdot 19000}{100 \cdot 2,0 \cdot 600} + \frac{14,2 \cdot 10300}{100 \cdot 2,0 \cdot 600} = 123,5 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонти, а також технічне обслуговування, обчислюється за формулою:

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{кк} B_k}{100 W t_k} + \frac{n_t \alpha_{кт} B_t}{100 W t_t} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_t B_t n_t}{t_t} + \frac{\alpha_m B_m}{t_m} + \frac{\alpha_n B_n n_n}{t_p} \right) \quad (6.5)$$

де $\alpha_{кк}$ – сумарні відрахування на всі види ремонтів і ТО комбайна, %;

$\alpha_{кт}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_T , α_M і α_P - норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора, робочої машини і причепа %;

Відрахування на капітальний і поточний ремонти та технічне обслуговування становлять:

- для базового комплексу машин

$$C_{\text{кто}}^{\text{б}} = \frac{10 \cdot 455000}{100 \cdot 1,5 \cdot 200} + \frac{1 \cdot 7 \cdot 63500}{100 \cdot 1,5 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 1,5} \cdot \left(\frac{6 \cdot 63500 \cdot 1}{1600} + \frac{5 \cdot 19000 \cdot 2}{600} \right) = 157,2 \text{ грн./га}$$

- для нового комплексу машин

$$C_{\text{кто}}^{\text{б}} = \frac{10 \cdot 455000}{100 \cdot 2,0 \cdot 200} + \frac{2 \cdot 7 \cdot 63500}{100 \cdot 2,0 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 2,0} \cdot \left(\frac{6 \cdot 63500 \cdot 2}{1600} + \frac{7 \cdot 10300}{600} + \frac{5 \cdot 19000 \cdot 2}{600} \right) = 121,2 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{ПММ}} = Q \cdot \Pi_{\text{к}}, \quad (7.6)$$

де Q – сумарні витрати палива комплексом машин, л/га;

$\Pi_{\text{к}}$ – комплексна ціна палива, грн./л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для тракторів становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 58,9 грн./л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

- для базового комплексу машин

$$C_{\text{ПММ.б}} = 24,0 \cdot 58,9 = 1413,6 \text{ грн./га,}$$

- для нового комплексу машин

$$C_{\text{ПММ.М}} = 25,0 \cdot 58,9 = 1472,5 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, при обмолочуванні зерна і збиранні соломи загальні питомі прямі експлуатаційні витрати будуть становити:

- при використанні базового комплексу машин

$$C_{\text{б}} = 66,3 + 159,8 + 157,2 + 1413,6 = 1796,9 \text{ грн./га,}$$

- при використанні нового комплексу машин

$$C_{\text{м}} = 69,6 + 123,5 + 121,2 + 1472,5 = 1786,9 \text{ грн./га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні нового комплексу машин у виробництво буде становити

$$E_{\text{ев}} = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 1796,9 - 1786,9 = 10,0 \text{ грн./га.}$$

При використанні запропонованого комплексу машин на площі 100 га (площа, на якій вирощуються насінники люцерни) річний економічний ефект за рахунок економії експлуатаційних витрат буде становити

$$E_{\text{р}} = E_{\text{ев}} \cdot F = 10,0 \cdot 100 = 1000,0 \text{ грн.}$$

При впровадженні удосконаленої технології в господарстві отримується додаткова продукція – насіння люцерни. Підвищення урожайності становитиме до 10 – 15%. При урожайності в господарстві 10 ц/га приріст становитиме в середньому 1,25 ц/га. При вартості насіння люцерни 21000 грн./ц економічний ефект від додаткової продукції становитиме

$$E_{\text{д}} = 21000 \cdot 1,25 = 26250 \text{ грн./га.}$$

При впровадженні на площі 100 га економічний ефект від додаткової продукції становитиме 2625000 грн. Загальний економічний ефект від впровадження розробок в господарстві становитиме

$$E = 1000 + 2625000 = 2626000 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = B_{\text{м}}/E_{\text{р}}, \quad (7.7)$$

де $T_{\text{ок}}$ – термін окупності витрат.

$$T_{\text{ок}} = 1800/2626000 = 0,0001 \text{ рік.}$$

Таблиця 7.2 - Економічні показники проекту

Назва показників	Комплекс машин		Відхилення, +,-
	КЗС-9 + 2ПТС-4 - 877 (2 шт.) + МТЗ-80 (базовий)	КЗС-9 + 2ПТС-4 - 877 (2 шт.) + МТЗ-80 (2 шт.) + ФН -1,4 (новий)	
1. Продуктивність, га/год.	1,5	2,0	+ 0,5
2. Затрати праці, люд.год./га	1,3	1,5	+ 0,2
3. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га:	1796,9	1786,9	- 10,0
в тому числі:			
відрахування на реновацію	159,8	123,5	-36,3
оплата праці	66,3	69,6	+ 3,3
витрати на ПММ	1413,6	1472,5	+ 58,9
відрахування на ремонти і ТО	157,2	121,2	- 36,0

4. Економічний ефект за рахунок додаткової продукції, грн./га	26250
4. Річний економічний ефект, грн.	2626000
5. Строк окупності витрат, років	0,0001

Результати розрахунку економічної ефективності зведемо в таблиці 7.2.

Таким чином, запровадження удосконаленої техніки для збирання соломи дозволять одержати річний економічний ефект в сумі 2626000 грн. Затрати на впровадження і переобладнання фуражира ФН-1,4 для підбирання валків соломи окупляться протягом року експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз існуючих технічних засобів дозволяє відзначити, що збір насіння трав в більшості випадків проводиться з розкиданням незернової частини урожаю по полю, а повний збір соломи таких культур може розширити кормову базу тваринництва в господарстві. Крім того, зібрану соломку можна використати для виготовлення брикетів для опалення приміщень господарства в зимовий період.

2. Аналіз машин для підбирання валків показав, що сучасний ринок пропонує різні конструкції і способи збирання незернової частини врожаю. Їх вибір залежить від застосування технології в конкретних умовах господарства. Але всі вони мають один суттєвий недолік – високу ціну. На підставі аналізу нами запропоновано порівняно дешеве, але цілком реальне рішення для початку відтворення тваринництва в господарстві.

3 Аналіз науково-технічної літератури показує про можливість переобладнання фуражира ФН-1,4 для підбирання валків соломи. По запропонованому агрегаті для підбирання валків соломи виконані необхідні розрахунки основних вузлів. Визначено основні параметри і розроблено креслення вузлів і деталей для переобладнання.

4 Розроблені заходи з охорони праці дозволять підвищити рівень безпеки для обслуговуючого персоналу при вирощуванні насіння люцерни і збиранні врожаю. Елементи технології не завдають шкоди навколишньому середовищу.

5. Річний економічний ефект від застосування розробленої технології в господарстві і комплексу машин для збирання соломи люцерни становить 2626000 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарасовський Ю. Прямі збитки аграрного сектору України через війну перевищили \$80 млрд – KSE Агроцентр. – 21 лютого 2024// <https://forbes.ua/news/pryami-zbitki-agrarnogo-sektora-ukraini-cherez-viynu-perevishchili-80-mlrd-kse-agrotsentr-21022024-19364>.
2. Україна з початку війни втратила до 20% поголів'я худоби та птиці – Мінагрополітики// <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3615955-ukraina-z-pochatku-vijni-vtratila-do-20-pogoliva-hudobi-ta-ptici-minagropolitiki.html>.
3. Бакум С. Тваринництво vs війна: здатися не можна, перемогти!//<https://agrotimes.ua/opinion/tvarynnnytvo-vs-vijna-zdatysya-ne-mozhna-peremogty/>.
4. Красиленко Д. Стан тваринництва, або чому зникають ферми// <https://sdplatform.org.ua/blogs/farm>.
5. Вожегова Р. А. Ресурсощадні технології вирощування люцерни на насіння в південному Степу України / Р. А. Вожегова, Г. В. Сахно, С. П. Голобородько та ін. – Херсон.: Атлант, 2012. – 130 с.
6. Зінченко Б. С. Люцерна і конюшина / Б. С. Зінченко, В. С. Ключ та ін. – К.: Урожай, 1989. – 162 с.
7. Зінченко Б. С. Довідник по виробництву насіння багаторічних трав / Зінченко Б. С. і ін. – К.: Урожай, 1990. – 230 с.
8. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.

9. 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.
10. Забродоцька Л.Ю., Кірчук Р.В. Дослідження та вдосконалення процесу сушіння вороху насіння трав: Монографія. – РВВ Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2013. – 215 с.
11. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських матеріалів: монографія / В.Ф. Дідух. – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165 с.
12. 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.
13. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
14. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
15. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.
16. 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.
17. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
18. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
19. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний,

А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

20. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

21. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.

22. 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.

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