

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
другого (магістерського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ЛЮЦЕРНИ НА НАСІННЯ З ОБГРУНТУВАННЯМ
ПАРАМЕТРІВ ПІДБИРАЧА СОЛОМИ**

Виконав: студент _____ Губа Олексій Анатолійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

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

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року
№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Губа О.А. Удосконалення технології вирощування люцерни на насіння з обґрунтуванням параметрів підбирача соломи/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 83 с.

В роботі представлено характеристики люцерни, проведено аналіз сучасних технологій вирощування і розроблено технологію вирощування люцерни на насіння. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Розроблена конструкція підбирача соломи на базі фуражира ФН-1,4 і проведені розрахунки основних параметрів удосконаленої машини і режиму роботи агрегату .

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 2625520 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: люцерна, технологія, солома, підбирач, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ І УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА.	10
1.1 Особливості культури.	10
1.2 Аналіз і удосконалення технології вирощування люцерни на насіння для умов господарства.	11
2 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ УРОЖАЮ.	23
2.1 Агротехнічні вимоги до збирання.	23
2.2 Технології збирання незернової частини урожаю.	24
2.3 Операційна технологія.	30
3 ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛАНКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА НАСІННЯ.	32
3.1 Складання технологічної карти.	32
3.2 Побудова графіка використання тракторів.	40
3.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин.	40
4 СХЕМА ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ФУРАЖИРА ФН-1,4 ТА РОЗРАХУНКИ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ.	42
4.1 Обґрунтування схеми агрегату для підбирання валків.	42
4.2 Розрахунок параметрів машини.	44
4.2.1 Підбір вентилятора.	44
4.2.2 Розрахунок параметрів соломопроводу.	47
4.2.3 Розрахунок клинопасової передачі.	48
4.2.4 Розрахунок шпонкового з'єднання.	53
4.2.5 Розрахунок механізму з'єднання.	54
4.2.6 Розрахунок зварювальних швів рами	55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	56
5.1 Безпека праці при заготівлі сіна і соломи люцерни.	56
5.2 Розрахунок охоронного освітлення.	61
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБОК.	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	72
ДОДАТКИ.	75

В С Т У П

У землеробстві різних країн світу найбільш поширеними кормовими культурами, які вирішують проблему збільшення виробництва рослинного білка та підвищення родючості ґрунтів є бобові трави, особливо люцерна посівна та конюшина лучна [1]. Серед багаторічних бобових трав найбільш поширена люцерна, яка вважається культурою Степу, де частка її посівів становить 70 – 75 %. Люцерна - культура багатofункціонального призначення, яка не лише дає високоякісний корм для худоби, але також збагачує ґрунт азотом і покращує його структуру завдяки потужній кореневій системі. А крім того, є медоносом. Аналіз ринку насіння багаторічних трав показує, що до 1990 року укісні площі багаторічних трав становили 4,5-5,0 млн. га у польовому кормовиробництві [2, 3]. Це майже половина площ кормових посівів. За останні двадцять років площі посівів багаторічних бобових трав скоротились в 2,5-3,0 рази до 1,5 млн. га із-за значного зниження потреби в кормах для тваринництва, поголів'я ВРХ якого за цей період скоротилось в 4,6 рази, в т.ч. корів у 2,5 рази.

За останні роки, згідно з даними Держслужби статистики України, загальна площа посівів люцерни по всій території країни складала 1,8 млн га, що становило 48% у структурі посівів багаторічних трав. У Степовій зоні було посіяно 1 229 тис. га (69%), у Лісостепу - 453 тис. га (26%), а у Поліссі - 86 тис. га (5%). Найкраще культура почувається в лісостепових регіонах України за природного вологозабезпечення та в степових областях на зрошенні.

Найбільша площа посівів люцерни в світі зосереджена в США - більше 10 млн га, та в Аргентині - 7 млн га, а загальносвітова площа посіву перевищує 35 млн га.

Високі і стабільні за роками врожаї насіння багаторічних бобових трав можна отримати лише тоді, коли на насінневих посівах застосовують весь комплекс сучасних технологічних прийомів, розроблених із врахуванням біологічних особливостей насінневих рослин цих видів. Виключення хоч би однієї із передбачених операцій веде до суттєвого зниження насіннєвої продуктивності бобових трав. Технологічні прийоми вирощування насіннєвої люцерни за своєю значимістю визначені в наступному порядку: розміщення посівів, система удобрення, боротьба із шкідниками, хворобами та бур'янами, покращення умов запилення, вибір сорту, норма висіву та ширина міжрядь, тип ґрунту, спосіб збирання врожаю насіння [4, 5, 6].

За умов розвитку ринкової економіки значення сортового насінництва важко переоцінити. Насінництво повинно забезпечити прискорене розмноження нових високопродуктивних адаптивних сортів та гібридів вітчизняної селекції. Від нього залежить підвищення конкурентоздатності технологій їх вирощування та ефективність сільськогосподарського виробництва.

Збитковості тваринницької галузі України можна уникнути завдяки доплатам виробникам з боку держави або впровадженню у виробництво тваринницької продукції високоефективних новацій, що є пріоритетнішим з огляду на перспективність цього напрямку в умовах жорсткої конкуренції на внутрішньому та зовнішньому ринках [5]. 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% [5].

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 % [6]. 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.

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.

Метою даної дипломної роботи є удосконалення технології вирощування люцерни на насіння з обґрунтуванням параметрів підбирача соломи.

1 ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ І УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Особливості культури

Рід люцерни об'єднує 21 вид, більшість яких дикорослі. Виробниче значення мають лише три. Люцерна посівна, або синя має сині квітки з різними відтінками - від ясно-синіх та ясно-лілових до фіолетових і темно-лілових [3, 4, 5].



Рисунок 1.1 - Люцерна синя посівна

Люцерна мінлива, або середня має світло-фіолетові, фіолетові, світло-голубі, бузкові, голубувато-жовті, брудно-жовті, зеленувато-жовті і майже білі квітки.

Сорти - популяції люцерни мінливої належать до однієї з чотирьох різновидностей; синьогібридної, синьострокатогібридної, строкатогібридної і жовтогібридної. Синьогібридна люцерна - це група сортотипів, серед яких 14-15 % рослин мають квітки світло-фіолетового, світло-голубого, бузкового, брудно-жовтого, зеленувато-жовтого і майже білого кольорів, решта -

фіолетового і темно-фіолетового. Більшість районованих в Україні сортів належать до синьогібридної різновидності люцерни мінливої.

Кущі люцерни бувають напівпрямо-стоячої, напіврозлогої та розлогої форм з стеблами завдовжки 80-100 см. Рослина залежно від умов вирощування може утворювати від 1-2 до 100-150 і більше стебел на яких нараховується 10-18 міжвузлів. У розріджених посівах стебла галузяться. Люцерна має стрижневий корінь, який за сприятливих умов проникає глибоко в ґрунт. У кінці першого року життя корені заглиблюються залежно від умов вирощування на 0,6-1,5 м. На другий рік вони проникають до 3-4 м.

Суцвіття - багатоквіткова китиця. Кількість квіток залежить від умов вирощування й розміщення її на стеблі. Запилюється квітка комахами. Плід - багатонасінний біб. Боби бувають майже прямі, серпоподібні, скручені у 2-3 і більше витків. Насіння дрібне, ниркоподібне або кутасто-округле, плескате. Маса 1000 насінин більшості сортів становить від 1,8 до 2,2 г.

Ґрунтово-кліматичні умови всіх зон республіки сприятливі та задовільні для вирощування люцерни на корм, а для одержання насіння найбільш придатні в Степу і Лісостепу.

У зв'язку з тим, що люцерна - рослина довгого дня, її розвиток прискорюється при збільшенні тривалості дня до 16 год. і, навпаки, уповільнюється при скороченні дня та зменшенні інтенсивності світла.

Насіння починає проростати при температурі ґрунту 2-3 °С. З її підвищенням інтенсивність проростання зростає. Найбільш дружно сходи з'являються при 18-20 °С.

1.2 Аналіз і удосконалення технології вирощування люцерни на насіння для умов господарства

Щоб домогтись високого врожаю насіння люцерни, потрібно застосовувати агротехніку відповідно до біологічних властивостей культури і місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Інтенсивна технологія виробництва насіння люцерни потребує своєчасного високоякісного виконання комплексу

агро-, біотехнічних, екологічних і організаційно-господарських заходів для забезпечення хорошого врожаю насіння: для зони Степу це 4–5 ц/га.

Технологічний план складається з чіткого агроекологічного контролю за посівами; розміщення їх без покриття в освоєній спеціалізованій сівозміні з високою культурою землеробства; вирощування нових сортів інтенсивного типу, науково обгрунтованої системи удобрення; ґрунтозахисної і вологоощадної системи обробітку ґрунту; дотримання оптимальних строків і способів сівби; інтегрованого захисту посівів від шкідників, хвороб і бур'янів; комплексу заходів із охорони та примноження комах-запилювачів; екологічного підходу до вибору способу скошування; застосування прогресивних способів збирання врожаю та очищення насіння.

Люцерна - культура високородючих ґрунтів. Найвищі врожаї одержують на чорноземах, сірих лісових і окультурених дерново-підзолистих ґрунтах, суглинкових за механічним складом, з кислотністю не менше рН 7,0-7,5. На важких, дуже щільних і кислих ґрунтах коренева система розміщується неглибоко, пригнічується життєдіяльність бульбочкових бактерій [1].

Сівозміна. Насінники люцерни розміщуються в польових сівозмінах недалеко від лісу чи лісосмуг, де багато комах запилювачів таке розміщення насінників трав дає змогу ефективно використовувати природні ресурси з одночасним зниженням затрат матеріалів та енергії на виробництво запланованої продукції.

Розміщувати люцерну в сівозміні потрібно на чистих від бур'янів полях після озимих і ярих зернових, просапних, овочевих культур.

Кращими для люцерни попередниками є культури, які залишають поле чистими від бур'янів і не висушують ґрунт. У районах із посушливим кліматом не слід висівати її після цукрових буряків, соняшнику, суданської трави, сорго. Не варто вирощувати люцерну і після бобових, оскільки це обумовлює розвиток хвороб, шкідників, особливо бульбочкового довгоносика та зерноїда. Не рекомендується також висівати люцерну ближче ніж за 500 м від насаджень білої і жовтої акації з огляду на ураження спільними

шкідниками і хворобами. У польовій сівозміні люцерну повертають на попереднє місце через п'ять-сім років.

Удобрення. Забезпечення люцерни поживними речовинами - визначальний фактор доброго розвитку рослин та одержання високоякісного насіння. Урожай насіння люцерни посівної значною мірою залежить від удобрення. Люцерна — сильний азотфіксатор, але дослідження показують, що внесення азотних добрив у початковий період вегетації є обов'язковим заходом. На початку вегетації під насінники вносять азотні добрива у нормі N_{15-20} . Найбільше люцерна потребує фосфорних добрив: забезпеченість фосфором сприяє доброму розвитку кореневої і надземної маси і підвищує урожайність насіння. Залежно від його вмісту в ґрунті, вносять 45–60 кг/га цього макроелемента.

Забезпечення люцерни калієм сприяє формуванню великої кількості квіток, збільшенню маси насіння, стійкості рослин до морозів та захворювань.

Під час вирощування багаторічних бобових трав важливе значення на насінницьких посівах мають і мінеральні добрива. Проте поряд із ними, особливо для одержання високого врожаю насіння, слід вносити мікроелементи — зокрема, молібден. На гектарну норму насіння конюшини й люцерни витрачають 25–50 г поживної речовини молібдену, розчиненої у півлітра води. Використовують такі форми молібденового добрива: молібденово-кислий амоній (50% МО), технічний молібдат амонію — натрій (36% МО).

Система обробітку ґрунту. Люцерна має дуже дрібне насіння, яке потребує добре розробленого, вирівняного, звільненого від насіння бур'янів ґрунту для забезпечення дружних сходів та інтенсивного росту травостою.

Система обробітку ґрунту визначається строком сівби трав. Технологія передбачає обробіток, який сприяє оптимальному водно-повітряному режиму ґрунту, ідеальне вирівнювання поверхні, ретельне розподілення і загортання добрив в орному шарі, знищення бур'янів і забезпечення рівномірного висівання. Система обробітку має включати технологічні прийоми, які

створюють оптимальні умови вирощування люцерни.

За розміщення люцерни після озимих та ярих зернових культур на відносно чистих полях доцільно застосовувати звичайний зяблевий обробіток. Він включає післяжнивне лушення стерні дисковими луцильниками або дискування важкими дисковими боролами на глибину 6–8–10 см, а після появи масових сходів бур'янів і внесення добрив - зяблеву оранку звичайними плугами на глибину 25–27 або 28–30 см.

Перед зяблевою оранкою обов'язково лушать стерню у двох напрямках на глибину 6–8 см дисковими луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-5 або дисковими боролами БДТ-7, БДТ-10, які агрегують із тракторами Т-150.

Глибока оранка і рихлення дозволяють збільшити кількість продуктивної вологи в ґрунті. З цією цілю рекомендується застосувати ярусні плуги ПЯ-3-35, ПНЯ-4-35. На схилових землях пізньою осінню проводять щілювання ґрунту на глибину 45-50 см з відстанню між щілинами 6-8 см. Використовують щілинорізи ЩН-3-70, ЩП-2-140.

Весняна підготовка ґрунту полягає у ранньовесняному боронуванні в два сліди, розпушуванні у два-три сліди з допомогою зчіпки важких і середніх борін, додатковому вирівнюванню та ущільненню поля шлейфами.

За всіх обробітків ґрунту потрібно пам'ятати, що жоден агротехнічний прийом не впливає на вирівняність стеблостою так, як передпосівний обробіток. Цим прийомом досягають абсолютної вирівняності площ, створюють тверде ложе для насіння.

Сівба. В інтенсивних технологіях вирощування насінневої люцерни важливе значення має сорт. Висівання насінням кращих сортів дає змогу збільшити врожай насіння на 20–40%. Вибір оптимального сорту дає змогу повніше розкрити можливості технології для реалізації сортового потенціалу. Сорти для інтенсивної технології вирощування люцерни на насіння повинні мати високий потенціал продуктивності, не вилягати, бути стійкими проти хвороб, добре пристосованими до ґрунтово-кліматичних умов зони

виросування. У кожному господарстві для отримання стабільних за роками врожаїв насіння люцерни слід вирощувати два-три високоврожайні сорти.

Найкращий строк сівби люцерни на насіння - весняний, він забезпечує дружні сходи, інтенсивний ріст і розвиток рослин, їхню високу стійкість проти вилягання, що дасть змогу одержати високий урожай насіння відмінної якості.

Тепер, за вимогами інтенсивної технології вирощування, насінники потрібно сіяти широкорядним способом, без покриву. Весняні безпокривні посіви люцерни мають низку переваг порівняно із посівами інших строків: витрата насіння у 1,5–3 рази менша (0,5–2 кг/га), порівняно із широкорядним підпокривним способом, і в 10–20 разів - порівняно зі звичайним рядковим висівом.

Інтенсивна технологія вирощування насіння передбачає широкорядні (45–70 см) безпокривні посіви із нормою висіву на гектар (залежно від зони та способу підготовки ґрунту) 1–2 млн насінин (2–4 кг).

У рівномірно розріджених широкорядних посівах створюються кращі умови освітлення рослин, полегшується доступ комах-запилювачів до квіток у нижніх ярусах гілок, поліпшується зав'язування бобів.

У чистих від бур'янів посівах оптимальна густина травостою за широкорядного безпокривного висіву має становити: у Південному Степу – 15–18 рослин/м² (130–160 стебел), Центральному та Північному Степу, – 20–25 (150–200). Найпридатніші травостої на насіння ті, у яких густина рослин становить 25–35 шт/м² у Степу, 55–60 – на зрошуваних землях.

При сівбі насіння звичайним рядковим способом застосовують сівалки СЗТ–3,6. Цими сівалками можна висівати насіння і широкорядним способом, перекривши частину висівних апаратів. Краще використовувати овочеві сівалки СОН–2,8А, СКОМ–4, СО–4,2, СУПО–6. Можна також широкорядно сіяти трави буряковою сівалкою ССТ–12Б або кукурудзяною СУПН–8, які обладнують висівними апаратами для дрібнонасінних культур.

Догляд за посівами. Догляд за насінними посівами починають відразу після сівби. Це руйнування ґрунтової кірки, розпушування міжрядь на

широкорядних посівах, знищення бур'янів, шкідників і збудників хвороб, видове прополювання, підживлення травостою макро– і мікродобривами, підкошування, осіннє щілювання посівів.

Для знищення бур'янів поряд з агротехнічними заходами можна застосовувати гербіциди.

У ВНДІ кормів встановлено, що гербіцид 2М-4ХМ (2 кг/га), внесений на посівах в перший рік життя травостою, коли він перебував під покровом ячменю і мав два-чотири листки, знизив кількість бур'янів більш як у два рази. Але цей препарат недостатньо селективний до рослин люцерни - оброблені рослини набувають темно-зеленого забарвлення і часто скручуються. Через 10-15 днів ці ознаки зникають.

Широкого застосування на посівах люцерни набули контактні гербіциди базагран і базагран М. Обробка ними посівів у фазі кушіння покривної культури знижувала засмічення травостою на 63 %.

Догляд за посівами другого року життя полягає в ранньовесняному боронуванні, розпущенні міжрядь широкорядних посівів, боротьби проти шкідників, некореновому підживленні мікродобривами, регуляторами росту.

Останнім часом насінники у фазі бутонізації рекомендовано обробляти регуляторами росту. Урожай насіння завдяки цьому підвищується відповідно на 23-29%.

Насіння можна одержати як з першого, так із другого укосів. У переважній більшості років з другого укосу врожай вищий.

Підкошування насінників – дуже важливий агрозахід підвищення їх продуктивності. Початок вегетації не підкошених посівів збігається з низькими весняними температурами і високою вологістю ґрунту, внаслідок чого пробудження бруньок недружні, утворюється велика кількість різновікових вегетативних стебел. Завдяки підкошуванню початок вегетації зміщується в більш сприятливі метеорологічні умови, що сприяє одночасному відростанню стебел і дружному утворенню суцвіть.

Фаза цвітіння збігається з активним льотом запилювачів, а це в свою чергу підвищує рівень зав'язування насіння.

Якщо на насіння залишають перший укіс, потрібно чітко організувати боротьбу проти насіннеїда, який може знизити врожай насіння на 50 - 90%.

Урожай насіння з другого укусу великою мірою залежить від фази першого скошування травостою. Досліди й виробнича практика свідчать, що перший укіс слід провести у фазі бутонізації і не пізніше початку цвітіння.

Оптимальна висота першого скошування 4-6 см. При вищому зрізі стеблостій буде не вирівняний, внаслідок чого розтягнуться фази цвітіння і дозрівання, знизиться врожай насіння. Дані багаторічних досліджень дають підставу широко рекомендувати господарствам підкошування насінників на оптимальній висоті (4 – 5 см) до 25 травня і збирати насіння з другого укусу.

Збирання врожаю. У виробництві насіння трав найбільш складним і відповідальним етапом є збирання врожаю. Складність його зумовлена такими факторами, як неодноразовість дозрівання насіння, незначна частка в біологічній масі врожаю і висока текучість насіння з вороху, забивання молотарки комбайна, відсутність спеціальних комбайнів для обмолоту дрібнонасінних культур.

Витрати насіння під час збирання можуть досягти 50% і більше. Застосовуючи відповідні способи збирання з урахуванням агробіологічних особливостей культури, спеціальні регулювання і герметизацію комбайнів, як правила, домагаються різкого зменшення їх.

До останнього часу найбільш поширений на Україні був роздільний спосіб збирання насіння, при якому насінники скошували у валки з наступним підбиранням і обмолотом. Люцерну скошують при побурінні 70-80% бобів жатками ЖРБ-4,2, ЖВН-6 та ін. Широкозахватними машинами скошують на пів жатки. Висота зрізу 10-20 см.

Стебла під час скошування мають підвищену вологість, тому серійні різальні апарати часто забиваються. Що знижує продуктивність жаток і збільшує втрати насіння. Щоб запобігти забиванню, їх замінюють

двоножовими, а лопаті мотовила оббивають прогумованим пасом з напуском 60-70 мм. Для скошування полеглих травостоїв мотовило обладнують додатковими пальцями.

В сонячну погоду валки за три-п'ять днів добре висихають. Їх обмолочують комбайнами, обладнаними полотняно-транспортними підбирачами ППТ-3А, ПТП-2,4Б. Тривале вилежування валків призводить до осипання найбільш повноцінного насіння.

Для одночасного обмолочування, витирання і очистки насіння зернозбиральні комбайни обладнують пристроями 54-108А та ПСТ-6. Для обмолоту високоврожайних насінників люцерни встановлюють решета з розміром отворів 2,8×2,8 мм.

Важливо правильно встановити вхідні і вихідні зазори між терповою поверхнею пристрою і вилами барабана молотарки. Вхідний зазор збоку відбійного бітера має дорівнювати 7 мм, а вихідний 2 мм.

У разі неправильної установки змінного додаткового решета (горизонтально або з нахилом в напрямку руху комбайна) воно забивається рослинною масою, при цьому отвори решіт не продуваються повітрям і порушується рух вороху по поверхні їх. Тому додаткове решето слід встановлювати під кутом 5-7° у бік колосового шнека і щільно з'єднувати із скочувальною дошкою. Це забезпечує рівномірне обдування вороху повітряним потоком і нормальний рух його по решету.

Мінімальну частоту обертання вентилятора зерноочистки комбайна зменшують від 430 до 300 обертів за хвилину.

Якщо із зерноочистки сходить насіння, треба зменшити швидкість повітряного потоку, а якщо багато невитертих бобів, відрегулювати терковий пристрій, або зменшити зазори на вході і виході молотильного пристрою чи підвищити частоту обертання молотильного барабана.

При збиранні дрібнонасінних культур негерметизованими комбайнами втрачається 50-80% насіння.

Герметизацію їх звичайно здійснюють за допомогою найрізноманітніших прокладок і пасів на клею БФ-88 чи смоли. Ефективнішим способом є напилювання поліуретану на місця, які герметизуються, за допомогою установок “Пена-2СЭ” і “Пена-9”. Герметизація напилюванням – продуктивна, технологічна операція. Залежно від стану комбайна на його герметизацію пінополіуретан затрачають 3–5 годин, а сам процес напилювання на деталі комбайна триває 30 – 40 хвилин.

Витрати на герметизацію окуповуються приростом урожаю насіння люцерни через кілька годин роботи комбайна за рахунок зменшення втрат його.

Для зменшення повітряного потоку на вентиляторі молотарки встановлюють щітки або зменшують частоту обертання вентилятора. Частоту обертання молотильного барабана встановлюють таку, щоб забезпечити добре вимолочування вороху (1200-1300 об/хв.) і не допустити механічного пошкодження насіння. Зазор між барабанами і підбарабанням на вході повинен встановити 16-18 мм, а на виході – 2-3 мм. Комбайн має працювати на знижених швидкостях (1,5 – 2 км/год.).

Відомо, що частка насіння трав становить лише 5-10% загальної обмолочуваної маси, крім того, воно дрібне, тому навіть при найретельнішій герметизації комбайнів 30 – 40 кг/ га насіння потрапляє в полову. В багатьох господарствах практикують повторне обмолочування соломи на стаціонарі. Однак при роздільному збиранні, крім втрат при обмолоті, насіння обсипається при скошуванні (за жаткою), у процесі висихання маси у валках. Загальні втрати у процесі роздільного збирання навіть герметизованими комбайнами великі – 30% і більше.

Більш ефективно, ніж роздільне збирання, пряме комбайнування після десикації травостою реглону (3-4 л/га), ДНОК (6-8 кг/га) або аміачною селітрою (100 кг/га). Проходить виробничі випробування близький за складом до вітчизняного препарату - етил. Витрати робочої рідини при наземному обприскуванні – 400–500, авіаобробці – 100 л/га. До робочого розчину реглону

додається змочувач “Аграл -90” (0,1% об’ємну розчину, який витрачається на 1 га). Травостої люцерни, конюшини лучної, повзучої та гібридної обробляють десикантами в строки скошування у валки при роздільному збиранні. Через 6-10 днів після десикації залежно від культури, погодних умов можна насіння збирати прямим комбайнуванням. Десиканти сприяють поступовому, але прискореному зниженню вологості всіх частин рослини, при цьому відбувається нормальний налив насіння, яке на час обробки було в зеленій і восковій стиглості.

При скошуванні у валки необроблених десикантами насінників боби швидко висихають, утворюючи велику кількість щуплого насіння. Останнє під час очистки вороху відвівається в половину.

Збирання прямим комбайнуванням після десикації зменшує втрати насіння до 10-20 проти 30-50% при роздільному. При збиранні люцерни як прямим, так і роздільним способом пристрій ПУН-5А налагоджують за схемою при якій половина з пижиною подається в причіп, а обмолочена солома у волок. Після досушування, обмолоту та витирання пижини на стаціонарі додатково одержують 20-40 кг/га.

Іноді застосовують дворазове комбайнування трав з інтервалом у 3-5 днів (двофазове збирання). Трави скошують і одночасно обмолочують самохідним комбайном після побуріння 70-80% бобів чи головок. Частоту обертання молотильного барабана зменшують до 800-1000 об/хв, зазор між барабаном і підбарабанням на вході становить 24, а на виході – 6-8 мм.

За такого режиму вимолочується переважно дозріле насіння, а незріле залишається у бобах на стеблах, які укладаються у валки комбайна. Перед збиранням на копнувачах знімають нижче і встановлюють звужувач валків ПУВ-0,6. Після підсихання валків і досягання насіння їх обмолочують (повторно), але вже з більшою частотою обертання барабана і найменшим зазором між барабаном і підбарабанням. Транспортні засоби для перевезення насінного вороху від комбайна ретельно герметизують, застеляють брезентами.

Таблиця 1.1 - Матеріал і місця герметизація зернозбирального комбайна

Місце герметизації	Матеріал
Фартух між підбирачем і жаткою	Бляха
Гнучка пластина між пальцями шнека	Прогумований пас, кутник 20x20 мм.
Щит між нахиленою камерою і капотом жатки	Гума на клею БФ (на епоксидній смолі)
Фартух під перехідним щитком між жаткою і нахиленою камерою	Брезент (дерматин)
Лобовий щит жатки	Жерсть 0,8 мм., кутник 20x20 мм.
Направляючі натяжного пристрою коливаючого транспортера	Бляха (прогумований пас)
Опорні гнізда вала прижимів	Насичена клеєм (смолою) стрічка
Кришка нахиленої камери	Губчата гума на клею (смолі)
Місця зварення днища нахиленої камери	Насичена клеєм (смолою) стрічка
З'єднання нахиленої камери з молотильним апаратом	Гума на клейові (смолі)
Фартух передній з каменеуловлювачем	Гума на клейові (смолі)
Корпус підшипників вала приймального бітера	Насичена клеєм (смолою) стрічка
Щитки верхньої головки зернового колосового елеватора	Насичена клеєм (смолою) стрічка
Щитки кожуха зернового	Губчата гума на клею (смолі), прогумований пас
Щиток колосового шнека	Губчата гума на клею (смолі)
Колосовий шнек і кожух молотарки	Прогумований пас
Оглядові люки зернового і колосового елеваторів	Гума на клейові (смолі)
Корпуса підшипників вала головного контрпривода	Насичена клеєм (смолою) стрічка
Корпуса підшипників вала половонабивача	Насичена клеєм (смолою) стрічка
Кутові з'єднання боковини молотилки	Епоксидна смола
Торцеві отвори клавіш соломотряса	Прогумований пас
Кутові з'єднання кожуха молотилки	Епоксидна смола
З'єднання вивантажувального шнека з бункером	Насичена клеєм стрічка

Останнім часом впроваджується у виробництво прогресивніша технологія збирання насіння багаторічних трав, яка передбачає транспортування всієї маси врожаю на спеціально обладнані майданчики і обмолот її на стаціонарі.

За цією технологією насінники скошують косарками – подрібнювачами МПУ–150 на низькому зрізі, подрібнюють стебла на відрізки завдовжки 20 см і за допомогою вентилятора спрямовують усю масу в причіп місткістю 80 м³. Її транспортують на спеціально обладнані токи, звідки дозувальним агрегатом вона рівномірно подається на сушильну сепарувальну лінію, де підсушується, і після цього надходить у комбайни чи спеціальну молотарку (Марс-10) для домолоту і відокремлення насіння, соломи і полови. Солома і полова окремими пневматичними лініями подаються до місці зберігання. При обмолоті всього врожаю на стаціонарі втрати насіння зменшуються до 5-10%.

При збиранні насінників трав найчастіше насіння просипається у місці з'єднання корпусу хедера з похилою камерою. Тому при підготовці комбайна до збирання перевіряють правильність встановлення перехідного, а також правого і лівого бічних щитків. Перемішуючи перехідний щиток по овальних пазах на днищі корпусу хедера, встановлюють його симетрично щодо похилої камери. Якщо фартух менший за шириною, до нього по контуру треба прикріпити смугу з прогумованої стрічки завширшки 40-50мм.

Місце з'єднання жатки з похилою камерою закривають брезентовим фартухом розміром 1500x1500мм. Під стиковим з'єднанням похилої і приймальної камери молотарки кріпиться брезентовий насінневловлювач.

Місця герметизації комбайна наведені в табл. 1.1. Користуючись даними цієї таблиці можна так ущільнити комбайн, що це дають змогу знизити втрати насіння до 3-3,5%.

Сучасні зернозбиральні комбайни солону і полову вкладають у валок. В господарстві є фуражир ФН-1,4, який і пропонується нами переобладнати і використовувати для підбирання незернової частини врожаю для подальшого використання.

2 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ЗБИРАННЯ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ УРОЖАЮ

2.1 Агротехнічні вимоги до збирання

Незернову частину урожаю (солону) збирають роздільно у цілому, подрібненому і пресованому вигляді для подальшого використання в якості кормів, виготовлення паливних брикетів, а також її використовують для удобрення або мульчування ґрунту. Технологію збирання соломи вибирають, виходячи з наявності техніки і враховуючи наступне використання її для потреб виробництва.

До збирання не зернової частини врожаю ставлять такі вимоги.

Копиці соломи і полови стягують до місця скиртування одночасно із збиранням зернової частини врожаю. Забороняється спалювати солону. 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 $\pm 20^{\circ}$.

2.2 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 [3, 6]. Інші джерела [5] 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 причепи, валкову та утилізаційну з розкиданням НЧУ по полю у вигляді мульчі. Можливі варіанти комбінування технологій (табл. 2.1).

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 стогокладами 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 –

Таблиця 2.1 - Базові технології комбайнового збирання усього біологічного урожаю зернових культур

Операції, що виконує комбайн	Технологічні процеси збирання НЧУ з поля
К О П И Ц Е В А	
1. Обмолот зернових культур комбайном з начіпним копнувачем, що формує копиці соломи масою 150-300 кг (Копицева технологія)	<ol style="list-style-type: none"> 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)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вивезення копиць-блоків з поля платформними стоговозами, що завантажуються стогокладами.
П О Т О К О В А	
Обмолот зернових культур комбайном з начіпним універсальним пристосуванням (подрібнювачем), що збирає або розкидає НЧУ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Збір НЧУ у змінні причепа з наступним вивозом до місця складування. 2. Збір НЧУ в причепа, що розвантажуються комбайном на краю поля. 3. Збір полови у змінні причепа та укладання соломи у валок. 4. Збір полови у змінні причепа та розкидання подрібненої соломи по полю. 5. Дозований збір НЧУ у змінні причепа та розкидання решти по полю.
В А Л К О В А	
Обмолот зернових культур та укладання НЧУ у валок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пресування НЧУ із валків у прямокутні або рулонні паки, які навантажуються у транспортні засоби або вивозяться з поля

	<p>самозавантажними тюковозами.</p> <p>2. Підбір валків підбирачем-ущільнювачем, що завантажує НЧУ змінні причеви.</p> <p>3. Підбір валків стогуутворювачем та перевезення стогів НЧУ самозавантажним стоговозом.</p> <p>4. Підбір валків самозавантажними візками з наступним транспортуванням НЧУ до місць призначення.</p> <p>5. Підбір валків з подрібненням соломи та розкиданням усїєї НЧУ по полю.</p>
РОЗКИДАННЯ НЧУ ПО ПОЛЮ	
Обмолот зернових культур та подрібнення соломи]	<p>1. Розкидання усїєї НЧУ.</p> <p>2. Розкидання усїєї або частини соломи.</p> <p>3. Розкидання усїєї або частини полови.</p>

Цій технології притаманні суттєві вади: втрати НЧУ становлять 35 – 40% у вигляді куп, що стримує обробіток ґрунту; знижується якість грубого корму з причин втрат полови (70 – 90%) та забруднення соломи; розповсюджується по полю насіння бур'янів, а в разі висівання трав під покров зернових – пошкоджуються сходи рослин землею [3, 4, 7]. 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 [6, 7].

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 стогокладом.

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 причепа, що агрегуються з комбайнами. В залежності від вимог господарств та природнокліматичних умов, потокова технологія може здійснюватися, як впливає із таблиці 1.1, за різними варіантами.

Збір подрібненої соломи та полови у змінні причепа з наступним вивезенням з поля має суттєві переваги у порівнянні з видаленням копиць волокушами [4, 6], 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 тонн 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) [12, 13].

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 потребують 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 (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.

2.3 Операційна технологія

Підбирання валків незернової частини урожаю проводиться в наступних умовах:

- площа поля – 80 га.
- група поля – 2
- довжина гонів – 90 м.
- величина схилу – 1%
- урожайність основної культури – 40 ц/га.
- урожайність побічної продукції – 56 ц/га.
- відстані перевезення внутрішньогосподарські – 3 км.

Операція підбирання валків здійснюється агрегатом у складі МТЗ-80+ФН-1,4М. Підготовка агрегату до роботи також включає в себе такі основні регулювання:

Перед початком роботи оглядають машину і перевіряють кріплення всіх вузлів. Перевіряється і встановлюється необхідна ширина колії колісного трактора. Перевіряють тиск повітря в шинах коліс – передніх – 1,7 кгс/см, задніх 1,2 кгс/см. Перевіряють дію механізму піднімання і опускання робочих органів. Перевіряють натяг пасів приводу підбирача. Перевіряють роботу приводу вала відбору потужності. Перевіряють наявність і справність кожухів карданної передачі.

Перед початком роботи слід очистити поле від сторонніх предметів, які заважають роботі машини. Перешкоди, які не можна знищити, слід обгородити або помітити. Розбити поле на загінки.

Під час роботи необхідно дотримуватись техніки безпеки. Починати рух тракторист може лише після повного з'єднання агрегату. Забороняється працювати на несправній машині, піднімати машину в транспортне і опускати в робоче під час руху агрегату, працювати в одязі з довгими полами, широкими рукавами, працювати з машиною на якій не встановлені захисні щитки передач механізму приводу. Очищати забити барабан підбирача дозволяється з допомогою спеціального чистика при повній зупинці агрегату.

3 ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛАНКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА НАСІННЯ

3.1 Складання технологічної карти

Основним технологічним документом на вирощування або збирання будь-якої сільськогосподарської культури у господарстві є технологічна карта. Це документ, який відображає досягнення і перспективи розвитку технології виробництва певної культури. Вона є зведеним планом виконання робочих процесів протягом усього періоду вирощування певної сільськогосподарської культури. У технологічній карті враховуються конкретні природно-кліматичні умови, виробничий напрям і специфікація вирощування певної сільськогосподарської культури. Розробка технологічних карт – трудомісткий процес, тому їх складають раз на кілька років при щорічному коригуванні

Технологічна карта складається з таких основних складових:

- перша графа містить назву операцій, які проводяться протягом усього періоду вирощування даної культури;
- наступна графа – це графа, яка містить оптимальний склад машинно-тракторних агрегатів (МТА).
- наступна графа – це технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- наступна – потреба в ресурсах (кількість технологічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормо змін (ресурси часу), палива, технологічних матеріалів);
- далі графа показників ефективності та економічності операцій [19].

У технологічній системі землеробства операції виконуються переважно машинно-тракторними агрегатами. Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною, а область альтернативних варіантів обмежується

наявними у області використання технічних засобів, характеристиками полів, агротехнічними і екологічними вимогами (наприклад, тиском ходових систем на ґрунт). Обмеження дозволяють істотно зменшити число альтернатив, що полегшує наступний вибір раціонального складу МТА.

У більшості випадків задача вибору технічних засобів зводиться до двокритеріальної, а саме: забезпечити максимальну корисність при мінімально можливих експлуатаційних витратах.

У такому формулюванні виділяються два узагальнені критерії – корисність і витрати. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформулювати вихідну множину альтернатив (ВМА), із якої буде зроблено остаточний вибір. Формування ВМА при багатокритеріальній оцінці варіантів доцільно здійснювати з використанням методу Паретто [18]. Суть методу полягає у виявленні варіантів, що за прийнятними критеріями домінують над іншими, а також варіантів, над якими немає домінування. Проте цей метод не вказує який із варіантів найкращий, а лише показує який домінує над іншими, тому використовуємо більш простий метод – метод наближення відстані до цілі. Його суть полягає у порівнянні j -го варіанту ВМА з деякими ідеалізованими варіантами. Переважно це умовний варіант, якому приписують кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються. На прикладу для основної і ще декількох операцій вибираємо агрегати за цим методом. Для кожного j -го варіанту ВМА визначається показник віддаленості від ідеалу (відстань до цілі) за формулою:

$$\mu_j = \frac{1}{N} \left(\sum_1^N \frac{U_{i,j}}{U_{i,0}} \right) - 1, \quad (3.1)$$

де μ_j - відстань до цілі j -го варіанту;

N – число критеріїв;

$U_{i,j}$ і $U_{i,0}$ – відповідно, значення i -го критерію j -го та ідеалізованого варіантів.

Розглянемо декілька операцій і виберемо агрегати для них за даним методом: підбирання сіна із люцерни першого укусу [10].

За (3.1) знайдемо наближення до цілі кожного із запропонованих агрегатів по двом критеріям ($N = 2$): продуктивність і витрата палива (табл. 3.1):

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{19,8}{19,8} + \frac{0,32}{0,4} \right) - 1 = -0,1,$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{17,5}{19,8} + \frac{0,4}{0,4} \right) - 1 = -0,1,$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{12,9}{19,8} + \frac{0,29}{0,4} \right) - 1 = -0,3.$$

Отже, розглянувши даний приклад можна зробити висновок, що найбільш економічним для підбирання сіна є агрегат у складі трактора МТЗ-80 і самозавантажувального причепа-подрібнювача 830S

Таблиця 3.1 - Характеристика роботи агрегатів для підбирання маси

Склад МТА	W, га/зм.	g _п , кг/га	f _п , га/кг	μ
МТЗ-80+КПИ -2,4	19,8	3,1	0,32	-0,1
МТЗ-80+ 830S	17,4	2,6	0,40	-0,1
МТЗ-80+КУФ-1,8	12,9	3,5	0,29	-0,3
Ідеалізований варіант	19,8	2,6	0,4	

Знайдемо найбільш економічний і ефективний агрегат для боронування після підживлення. Для цього також розглянемо сукупність агрегатів, порівняємо їх технічні характеристики і виберемо найкращий варіант (табл. 3.2).

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{87,6}{87,6} + \frac{0,83}{0,83} \right) - 1 = 0,$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{78,0}{87,6} + \frac{0,77}{0,83} \right) - 1 = -0,09,$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{52,0}{87,6} + \frac{0,59}{0,83} \right) - 1 = -0,34.$$

Таблиця 3.2 - Характеристика роботи МТА при боронуванні

Склад МТА	W, га/зм.	g _п , кг/га	f _п , га/кг	μ
МТЗ-80+СП-11+БЗТС-1,0	52,0	1,7	0,59	-0,34
ДТ-75+СП-11+БЗТС-1,0	78,0	1,3	0,77	-0,09
Т-150К+СП-11+БЗТС-1,0	87,6	1,2	0,83	0
Ідеалізований варіант	87,6	1,2	0,83	

Проаналізувавши дані розрахунки робимо висновок, що найбільш економічним і ефективним на даній операції є агрегат Т-150К+СП-11+БЗТС-1,0.

Розглянемо ще одну операцію – ворущіння маси (табл. 3.3).

$$\mu_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{25,6}{25,6} + \frac{0,56}{0,71} \right) - 1 = -0,11,$$

Таблиця 3.3 - Характеристика роботи МТА при ворущінні прив'язаної трави

Склад МТА	W, га/зм	g _п , кг/га	f _п , га/кг	μ
Т-25А+ГВК-6	25,6	1,8	0,56	-0,11
МТЗ-80+КР-420	22,2	1,4	0,71	-0,07
Т-40+Е-247	11,8	2,9	0,34	-0,53
Ідеалізований варіант	25,6	1,4	0,71	

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{22,2}{25,6} + \frac{0,71}{0,71} \right) - 1 = -0,07,$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{11,8}{25,6} + \frac{0,34}{0,71} \right) - 1 = -0,53.$$

Аналізуючи дані розрахунки робимо висновок, що найбільш ефективним і економічним на даній операції є МТЗ-80+КР-420. для інших операцій розрахунки проводимо аналогічно.

При складанні технологічної карти доцільно виділити окремі технологічні цикли, що об'єднуються у сукупність операцій із спільною метою (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю), оскільки операції у технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими режимами. Для сумісних операцій календарні строки повинні бути однакові.

Всі показники технологічної карти розраховуються наступним чином [10].

Для прикладу розрахуємо операцію снігозатримання агрегатом ДТ-75+СВУ-2,6.

Обсяг робіт визначаємо за формулою:

$$\Omega = F \cdot k, \text{га}, \quad (3.2)$$

де F – площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

k – коефіцієнт кратності виконання операції.

Площа вирощуваної культури $F = 100 \text{га}$, коефіцієнт кратності $k = 2$.

Тоді,

$$\Omega = 100 \cdot 2 = 200 \text{га}.$$

Коефіцієнт змінності визначаємо за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}}, \quad (3.3)$$

де $T_{\text{д}}$ – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год..

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

Тоді,
$$K_{\text{зм}} = \frac{7}{7} = 1.$$

Змінну норму виробітку визначимо за формулою:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (3.4)$$

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

Тоді,

$$W_{\text{зм}} = 6,14 \cdot 7 = 43 \text{ га / зм.}$$

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

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{\text{зм}} K_{\text{зм}} D_p}, \quad (3.5)$$

де D_p – тривалість робіт, днів;

В нашому випадку: $\Omega=200$ га; $W_{\text{зм}}=43$; $K_{\text{зм}}=1$ (див. 5.3) $D_p=10$ днів.

Підставимо зазначені дані в (3.5) отримаємо:

$$n_a = \frac{200}{43 \cdot 1 \cdot 10} = 0,5.$$

Приймаємо 1 агрегат.

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

$$D_{\phi} = \frac{\Omega}{n_a W_{зм} K_{зм}} . \quad (3.6)$$

Підставляємо в формулу свої значення, отримуємо

$$D_{\phi} = \frac{200}{1 \cdot 43 \cdot 1} = 4,65 .$$

Приймаємо 5 днів.

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

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}} , \quad (3.7)$$

де $N_{зм}$ – число нормо-змін.

$$N_{зм} = \frac{200}{43} = 4,65 .$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначимо за формулами:

$$n_m = m_m \cdot n_a \cdot K_{зм} , \quad (3.8)$$

$$n_d = m_d \cdot n_a \cdot K_{зм} , \quad (3.9)$$

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

Визначимо кількість механізаторів для даної операції

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

Аналогічно визначаємо кількість допоміжних робітників.

Кількість палива необхідного для виконання роботи визначаємо по формулі:

$$G_{\text{п}} = \Omega \cdot g_{\text{п}}, \quad (3.10)$$

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

Для операції снігозатримання витрата палива буде становити:

$$G_{\text{п}} = 200 \cdot 2,1 = 420 \text{ кг.}$$

Затрати праці на виконання робіт підраховуємо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = (n_{\text{м}} + n_{\text{д}}) / W_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}} \quad (3.11)$$

В нашому випадку затрати праці будуть становити

$$Z_{\text{п}} = (1+0) / 43 \cdot 7 = 0,16 \text{ год./га.}$$

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

$$W_{\text{у}} = \lambda \cdot N_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (3.12)$$

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

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

Умовний виробіток на операції скошування буде таким

$$W_{\text{у}} = 1 \cdot 4,7 \cdot 7 = 32,9 \text{ у. е. га.}$$

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

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти.

3.2 Побудова графіка використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладають заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахункову кількість тракторів відповідних марок, що необхідно для виконання запланованого обсягу робіт по операції (лист № 5).

Кожній операції на графіку може відповідати один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції [18].

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будують на одному аркуші і на одній календарній шкалі. Якщо строки проведення робіт по кількох операціях збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будуть один над другим. Загальна висота їх у перерізі, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Таблиця 3.4 - Потреба у тракторах для вирощування люцерни на насіння і заготівлі сіна

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

Кожний прямокутник кодують номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор [10].

Розраховану кількість тракторів наведемо у таблиці 3.4.

3.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Одночасно або після побудови графіка використання тракторів будують графік використання сільськогосподарських машин. Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат

– найменування та марка сільськогосподарських машин та сумарна потреба в цих машинах.

Таблиця 3.5 - Потреба у сільськогосподарських машинах для вирощування люцерни на насіння і заготівлі сіна

Сільськогосподарська машина	Необхідна кількість
Переобладнаний ФН-1,4	1
МВУ-5	1
СП-11	1
ПЭ-0,8	1
КЗС-9	1
БЗТС-1,0	11
КПС-5Г	1
ПФ-0,5	1
БКМ-Ф-1	1
ВРМ-Ф-7,5	1
ГВЦ-3	1
830S	1

Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією, паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляють розрахункову кількість тих машин, що використовують на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт на даному полі [10].

Розраховану необхідну кількість сільськогосподарських машин наведемо у табл. 3.5.

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

4 СХЕМА ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ФУРАЖИРА ФН-1,4 ТА РОЗРАХУНКИ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

4.1 Обґрунтування схеми агрегату для підбирання валків

Відомо, що солома має велике народногосподарське значення. Її використовують у тваринництві (на корм і підстилку), а також у промисловому виробництві. Солomu й полюву 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 в господарстві фуражир ФН-1,4.

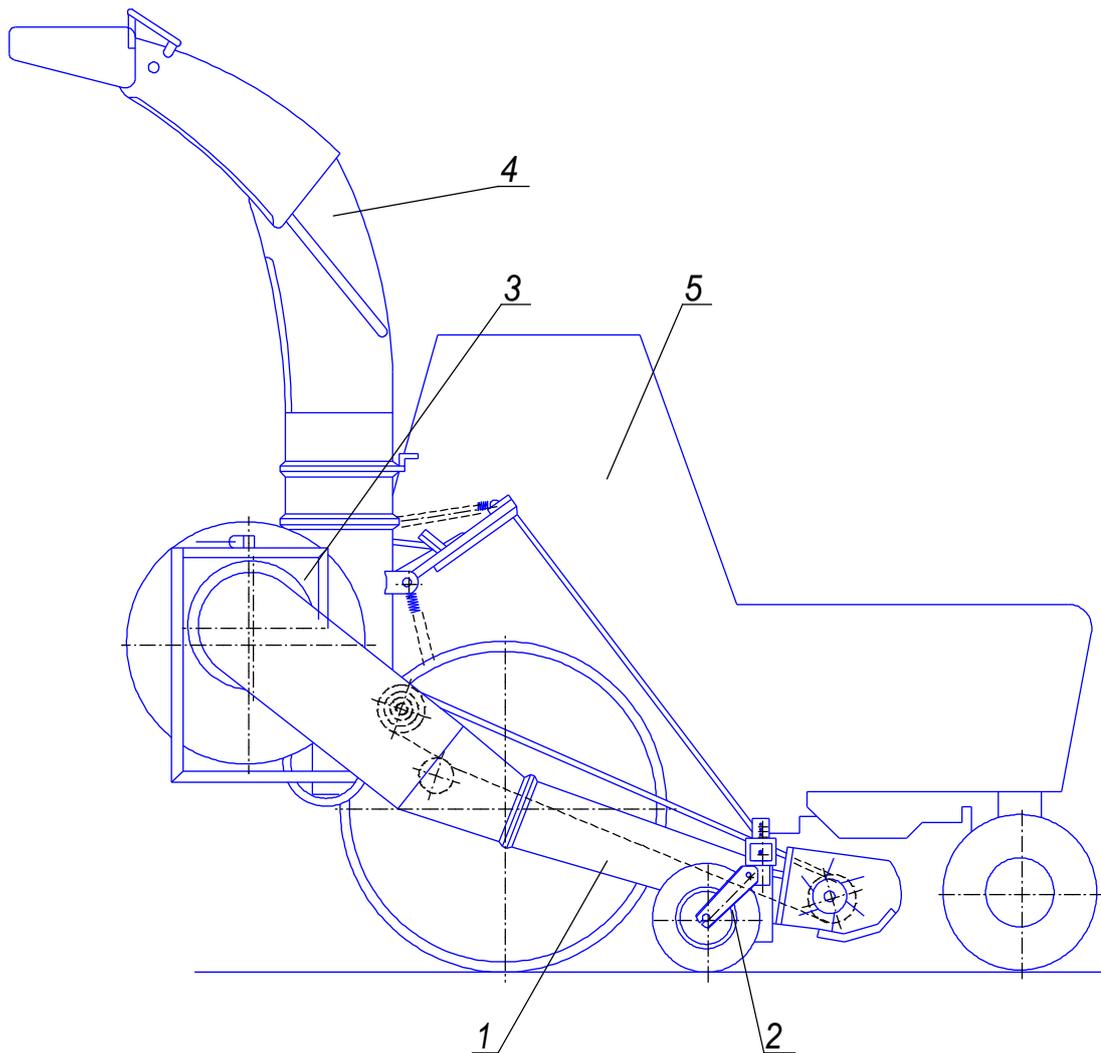


Рисунок 4.1 - Схема агрегату для підбирання валків соломи: 1 - забірний патрубок; 2- опора; 3- вентилятор; 4- нагнітальна труба; 5 - енергетичний засіб (МТЗ-80)

Валки соломи з пологою збирають спеціальним агрегатом (рис. 4.1), 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 скирдування. Скирдування соломи виконується стогометом.

4.2 Розрахунок параметрів машини

4.2.1 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:

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

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) [15]:

$$H_d = \gamma_v \frac{V_b^2}{2g} \left(1 + \mu \frac{V_l^2}{V_b^2}\right), \quad (4.2)$$

де $\gamma_v = 1,24 \text{ кг/м}^3$ - 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:

$$V_b = \phi V_K,$$

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

V_K для соломи дорівнює 10 м/с.

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

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

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

Необхідний статичний тиск знаходимо з виразу [11]:

$$H_{ст} = H_{під} + H_T + H_M, \quad (4.3)$$

де $H_{під}$ – 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 [15]:

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

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

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

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 [15]

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

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

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

Тоді,

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

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

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

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

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

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 [15]:

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

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.

4.2.2 Розрахунок параметрів соломопроводу

Канал соломопроводу характеризується шириною K та висотою S_K . Початковою шириною соломопроводу задаємося виходячи із ширини подрібнювального апарату ФН-1,4, тобто 1200 мм. Для визначення висоти S_K каналу скористаємося виразом [15]:

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

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 :

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

4.2.3 Розрахунок клинопасової передачі

Кінематична схема клинопасової передачі зображена на рисунку 4.2.

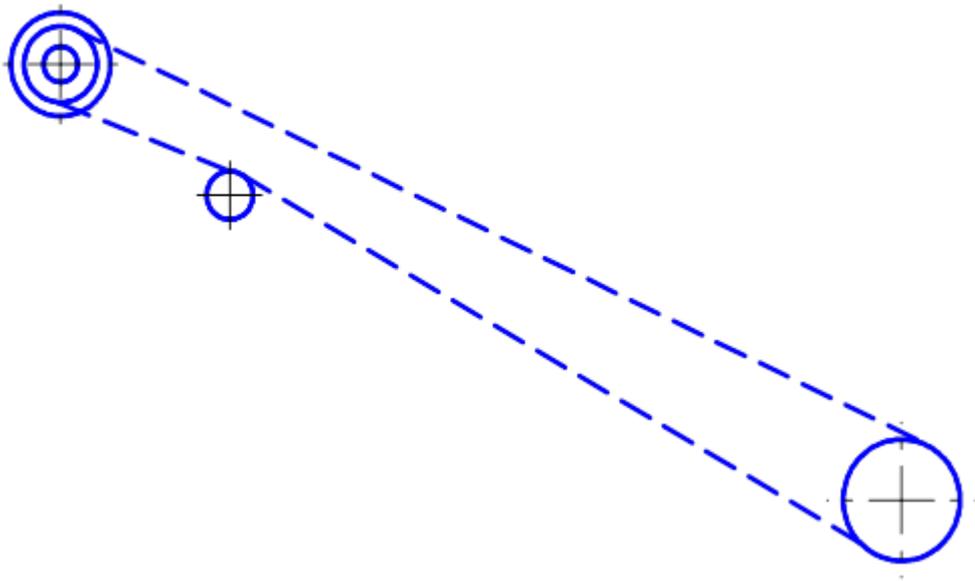


Рисунок 4.2 - Кінематична схема клинопасової передачі

До необхідних даних для розрахунку клинопасової передачі відносяться: розрахункова потужність, що передається; умову експлуатації передачі; частота обертання ведучого шківів; передаточне відношення. Діаметр ведучого шківів знаходимо по емпіричній формулі[15]:

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

де T – крутний момент, $\text{Н} \cdot \text{мм}$, 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 шківа знаходимо з врахуванням відносного ковзання паса ε [15]

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

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

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

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 [15]

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

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

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

Уточнюємо міжосьову відстань d [15]:

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

де L_p – розрахункова довжина паса.

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

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

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 [15]:

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

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 передавального відношення.

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

де σ_1 – напруга від розтягу;

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

де F_1 – натяг ведучої гілки;

e – ширина паса, мм;

b – 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

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

$$\rho = 1100 \pm 1200 \text{ кг/м}^2;$$

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

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

$$N_0 = 4,7 \cdot 10^6 \cdot \frac{3303}{60 \cdot \pi \cdot 224 \cdot 760} \left(\frac{7}{30,2} \right) \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 2523 \text{ год}$$

Перевіримо умову $N_0 \geq [N]$ $2523 > 2000$. Таким чином, умова виконується.

Вибираємо клиновий пас з перерізом Б, у якого $I_p = 14.0$; $W = 17.0$; $T_0 = 10,5$, 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 шківа $d = 224 \text{ мм}$. Ширину обода знаходимо за формулою[11]

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

$$B = (2 - 1) \times 19 + 2 \times 12.5 = 44 \text{ мм}.$$

4.2.4 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 $b \times k = 10 \times 8 \text{ мм}$. Глибина паза $t_1 = 5$.

Напруга зминання граней шпонки не повинна перевищувати допустиму, тобто повинна виконуватись умова [15]:

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

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

де T – обертовий момент, Н · мм;

d – діаметр валу в місці встановлення шпонки;

$A_{зм}$ – площа зминання.

$$A_{зм} = (h - t_1)l_1,$$

де l_1 – робоча довжина шпонки, мм.

При сталевій маточині і постійному навантаженні напруга зминання становитиме

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

З врахуванням приведених вище значень F і $A_{зм}$ формула (4.21) набуває вигляду[15]

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

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

Перевіряємо шпонку на зріз[13]:

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

$$[\tau_{зр}] = 0.6[\sigma]_{зм} = 0,6 \times 100 = 60 \text{ МПа}$$

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

Отже, умова міцності виконується.

4.2.5 Розрахунок механізму з'єднання

Стояк 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 зминання, величину яких можна визначити з умови міцності [4]:

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

де F_T – тягове зусилля на гаку трактора, Н; $F_T = 13200$ Н [18];

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.

4.2.6 Розрахунок зварювальних швів рами

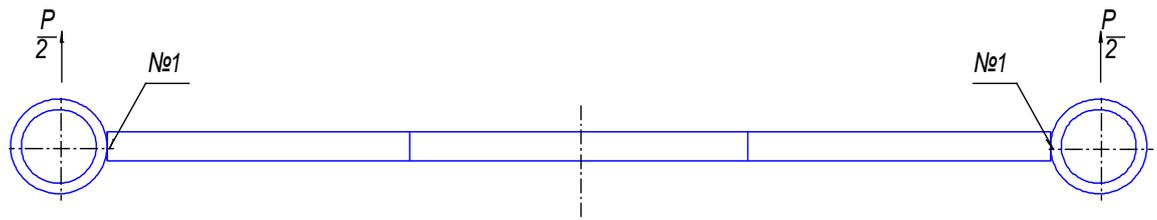


Рисунок 4.3 - Схема дії сил на раму підбирача валків

Як бачимо із схеми (рисунок 3.3) на раму діє сила P , яка дорівнює опорі підбирача валків соломи. Найбільшою ця сила буде тоді, коли підбирач валків завантажений. Отже, $P = R_{\text{max.прю}} = 74 \text{ кН}$. Якщо один стержень рами кріпиться зварюванням в двох точках, то в кожній з них буде діяти сила $P/2$, як і показано на схемі.

Із умови міцності:

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

де P – сила, яка діє на раму;

δ - товщина шва;

l_T - розрахункова довжина шва;

$[\tau_{\text{дон}}] = 80 \text{ мПа}$.

Отже,

$$\tau = \frac{P}{1,4\delta(l-10)} \leq [\tau_{\text{дон}}]$$

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

$$\tau = 2,2 \text{ мПа} < [\tau_{\text{дон}}].$$

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

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 валу відбору потужності.

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

При встановленні на трактори навантажувально-скиртувального обладнання ширина колії передніх коліс трактора повинна бути не менше 1400 мм, а задніх – 1900 мм [20].

При експлуатації копицевога 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 агрегатом для формування копиць.

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 [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 обладнати двохсторонню сигналізацію (звукову або іншу) і мати медичну аптечку і бачок (термос) для питної води.

Будова та технічна експлуатація вентиляційних установок і обладнання сіносховищ, оснащених електроприводом, мають відповідати діючим правилам технічної експлуатації сільських електроустановок, правилам техніки безпеки по експлуатації електротехнічних засобів у сільськогосподарському виробництві [20].

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 [20].

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.

Струмopовідний 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, змашувати 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 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 [20].

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.

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:

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

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

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

Знаходимо кількість світильників, потрібних для охоронного освітлення:

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

Приймаємо кількість світильників $N = 1$.

Розраховуємо потужність світильника:

$$P = \frac{P_n \cdot \rho}{N}, \quad (5.3)$$

де P_n – питома потужність, Вт/м².

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

Впровадження розроблених заходів підвищить безпечний рівень виконання робіт в господарстві.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБОК

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 агрегує 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 6.1.

Таблиця 6.1 - 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	26,0
Вартість удосконалення ФН-1,4, грн.		18000

Затрати праці визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{M}{W}, \quad (6.1)$$

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

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

- новим комплексом машин

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

Питомі прямі експлуатаційні витрати на визначимо за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{пмм}, \quad (6.2)$$

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;

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

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_o = \frac{(m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots + m_n f_n)}{H} \quad (6.3)$$

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.;

H - норма виробітку, га.

Оплата праці комбайнерів здійснюють по 6-му розряду і з врахуванням мінімальної заробітної плати, яка становить 8000 грн, становить 348 грн. за норму виробітку.

Тоді, витрати на оплату праці становлять:

- для базового комплексу машин

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

- для нового комплексу машин

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

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

так:

$$C_{pa} = \frac{\alpha_k B_k}{100Wt_k} + \frac{n_T \alpha_{pt} B_T}{100Wt_T} + \frac{n_{п} \alpha_{pp} B_{п}}{100Wt_{п}} + \frac{\alpha_{pm} B_m}{100Wt_m} \quad (6.4)$$

де $\alpha_k, \alpha_{pt}, \alpha_{pp}$ і α_{pm} – відповідно, норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості комбайна, трактора, причепа і машини %;

$B_k, B_T, B_{п}, B_m$ - відповідно, балансова вартість комбайна, трактора, причепа і машини, грн.;

W - продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

$t_k, t_T, t_{п}$ і t_m - нормативне річне завантаження відповідно комбайна, трактора, причепа і машини, год.;

$n_T, n_{п}$ – відповідно, кількість тракторів і причепів в комплексі машин.

Тоді, відрахування на реновацію складають:

- для базового комплексу машин

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

- для нового комплексу машин

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

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

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{kk} B_k}{100 W t_k} + \frac{n_T \alpha_{кт} B_T}{100 W t_T} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{\alpha_T B_T n_T}{t_T} + \frac{\alpha_M B_M}{t_M} + \frac{\alpha_n B_n n_n}{t_n} \right) \quad (6.5)$$

де α_{kk} – сумарні відрахування на всі види ремонтів і ТО комбайна, %;

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

α_T , α_M і α_n – 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

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

- для нового комплексу машин

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

Витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{пмм} = Q \cdot \Pi_k, \quad (6.6)$$

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

Π_k – комплексна ціна палива, грн./л.

Комплексна ціна включає витрати на основне 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 сьогоденішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 59,9 грн./л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть дорівнювати:

- для базового комплексу машин

$$C_{\text{ПММ.б}} = 24,0 \cdot 59,9 = 1437,6 \text{ грн./га,}$$

- для нового комплексу машин

$$C_{\text{ПММ.м}} = 26,0 \cdot 59,9 = 1501,4 \text{ грн./га.}$$

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

- при використанні базового комплексу машин

$$C_{\text{б}} = 66,3 + 159,8 + 157,2 + 1437,6 = 1820,9 \text{ грн./га,}$$

- при використанні нового комплексу машин

$$C_{\text{м}} = 69,6 + 123,5 + 121,2 + 1501,4 = 1815,7 \text{ грн./га.}$$

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

$$E_{\text{ев}} = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 1820,9 - 1815,7 = 5,2 \text{ грн./га.}$$

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

$$E_p = E_{ев} \cdot F = 5,2 \cdot 100 = 520 \text{ грн.}$$

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

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

Таблиця 6.2 - 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:	1820,9	1815,7	- 5,2
в тому числі:			
відрахування на реновацію	159,8	123,5	-36,3
оплата праці	24,54	24,91	+ 0,1
витрати на ПММ	1437,6	1501,4	+ 63,8
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.	2625520		
5. Строк окупності витрат, років	0,01		

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

$$E = 520 + 2625000 = 2625520 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = B_{\text{м}}/E_{\text{р}}, \quad (6.7)$$

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

$$T_{\text{ок}} = 18000/2625520 = 0,01 \text{ рік.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності зведемо в таблиці 6.2.

Таким чином, запровадження у господарстві удосконаленої технології вирощування люцерни на насіння і розробки для збирання соломи дозволять одержати річний економічний ефект в сумі 2625520 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. Удосконалена технологія вирощування люцерни дасть можливість збільшити виробництво насіння на 10-15%. Розроблена технологічна карта на вирощування, графіки завантаження тракторів і сільськогосподарських машин дозволяють оптимізувати кількість необхідної техніки для виконання робіт.

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 системи. Визначено основні технологічні показники процесу і складені відповідні технологічні карти.

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 2625520 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковбасюк П. Вирощуємо люцерну на насіння // <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohiiyi-vyroshchuvannya/vyroshchuyemo-lyutsernu-na-nasinnya/>.
2. Векленко Ю. Зелений щит ґрунтів України: роль люцерни в сівозміні і технологія вирощування // <https://superagronom.com/articles/716-zeleniy-schit-gruntiv-ukrayini-rol-lyutserni-v-sivozmini-i-tehnologiya-viroshchuvannya>.
3. Смакота Я. Люцерна: технологія вирощування // <https://agroapp.com.ua/uk/blog/lyucerna-tehnologiya-viroshhuvannya/>.
4. Вожегова Р. А. Ресурсоощадні технології вирощування люцерни на насіння в південному Степу України / Р. А. Вожегова, Г. В. Сахно, С. П. Голобородько та ін. – Херсон.: Атлант, 2012. – 130 с.
5. Зінченко Б. С. Люцерна і конюшина / Б. С. Зінченко, В. С. Ключай та ін. – К.: Урожай, 1989. – 162 с.
6. Зінченко Б. С. Довідник по виробництву насіння багаторічних трав / Зінченко Б. С. і ін. – К.: Урожай, 1990. – 230 с.
7. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.
8. 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.
9. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.
10. Гетман Н. Я., Квітко М. Г., Циганський В. І. Люцерна посівна/ Монографія. – Вінниця, ТОВ «Твори». 2021. - 428 с.
11. Карпенко М. Розширення функціональності кормозбиральної техніки// Пропозиція. - № 4, 2006. – с. 120-122.
12. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі

механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. – с. 116-118.

13. 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.

14. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

15. 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.

16. Лауш П.В., Клименчук П.Н., Завгородський Н.Д. Експлуатація і ремонт машинно-тракторного парку. – Київ, Вища школа, 1984. – 205 с.

17. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю.Ільченко, П.І.Карасьов, А.С.Лімот та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.

18. 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.

19. Кобець А.С., Деркач О.Д., Макаренко Д.О. Машиновикористання в рослинництві (енергетичний аналіз): навч. посіб. Дніпро: Пороги, 2025. – 128 с.

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

21. Типові норми виробітку, витрати палива на механізовані польові роботи в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1987. – 416 с..

22. Василенко В.Т. Шляхи підвищення економічної ефективності виробництва кормів в умовах Центрального Лісостепу України//Економіка АПК, 1995, № 7. – с. 61 – 63.

23. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р.. Сільськогосподарські машини. – К.: „Урожай”, 1994, с 446.

24. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

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