

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ
НАСІННЯ БОБОВИХ ТРАВ З ОБРОБКОЮ
НАСІННЄВОГО ВОРОХУ НА СТАЦІОНАРІ**

Виконав: _____ Гузь Денис Геннадійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

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

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
 Освітній ступінь: "Бакалавр"
 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 ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

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

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

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

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Гузь Д.Г. Удосконалення механізації збирання насіння бобових трав з обробкою насіннєвого вороху на стаціонарі// Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026. – 79 с.

В роботі представлено аналіз основних фізико-механічних властивостей насіннєвого вороху. А також проведено аналіз технологій і технічних засобів для збирання і переробки насіннєвого вороху. Розроблено схему стаціонарного пристрою. Проведено розрахунки параметрів і режиму роботи запропонованого обладнання. На підставі розрахунків розроблена конструкція окремих вузлів і деталей .

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 2841320 грн. При цьому затрати окупаються протягом першого року експлуатації розробок.

Ключові слова: люцерна, насіння, ворох, машини, технології, домолочувальний пристрій, удосконалення, параметри, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ.	8
1.1 Морфологічні та біологічні особливості насіння трав.	8
1.2 Властивості насіння трав як об'єкта післязбирального обробітку.	9
2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ	12
2.1 Особливості використання зернозбиральних комбайнів при збиранні насінників трав.	13
2.2 Основні переобладнання і регулювання комбайна для збирання насінників трав.	19
2.3 Збирання насінників трав з обробітком урожаю на стаціонарному пункті.	21
3 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ БОБОВИХ ТРАВ.	24
3.1 Технологічні властивості культур, що впливають на процес обмолоту і витирання.	24
3.2 Процес роботи стаціонарного пункту.	24
3.3 Робочий процес домолочуючого пристрою.	27
4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ДОМОЛОЧУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ. .	29
4.1 Розрахунок і підбір вентилятора.	29
4.2 Розрахунок клинопасової передачі.	32
4.3 Вибір підшипників кочення валу.	38
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	40
5.1 Загальні питання з організації охорони праці.	40
5.2 Охорона праці при обробці насіннєвого вороху	48
5.3 Розрахунок охоронного освітлення.	49
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	61
ДОДАТКИ.	64

ВСТУП

З початком війни, яку розпочала росія, все більше уваги приділяється широкому використанню маловитратних технологій, до яких у кормовиробництві відносяться пасовища та сіножаті багаторічних трав і їх травосумішок [1].

У порівнянні з іншими кормовими культурами із багаторічних трав, урожай зеленої маси яких становить 25–40 до 50 т/га, одержують дешевші, високої якості корми. Крім того, вони адаптовані до місцевих умов і досить пластичні до умов вирощування. Залишаючи після себе 40–120 кг/га кореневої маси і поживних решток, сприяють підвищенню родючості ґрунту та накопиченню гумусу і мінеральних елементів живлення рослин.

Трави сімейства бобових збагачують ґрунт азотом (180–200 кг/га і більше) за рахунок біологічної фіксації азоту повітря бульбочковими бактеріями під всі культури. Причому післядія їх відчутна протягом трьох років і більше.

Багаторічні трави є потужним засобом запобігання вітрової і водної ерозій, покращують екологію.

Тому розумне повернення до вирощування багаторічних трав у польових і кормових сівозмінах є тим важелем, який дозволить встановити втрачену родючість ґрунтів і значно збільшить збори повноцінних кормів, що знизить собівартість тваринницької продукції і зробить цю галузь рентабельною.

Головною передумовою зміцнення кормової бази тваринництва за сучасного їх стану є поліпшення та розширення площ культурних пасовищ і сіножатей, підвищення ефективності польового травосіяння. Реалізація таких можливостей в кормовиробництві найчастіше стримується відсутністю в

господарствах достатньої кількості насіння багаторічних трав. Для потреб лукопасовищного та польового кормовиробництва України, згідно концепції його розвитку, необхідно щорічно виробляти 170 тис. тонн насіння багаторічних трав. Проте, за сучасного рівня організації насінництва, потреби виробництва не забезпечуються ні за об'ємами, ні за асортиментом. Не набула потрібного розвитку зональна спеціалізація господарств по виробництву насіння трав. Залишається низькою насіннева продуктивність бобових і злакових трав внаслідок недотримання технології вирощування щодо удобрення, розміщення і вибору попередників покривних культур, густоти і строків підкошування травостою, боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами та організації бджолозапилення.

Таким чином, для забезпечення тваринництва високоякісними кормами необхідно розширювати посіви бобових трав. Але для цього треба мати достатню кількість посівного матеріалу. Традиційні технології вирощування насінневих бобових трав пов'язані зі значними втратами насіння в процесі збирання. Один з таких видів технологій збирання - комбайновий спосіб, але він не дає економічного ефекту із-за значних втрат (від 30 – 50%). Тому доцільніше впроваджувати нові технології, такі як переробка насіння на стаціонарному пункті. Цей метод набагато кращий від комбайнового але і у нього є свої недоліки.

Основною метою є підвищення економічності стаціонарних пунктів, підвищення вимог до якості переробки насінневого вороху бобових трав і зменшення його пошкодження.

В зв'язку з цим в дипломному проєкті ставиться завдання створити і підвищити технічний рівень стаціонарних пунктів, на їх основі ширше впроваджувати дрібноопераційні технологічні процеси з використанням машин, побудованих за модульним принципом з серійними уніфікованими вузлами та агрегатами.

1 ОСНОВНІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ

1.1 Морфологічні та біологічні особливості насіння трав

Однією з умов успішного вирощування сіяних трав є забезпечення господарств якісним насінням. Однак, упродовж останніх років потреби сільського господарства у насінні повністю не задовольняються. Це пояснюється рядом причин, у тому числі й вирішенням питання комплексної механізації післязбирального обробітку вороху насіння трав, що включає операцію сушіння. Кормові трави поділяють на злакові і бобові, багаторічні і однорічні. До однорічних злакових трав відносять райграс однорічний, суданську траву, мого, сорго, пайзу, вівсяницю червону, до багаторічних – тимофіївку пасовищну, стоколос безостий, мятлик пасовищний, різні сорти вівсяниці, райграса, житняка, пирія, лисохвоста [9]. Значна кількість кормових трав – багаторічні бобові культури – різні сорти конюшини, люцерни, донника, еспарцета, а також люпин багаторічний, горошок тощо. До однорічних бобових культур відносять вику, червону конюшину, люпин однорічний, донник однорічний, пелюшку, сераделлу посівну та інші види кормового гороху. Ця різноманітність злакових і бобових трав зумовлює різні масообмінні, фізичні і аеродинамічні властивості насіння, які необхідно враховувати при виборі способів і режимів сушіння, а також конструкції сушарок. Насіння трав у біологічному відношенні – живий організм, активність якого залежить від виду насіння, ступеня стиглості, вологості та умов зберігання. Насіння трав за своєю природою є колоїдами, а за структурою – капілярно-пористими тілами, котрі складаються з оболонки і ядра або ендосперму. Мікро- та макрокапілярами цього тіла переміщається волога, яка є не тільки на поверхні, але і в середині клітини, що формують різні складові частини насінини.

1.2 Властивості насіння трав як об'єкта післязбирального обробітку

Насіння трав різних культур значно відрізняються за фізичними властивостями, що суттєво впливає на вибір раціональних способів післязбирального обробітку і ефективності використання машин і механізмів.

Насіння кормових трав, як і насіння більшості інших сільськогосподарських культур, мають три фази стиглості: – молочна – колір насіння зелений, при роздавлюванні виходить молочно-пастоподібна маса, частина насіння здатна до проростання; – жовта або воскова – насінини ще не затверділи, зовні змінюють фіолетове забарвлення на сіре, але більшість насінин зберігають злегка зеленуватий відтінок; – повна – насінини тверді, колір сірий або світло-сірий [9]. Збирання насінників трав є одним із найбільш важливих питань у справі комплексної механізації виробництва насіння трав. У кожному конкретному випадку найбільш раціональним способом збирання є такий, при якому втрачається найменша кількість насіння. В насінництві, зважаючи на біологічні особливості

Насіння різних культур трав значно відрізняються за фізико-механічними властивостями, що суттєво впливає на вибір раціональних способів їх післязбирального обробітку і ефективності використання однотипних машин і механізмів.

Із насінням основної культури до обладнання потрапляють частинки стебла та листків, насіння бур'янів та інші домішки. Середня вологість такого вороху може сягати 35...40 %, іноді – до 60 %, а засміченість – 30 % і вище [9]. Висока вологість і наявність грубих домішок також знижують “текучість” вороху та підвищують здатність до склепоутворень при вивантаженні насіння із бункерів.

Для усунення такого недоліку, ворох на токах піддають первинній обробці, очищаючи насіння від грубих домішок, підсушуючи його.

Важливою фізико-механічною характеристикою матеріалу є його форма, оскільки вона впливає на обґрунтування раціональних режимів сушіння насінневого матеріалу. Результати досліджень вказують на те, що

форма складових насіннєвого матеріалу (вороху насіння райграсу пасовищного вологістю $W = 14,5 \%$) є продовгувато- пластинчатою. Довжина частинок значно перевищує їх ширину, а ширина – товщину. Таким чином, складові вороху насіння трав можна віднести до двомірних.

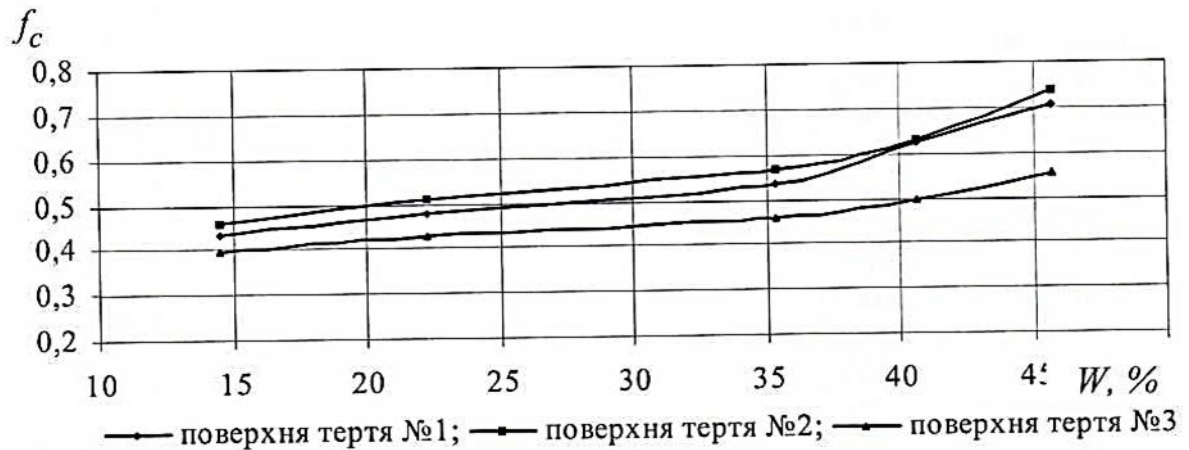


Рисунок 1.1 - Залежність зміни статичного коефіцієнта тертя f_c вороху насіння вівсяниці лучної від вологості W [9]

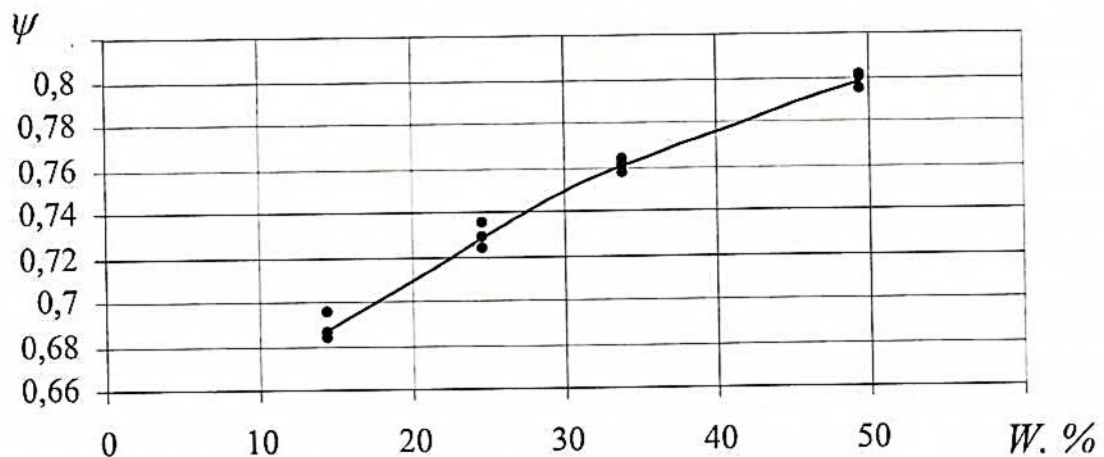


Рисунок 1.2 - Залежність зміни шпаруватості ψ вороху насіння вівсяниці лучної від вологості W [9]

Із фізичних властивостей насіння трав найбільше значення мають показники, які характеризують його крупність, питому поверхню (табл. 1.1). Як видно із даних таблиці, навіть для насіння однієї культури величина одних і тих самих показників істотно змінюється, що пояснюється впливом багатьох факторів (грунтово-кліматичними умовами, ступенем зрілості насіння, його

вологістю і т.д.). Для виявлення технологічної ефективності сушіння використовують такі показники, як маса насіння, його об'єм і еквівалентний діаметр, питома поверхня 1 кг насіння, величина яких суттєво залежить від вологості (табл. 1.2). В табл. 1.3. вказані межі зміни кута тертя маси очищеного насіння із різними матеріалами в спокої (табл. 1.3). Властивості насіння трав можуть змінюватись залежно від рівня вологості, яка може бути виражена у відсотках стосовно загальної маси вологого матеріалу W або – до маси абсолютно сухої речовини насіння W_c . Волога у насініні є не тільки на його поверхні та у капілярах, а й у середині клітини різних складових частин. Вона має виключно важливе значення для життєдіяльності насініні, але її надлишок призводить до інтенсифікації життєвих процесів, самозігрівання та погіршення якості насіння.

2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ

Технології збирання насіння багаторічних трав (бобових та злакових) включають пряме комбайнування (для зріджених посівів) та роздільне збирання (скошування у валки з подальшим обмолотом). Важливим є використання знижених швидкостей комбайна, герметизація бункера та своєчасний обмолот для зменшення втрат через осипання.

Основні технології збирання:

Пряме комбайнування: Застосовується при низькій вологості рослин, рівномірному дозріванні або при збиранні трав з високою вологістю (наприклад, конюшина лучна у вологих умовах).

Роздільне збирання (двофазне): Найкращий метод для злакових трав (тимофіївка, стоколос) та деяких бобових (люцерна). Трави скошують у валки, коли 70-80% насіння дозріло, та обмолочують після підсихання (через 2-4 дні).

Подвійне комбайнування: Використовується для бобових, коли валки підбирають комбайнами, обладнаними спеціальними тертками (витирачами).

Ключові аспекти успішного збирання:

- Терміни: Для запобігання осипанню, насіння бобових збирають у фазі побуріння 60-70% бобів. Злакові збирають у фазі повної стиглості.
- Обладнання: Комбайни обладнують зерновловлювачами та налаштовують на знижені оберти барабана (400-600 об/хв).
- Очищення: Через високу засміченість вороху, насіння обов'язково потребує вторинного очищення.
- Повторний обмолот: Вологі валки важко вимолотити, тому після першого проходу комбайна ворох (суміш насіння з половиною) досушують і обмолочують повторно.

Для бобових трав оптимально отримувати насіння з другого укосу (перший укіс роблять у фазі бутонізації). Це дозволяє зменшити кількість

шкідників та бур'янів у насіннєвому матеріалі.

2.1 Особливості використання зернозбиральних комбайнів при збиранні насінників трав

Для збирання насінників трав застосовуються зернозбиральні комбайни, використання яких у базовому варіанті приводить до великих втрат. Для їхнього зниження проводять герметизацію, налагоджують робочі органи у відповідності з видом культури, що забирається, установлюють необхідні пристосування.

Рисунок 2.1 – Зернозбиральний комбайн 9680i WTS фірми JOHN DEERE

Рисунок 2.2 - Зернозбиральний комбайн MEGA 208 фірми CLAAS

При збирання тимофіївки лугової частота обертання молотильного барабана повинна бути найменшою, конюшини і люцерни - найбільшою, овсяниці лугової і костреці безгострої - такий же, як при збиранні зернових культур. У процесі збирання режими роботи необхідно уточнювати. На сухих травостоях, що перестояли, при режимах, що рекомендуються, може бути велике дроблення насіння, тому частоту обертання молотильного барабана зменшують, а при обмолоті вологих трав і великої засміченості - збільшують.

Рисунок 2.3 - Зернозбиральний комбайн TX64 plus фірми
NEW HOLLAND

Рисунок 2.4 - Зернозбиральний комбайн CHALLENGER CH640

При регулюванні зазорів між підбарабанням і молотильним барабаном

звертають увагу на технічний стан поверхні підбарабання. Не допускається вигин і ушкодження поперечних планок, підбарабання повинне бути встановлене без перекосу стосовно бичів барабана.

Насіння м'ятника лугового, мітлиці і лисохвосту характеризується високою парусністю, тому для виключення виносу їх повітряним потоком вихідні вікна вентилятора прикривають заслінками і зменшують частоту його обертання.

Насіннєвий ворох трав, що надходить у бункер, має більш високу вологість, засміченість, невисоку сипкість, чим ворох зернових. Вивантаження такого вороха з бункера утруднені і проходить повільно.

Зазори і щілини в комбайні є місцями втрат насінь, особливо дрібних і маючих високу плинність. Через щілину шириною 1 мм і довжиною 40 мм за 1 год. губиться близько 1,3 кг насінь. Таких щілин і зазорів у комбайні більш 40.

Герметизацію комбайна проводять гумовими (прогумованими) прокладками, поролоном і ременями, приклеюючи їх епоксидною смолою, а також напилюванням на щілини і не щільності пінополіуретану.

Спосіб герметизації напилюванням пінополіуретану ШІУ-225Н. Для напилювання використовують установки «Піна-1», «Піна-2СЗ» і «Піна-9». На герметизацію затрачають 3 – 5 год. Пінополіуретан необхідно напиляти при температурі навколишнього повітря близько 20°C, при якій він цілком затвердіє за 24 години.

При збиранні насінних посівів люцерни комбайни обладнають пристосуванням 54-108 А та ПСТ-10. Застосовується й інше ефективне пристосування СКС-5.

Пристосування ПСТ-10 (Рис. 2.5) включає складені вузли, які роздільно монтуються на комбайні, в різному сполученні в залежності від виду культури, що забирається: терткову накладку 9 на підбарабання молотильного апарата, контр привід 6 вентилятора очищення, комплект приводу очищення, дообладнаний пристроєм, що домолочує, змінні пробивні решета 4 з діаметром отворів 2,5 і 3 мм, ущільнюючий пристрій 2.

Терткова накладка забезпечує перетирання рослинної маси в молотильному пристрою з метою виділення насіння і відриву від стебел бобів. Використовується при збиранні насінників бобових трав і стеблових овочевих культур, її робоча поверхня утворена прямокутними пластинами, привареними до основи (листу).

Контрпривід являє собою проміжний вал із зірочкою і варіатором, що дозволяє змінювати частоту обертання вентилятора. Встановлюють його на рамі комбайна.

Комплект приводу очищення включає важелі 5, установленні замість серійних (зерновий варіант), і додатковий змінний шків 8.

Шляхом раціонального підбора амплітуди і частоти коливань приводного механізму при збиранні мілконасінневих культур поліпшується якість роботи грохоту і нижнього решета.

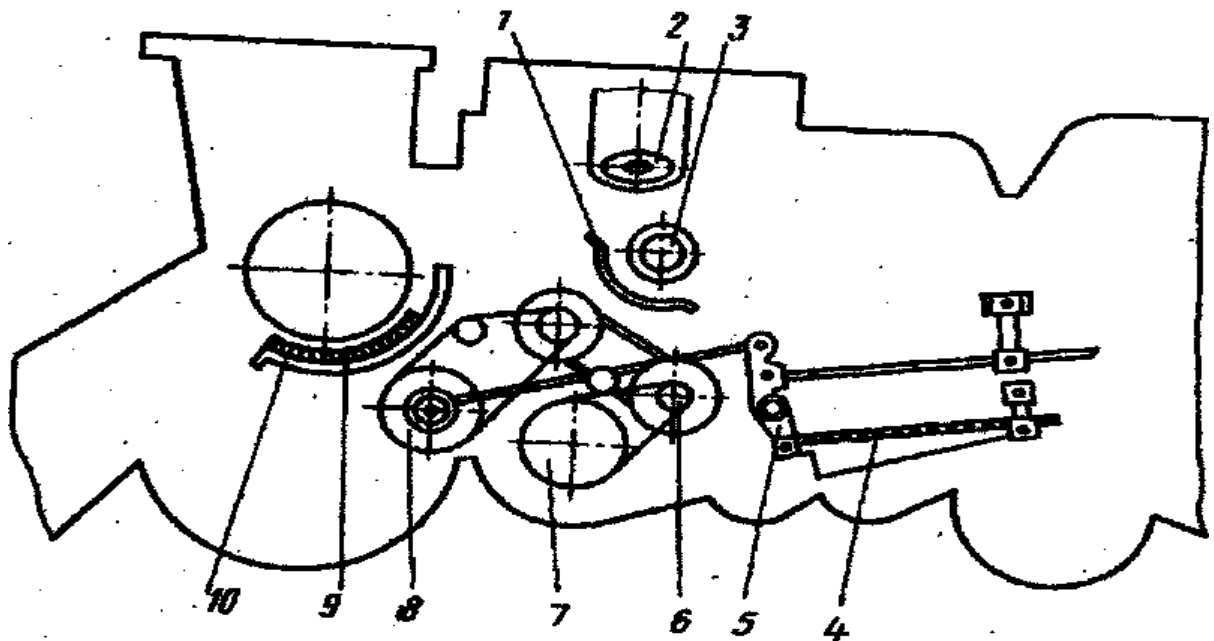


Рисунок 2.5 - Схема пристосування ПСТ-10:

1 - терткова колодка; 2 - ущільнюючий пристрій; 3 - шків привода ротора домолочуючого пристрою; 4 - змінне решето; 5 - важіль; 6 - контрпривід; 7 - зірочка привода вентилятора; 8 - шків привода очищення; 9 - терткова накладка; 10 - підбарання

Домолочуючий пристрій використовують при збиранні насінників

бобових трав і стеблових овочевих культур. Він має змінну кришку з колодкою 1, в якій є терткова поверхня. Для підвищення частоти обертання ротора до 2000 об/хв на його приводному валу встановлюють змінний шків 3 меншого діаметра, чим при збиранні зернових.

Змінне решето призначене для просіювання насіння і подачі не обмолочених бобів у колосовий шнек для наступного витирання їх у домолочуваному пристрою. Його встановлюють при збиранні насінників бобових трав і тимофіївки лугової замість нижнього жалюзійного решета. При обмолоті високоврожайних культур з великими насіннями решето з діаметром отворів 3 мм, в інших випадках - 2,5 мм.

Ущільнюючий пристрій представляє гумову манжету, що виключає втрати насіння через щілини в місці приводу вивантажувального шнека.

Практика використання серійних пристосувань показує, що втрати насіння, особливо при обмолоті маси підвищеної вологості, іноді досягає 17 – 20%. Тому створені нові, більш сучасні. Найбільше ефективно з них СКС-5 до зернозбирального комбайна.

Пристосування СКС-5 (Рис. 2.6) обладнують комбайн для збирання насінників трав роздільним, прямим і двохфазним комбайнуванням, а також при обробці їх на стаціонарних пунктах підсушеної цільної (не здрібненої) або здрібненої біомаси і невіяного вороху (продуктивна частина рослини, отримана очосом чи обмолотом). Воно включає аксіально-роторний тертковий пристрій 3 і пневмовідцентровий сепаратор 5, установлені на молотарці між двигуном і копичником. Ротор з чотирма бичами і рифленою тертковою поверхнею розміщені в циліндричному корпусі. Усередині корпуса закріплені направляючі, що забезпечують осьове переміщення матеріалу, що перетирається, між рифами терткової поверхні і бичами ротора регулюється робочий зазор: на вході - від 1 до 20 мм, на виході - від 1 до 10 мм. Зазор вимірюється через вікна у фланцях корпуса. Пневмовідцентровий сепаратор складається з корпуса, вентилятора, що обертається, конфузора з лопатями, конусного екрана-відбивача з каскадом пальцевих решіт. Частота обертання

вентилятора регулюється варіатором від 1100 до 1500 об/хв. При використанні пристосування СКС-5 замість нижнього жалюзійного решета повітряно-решітної очистки встановлюють решето 11 із круглими отворами діаметром 2,5...2,8 мм. Вхідні вікна вентилятора прикривають заслінкою 12 від пристосування 54-108 А.

Для збільшення швидкості подачі купи на приводному кінці вала колосового шнека закріплюють зірочку з вісімнадцятьма зубами.

Тертковий пристрій перетирає боби, що надходять з колосового шнека. У пневмовідцентровому сепараторі виділяються з вороха насінини, що надходять у збірник 6 і лотком 8 направляються в зерновий елеватор, змішуючись з насіннями, вимолоченими молотильним апаратом і виділеними на повітряно-решетній очистці комбайна.

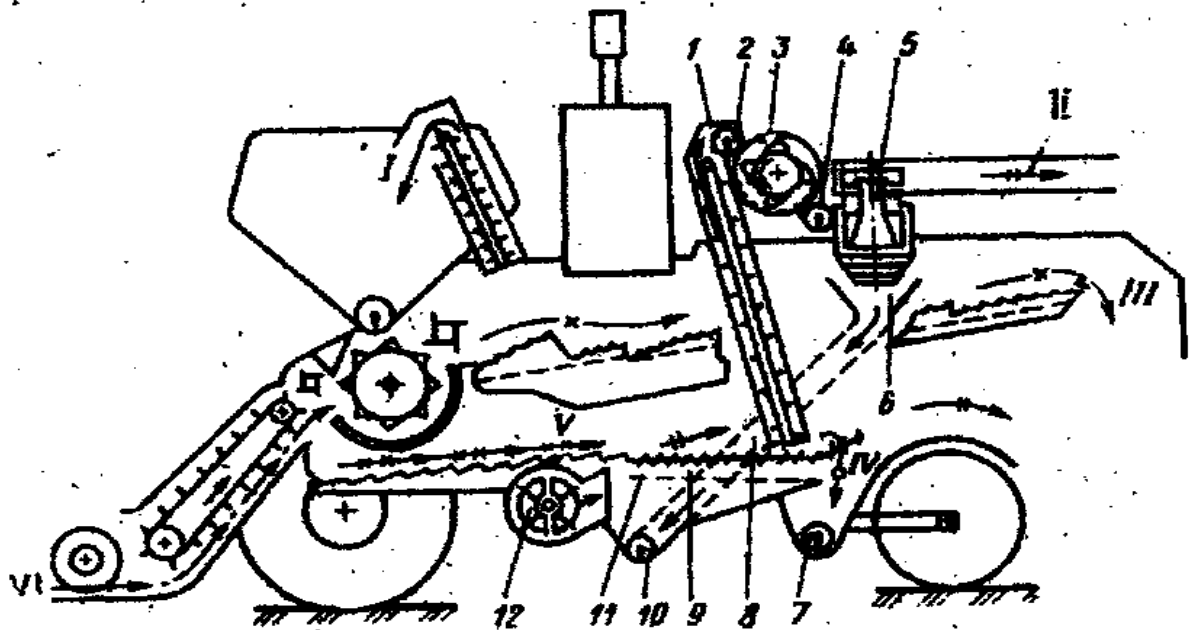


Рисунок 2.6 - Технологічна схема процесу комбайна з пристосуванням СКС - 5:

1 - елеватори; 2,4,7,10 - шнеки; 3 - тертковий пристрій; 5 - пневмовідцентровий сепаратор; 6 - збірник насіння; 8 - лоток; 9 - повітряно-решітна очистка; 11 - змінне решето; 12 - заслінка вентилятора

I - насіння; II - солома; III - боби; IV - насіннєвий ворох; V - стебла

2.2 Основні переобладнання і регулювання комбайна для збирання насінників трав

При збиранні насінників трав, так само як і зернових культур, рекомендується встановлювати зазори між підбарабанням і бичами молотильного барабана на вході і виході 18 і 2 мм. Режим роботи з такими зазорами прийнятний для обмолоту зернових при подачі хлібної маси 5...6 кг/с, але не оптимальний для витирання насінь трав.

Як показали господарські випробування, подача рослинної маси при збиранні насінників трав складає 1,5 – 2,5 кг/с. Товщина шару на вході молотильного апарата і нормальне зусилля стиску складає 9,5 мм і 2,01 мм. Це говорить про те, що зерно конюшини обмолочується за рахунок ударів бичів, а не витирається. За результатами польових випробувань, оптимальний зазор на вході дорівнює 8 мм. При цьому ступінь витирання насінь підвищується на 20 – 25%.

При установці такого зазору процес витирання насінь інтенсифікується, але до 20–23% не витертих насінь устигає просепаруватися через підбарабання. Для запобігання сепарації невитертих насінь і підвищення ефективності витирання на передню частину його установили терткову поверхню. У цій частині рослинна маса має меншу швидкість переміщення в робочому зазорі, чим на виході, і одержує більше число ударів бичів. В останній зоні підбарабання обмолот витиранням неефективний, тому що основна маса невитертих насінь просепарувалась через підбарабання. Відбувається лише інтенсивне перебивання соломи, ушкодження насінь і завантаження очисника мілким ворохом. Тому для визначення ступеня впливу зазору на роботу молотарки його змінили з 2 до 8 мм. Випробування показали, що при зазорі 5 мм при незначному зниженні ступеня витирання насінь (0,2 – 4%) подача дрібної купи на очищення зменшується на 10 – 20%.

Таким чином, зменшення зазору на вході до 8 мм і установка терткової поверхні на передню частину підбарабання підвищує ефективність витирання

насінь, а збільшення зазору на виході до 5 мм зменшує завантаження очищення мілким ворохом.

Терткова поверхня складається з передньої і задньої секцій. Передня встановлюється на передню секцію підбарабання, задня перекриває п'ять планок основної. Кожна секція металевий лист товщиною 1,5 мм (Рис. 2.7).

Терткову поверхню встановлюють так: від'єднують жниварку з похилою камерою від молотарки комбайна; знімають передній і нижній козирки підбарабання, за допомогою важеля регулювання зазорів підбарабання опускають; знімають опорну цапфу з регулювальним гвинтом і вісь підвіски, що з'єднує передню і задню секції; виймають передню секцію з молотарки; установлюють секції терткової поверхні на дійсні секції підбарабання.

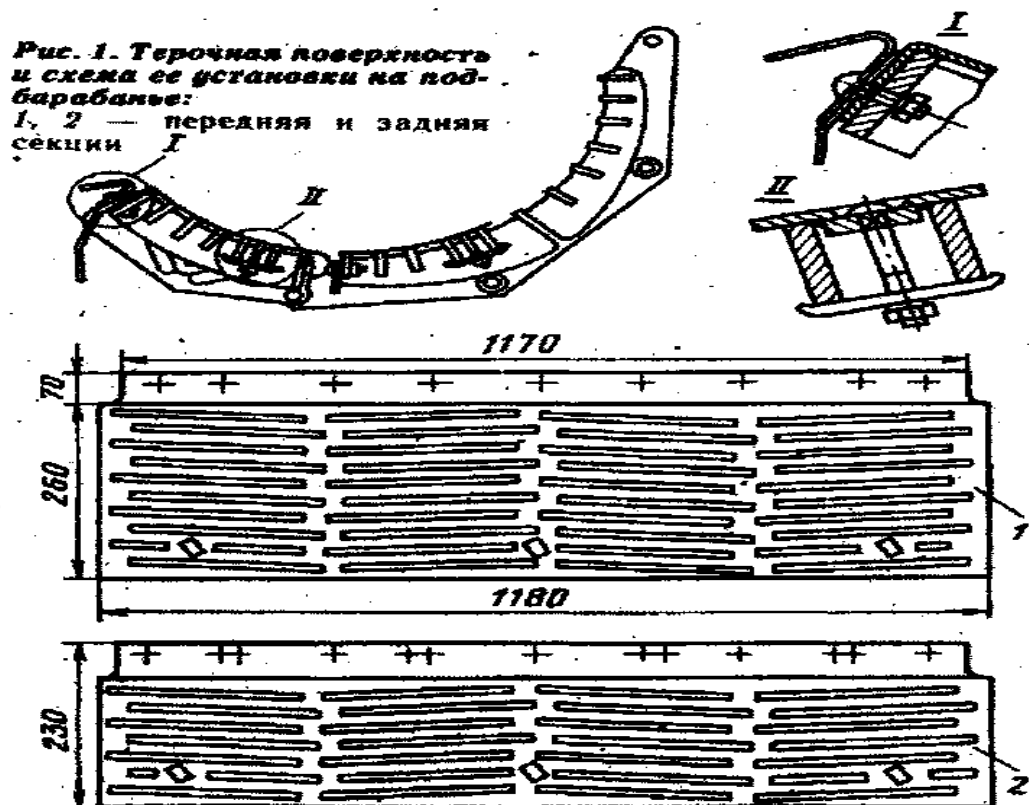


Рисунок 2.7 - Секції терткової поверхні. 1-передня; 2- задня.

Зборка здійснюється в зворотній послідовності. Щоб установити необхідні зазори в молотильному апараті, опорні цапфи з регулювальними

гвинтами замінюють на нові, у яких настановні пальці зміщені нагору на 10 мм. У боковинах комбайна отвори під них також збільшують на 10 мм, та закривають тонкою гумою чи поролоном.

2.3 Збирання насінників трав з обробітком урожаю на стаціонарному пункті

Суттєві недоліки комбайнових технологій збирання насіння багаторічних трав обумовили необхідність пошуку принципово нових рішень цієї проблеми. Один з шляхів зниження втрат насіння в процесі збирання - перенесення складних і енергонасичених операцій обмолоту та сепарації зібраного врожаю на стаціонарний пункт. В полі скошується і завантажується в герметизовані транспортні засоби вся рослинна маса, або її насіннєва частина (насіннєвий ворох) і транспортується на стаціонарний пункт для подальшого обробітку. При підвищеній вологості рослинна маса перед обмолотом може підсушуватись. Вибір способу сушки залежить від виробничих можливостей, але насіння не повинно нагріватись вище 42 – 43°C для збереження його посівних властивостей. Обмолот та сепарація насіння в стаціонарних умовах не обмежені часом і погодними умовами при наявності приміщень для зберігання, що дозволяє виконувати ці операції з високою якістю.

Технологія, яка передбачає скошування в полі і завантаження в транспортні засоби всієї рослинної маси люцерни з подальшим її обробітком на стаціонарному пункті (рис. 2.8), дозволяє виконувати збиральні роботи практично при будь-яких погодних умовах. Подрібнення рослинної маси полегшує процес її завантаження, знижує потребу в герметизованих транспортних засобах. Це особливо важливо при значних відстанях перевезення. Застосування такої технології збирання порівняно з комбайновою забезпечує додатковий збір насіння в межах 15 – 35% вирощеного врожаю.

Транспортування і подальша переробка на стаціонарному пункті всієї рослинної маси пов'язані з додатковими і невиправданими значними

витратами. Для зменшення витрат на транспортування рослинної маси іноді обмолот та сепарація насіння виконують на краю поля, на спеціально обладнаних майданчиках. Проте застосування такої технології обмежується погодними умовами, а також відсутністю мобільного обладнання для обмолоту та сепарації. Використання зернозбиральних комбайнів для перемолоту рослинної маси пов'язане із значними втратами насіння.

З точки зору скорочення енергозатрат та зниження втрат насіння доцільніше застосовувати технології, які передбачають збирання в полі не всієї рослинної маси, а тільки її насінневої частини, яку називають насінневим ворохом. Це знижує потребу в герметизованих транспортних засобах, накопичувальних площадках та приміщеннях для зберігання, підвищує продуктивність роботи обладнання стаціонарних пунктів. Але широке розповсюдження таких технологій стримується відсутністю спеціалізованих технічних засобів для збирання насінневого вороху. Крім того бункери зернозбиральних комбайнів погано пристосовані до вивантаження насінневого вороху, що потребує їх переобладнання.

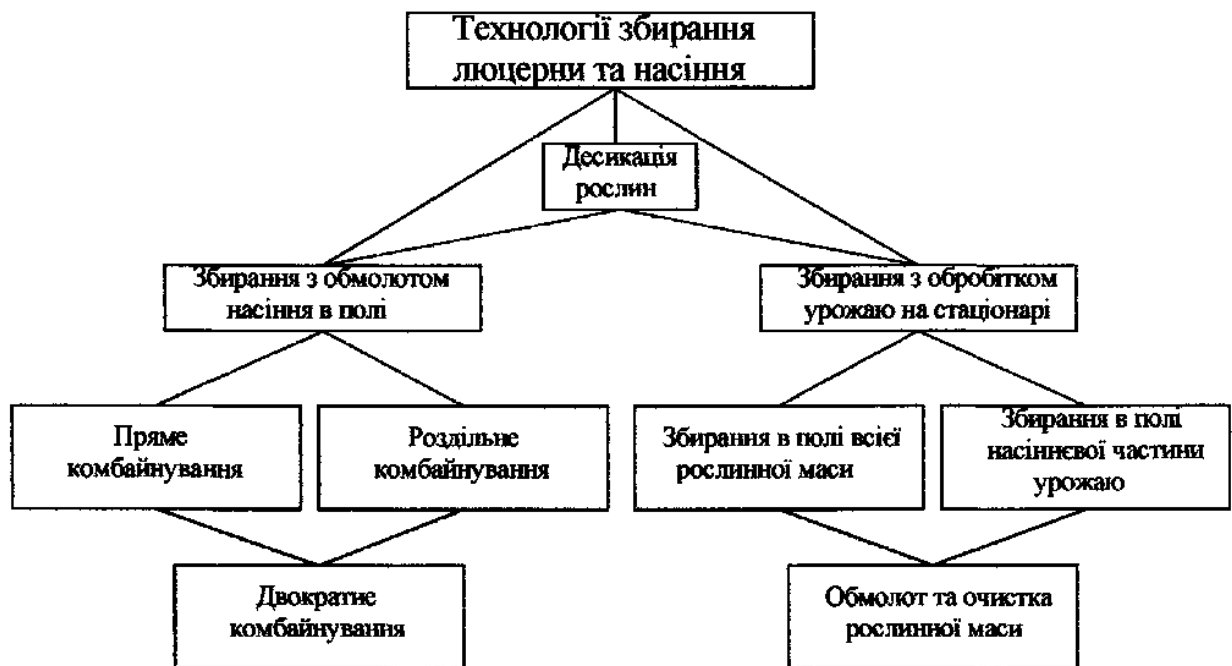


Рисунок 2.8 - Технологія збирання люцерни

Збирання насіннєвого вороху багаторічних трав переобладнаними зернозбиральними комбайнами при сприятливих погодних умовах дозволяє уникнути значних втрат насіння. Застосування зернозбиральних комбайнів після відповідного переобладнання та регулювання для збирання насіннєвого вороху люцерни частково вирішує цю проблему, але при підвищенні вологості рослинної маси (вище 25%) цей процес значно ускладнюється, як і при традиційних комбайнових технологіях збирання.

Виділити і зібрати насіннєвий ворох люцерни незалежно від погодних умов можна шляхом обчісування рослин на корені механічним робочим органом з одночасним пневматичним або механічним відведенням його з зони зчісування. Такий спосіб виділення насіннєвого вороху застосовуються при збиранні конюшини, рису, деяких зернових культур. При застосуванні згаданих технологій слід врахувати, що рослинна маса підвищеної вологості не підлягає тривалому зберіганню, погано обмолочується та сепарується, забиває робочі органи молотильно-сепарувального обладнання.

3 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ БОБОВИХ ТРАВ

3.1 Технологічні властивості культур, що впливають на процес обмолоту і витирання

Пристрій, що домолочує, призначений для виділення й обробки насіннєвого вороху бобових трав шляхом руйнування зв'язків, що утримують його в бобах. Такий процес можливий за рахунок удару, чи використання іншого силового впливу. Міцність зв'язку між бобом і рослиною залежить від виду культури, її спілості і вологості. У залежності від зазначених властивостей опору зв'язку руйнування буває різним, що обумовлює різну витрату енергії на обробку вороха. Дія домолочуючого пристрою, на бобову масу приводить не тільки до деформацій, що забезпечують руйнування зв'язку бобу з рослиною, але і деформаціям рослини (розриви, перегин, сплюснення і т.д.).

Тому з метою раціональної побудови технологічного процесу обробки необхідно мати дані про властивості оброблюваної маси і здатності її протидіяти названим деформаціям.

3.2 Процес роботи стаціонарного пункту

З огляду на те, що комбайновий спосіб збирання насінників трав не може бути єдиним способом збирання в різних ґрунтово-кліматичних зонах і при різних погодних умовах, для нашого господарства розроблена технологія і запропоновано комплекс машин для збору насінної купи насінників трав з обробкою їх в стаціонарних умовах з нормалізацією купи за вологістю.

Дана технологія передбачає наступні основні операції:

- збирання насінної частини врожаю методом очісування зі збором купи в герметизований візок з одночасним скошуванням і укладанням у валок маси, що залишилася на корені;
- транспортування насіннєвої маси на стаціонарний пункт у

герметизованому транспортному засобі;

- обробку насінної купи на стаціонарному пункті.

У розроблювальну технологію входять наступні машини:

- польова машина ОРП-1,8 на базі фуражира ФН-1,4 для збору насінної купи методом очісування;
- транспортний герметизований засіб (ПТС-4-887А);
- стаціонарний сушильно-сепаруючий пункт що включає:
 - а) комплект устаткування АВМ-0,65;
 - б) нормалізатор купи за довжиною («Волгарь-5»);
 - в) нормалізатор температури теплоносія (доповнення до тепло генератора агрегату АВМ-0,65);
 - г) блок, що тертково-сепарує.

Польові випробовування [4, 7] показали, що застосування обчісувальної машини ОРП-1,8, при збиральній вологості стеблостою 10 – 60%, дозволяє збирати насінну купу з утратами насін'я не більш 2%. Продуктивність агрегату складає 4,5 – 5,7 га в зміну. З одного гектара збирається 1,2 – 1,7 т насінної купи, масове співвідношення насін'я і соломи якого складає 1:5. Вихідне співвідношення маси насін'я до рослинної маси врожаю 1:16.

Обчесаний ворох з поля на стаціонарний пункт доставляється в герметизованому транспортному засобі. Утрати насін'я при транспортуванні купи немає.

Ворох, що надходить на пункт із вологістю до 25%, минаючи сушарку, живильником-дозатором завантажується в терочно-сепаруючий блок (типу СТ-5), що має наступні показники:

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| - продуктивність по купі, т/ч | - 2,6 – 3,0 |
| - ступінь витирання насін'я, % | - 98 – 99 |
| - дроблення насін'я, % | - 1,8 – 2,5 |
| - втрати насін'я, % | - 2 |

Ворох, що надходить на пункт із вологістю 30...60%, живильником-дозатором подається на нормалізатор довжини, а потім у пневмобарабанну сушарку.

Рівномірний розподіл температури теплоносія по перетині барабана, а також величина температури агента на його вході змінювалося від 40°C і вище за допомогою нормалізатора температури і регуляторів агрегату. Нормалізатор температури встановлювався між теплогенератором і барабаном сушарки АВМ-0,65Р. Невіяний ворох після прямого чи роздільного комбайнування насіннєвих посівів люцерни через відсутність спеціальних машин переробляють у господарствах на стаціонарі зернозбиральним комбайном СК-5, обладнаним пристосуванням 54-108А. Для повного перетирання бобів їх пропускають через молотарку два рази. Але в цьому випадку можливе ушкодження насіння. Дворазовий обмолот вимагає великих витрат праці і палива, що підвищує собівартість насіння.

Таблиця 3.1 - Показники якості насіння до і після обробки невіяного вороху люцерни

Показник, %	Н а с і н н я			
	до обробки (контроль)	основного потoku	колосового потoku	в ємкості накопичув.
Енергія проростання	64	64	72	68
Схожість	76	76	87	83
Кількість твердо-го насіння	21	21	11	14
Пошкодженого насіння	0,20	0,20	0,54	0,31
Маса 1000 насіння, г	2,01	2,01	1,98	2,00

Виділити насіння з бобів можна і конюшинотеркою ДО-0,5, Однак вона не забезпечує необхідної якості і високу продуктивність. Крім того, для цієї машини

необхідно попередньо готувати: виділяти з нього вільні насіння, великі фракції і підсушувати до вологості 13-16%.

Робочі органи терткового пристрою інтенсивно перетирають необмолочені боби. У виділюваних насіннях енергія проростання і схожість підвищуються. За цими показниками насіння колосового потоку відносять до 1 класу.

3.3 Робочий процес домолочуючого пристрою

Для ефективної роботи домолочуючого пристрою, необхідно забезпечити рівномірне захоплювання барабаном бобової маси. Здатність захоплювання барабана, залежить від кількості і стану подаючої маси, напрямку і швидкості подачі, частоти обертання і розмірів, регулювання барабана, конструкції і режиму роботи прийомного бітера.

Розташування стебел стосовно напрямку подачі може бути поздовжнім, поперечним і змішаним; найбільш поширене останнє.

Напрямок подачі стебел у домолочуючий пристрій, впливає на процес обмолоту.

Найкращий результат процесу виходить при подачі стебел під кутом 30 – 35° до горизонталі. Щоб подача була рівномірною, колова швидкість лопат прийомного бітера повинна бути 6 – 7,5 м/с.

В домолочуючому пристрою, затягування стебел у робочу щілину відбувається за рахунок сил тертя, що виникають між стеблами і діючими на них бичами. Стебла, розташовані ближче до поверхні бичів, переміщуються в молотильному зазорі з більшою швидкістю, чим стебла в підбарабанні. Крім того в процесі руху в зазорі швидкості стебел міняються в межах 4–16 м/с. У результаті цього між барабаном і підбарабанням відбувається пошарове переміщення стебел з ковзанням, і по них наносять періодичні удари бичі.

Кожен удар бича приводить до прискорення руху бобової маси в зазорі. Прискорення різних точок маси різко змінюється в широких межах (8000 –

6000 м/с) у залежності від місця нанесення удару і ступеня спресованості матеріалу. Тому що процес обмолоту нетривалий (матеріал, що обмолочується, проходить через молотильну камеру за 0,03 – 0,05 с.), де такі зміни прискорень відбуваються за десятитисячні частки секунди. Це свідчить про вплив м'якого удару, характерного тим, що тиски миттєво досягають кінцевих значень.

У результаті ударів бичів і руйнувань зв'язків при стиску і ковзанні маси відбувається виділення насіння.

4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ДОМОЛОЧУВАЛЬНОГО ПРИБОРУ

4.1 Розрахунок і підбір вентилятора

Для видалення перетертого вороха з домолочуючого пристрою необхідний вентилятор-швирылка. Для цього на осі барабана ми встановлюємо вентилятор-швирылку.

Для кожного типу вентилятора є визначена область робочих режимів, при котрих може бути отримана максимальне значення ККД. Оптимальні режими роботи вентилятора повинні відповідати даним експлуатаційних умов і заданим параметрам технологічного процесу. В тих випадках коли визначальними факторами при підборі вентилятора являються його габаритні розміри при високій продуктивності, слід орієнтуватися на вентилятори з колесами барабанного типу (широкі колеса з короткими лопатками), котрі при порівняно невеликих діаметрах і числах обертів дають високу продуктивність. Для збільшення продуктивності вентилятора при мінімальному діаметрі доцільно застосовувати конструкцію з двостороннім всмоктуванням В всмоктуючи отвори повітря повинен поступати вільно. Отвори не повинні перекриватися другими механізмами.

Вибраний вентилятор повинен мати:

1. Високий ККД;
2. Найменший шум;
3. Достатню продуктивність (особливо при використанні повітряного потоку для транспортування розпиленних частин на оброблюваний об'єкт);
4. Високий швидкісний тиск (вихідну швидкість повітря);
5. Найменші габаритні розміри при можливо більшій потужності навантаження.
6. Малу вагу;
7. Зручність монтажу;

8. Мінімальний момент інерції робочого колеса;
9. Високу міцність колеса;
10. Безпечну експлуатацію.

Підбираємо для нашого домолочувального пристрою відцентровий вентилятор. Потужністю електродвигуна 3,6 кВт. Середня швидкість виходу потоку - 18 м/с.

Визначаємо потужність, котра може бути використана для привода вентилятора при роботі електродвигуна. Визначаємо необхідну середню швидкість виходу потоку V_{cp} в м/с. Знаходимо даній швидкості динамічний тиск вентилятора:

$$\rho_0 = \frac{V_{cp} \cdot \rho}{2} = \frac{18^2 \cdot 0,122}{2} = 19,7 \text{ кг/м}^2, \quad (4.1)$$

де $\rho = 0,122$ - масова густина повітря.

v_{cp} - середня швидкість виходу потоку, м/с.

Задаємось втратами тиску в мережі виражаючи їх в долях динамічного тиску. Ці втрати рівні статичному тиску вентилятора $p_{ст}$. Звідси визначаємо повний тиск, який виробляє вентилятор. Рахуємо, що витрата тиску в пристрою складає 30% від P_0

$$p = \rho_0 + 0,3 \rho_0 = 19,7 + 0,3 \cdot 19,7 = 25,6 \text{ кг/м}^2 \quad (4.2)$$

Задаючись ККД вентилятора рівним 0,55, визначаємо можливу максимальну продуктивність його, котра може бути отримана при використанні потужності:

$$Q = \frac{3600 \cdot 75 \cdot N \cdot \eta}{p} = \frac{3600 \cdot 75 \cdot 3,6 \cdot 0,55}{25,6} = 0,5 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.3)$$

де p — повний тиск який виробляє вентилятор;

N — потужність електродвигуна;

η — ККД вентилятора при заданих значеннях дорівнює 0,55.

Отриманим значенням p і Q відповідає відцентровий вентилятор високого тиску. Задаємось коефіцієнтом повного тиску p , рівним 0,7. Визначаємо колову швидкість точок робочого колеса на кінці лопаток.

$$U_2 = \sqrt{\frac{p}{\rho \cdot \sigma}} \quad (4.4)$$

$$U_2 = \sqrt{\frac{25,6}{0,122 \cdot 0,7}} = 17,3 \text{ м/с.}$$

де p — повний тиск який виробляє вентилятор;

σ - коефіцієнт повного тиску.

Задаємось числом обертів $n = 750$ в хвилину, визначаємо зовнішній діаметр робочого колеса

$$D_\zeta = \frac{60u_2}{\pi n} = \frac{60 \cdot 17,3}{\pi \cdot 750} = 0,46 \text{ м} \quad (4.5)$$

Приймаємо $D_3 = 460 \text{ мм}$

Визначаємо коефіцієнт продуктивності

$$Q = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot U_2} = \frac{0,5}{\frac{3,14 \cdot 0,46^2}{4} \cdot 17,3} = 0,17 \quad (4.6)$$

де Q - максимальна продуктивність.

Коефіцієнт рекомендується збільшити на 1-5%, враховуючи втрати повітря в зазорах.

Оптимальне відношення зовнішнього і внутрішнього діаметра колеса отримують з рівняння:

$$\frac{D_{\zeta}}{D_a} = 1,194 D_{\zeta} \sqrt[3]{K_Q} = 1,194 \cdot 0,46 \cdot \sqrt[3]{0,17} = 0,306 \text{ м}, \quad (4.7)$$

де K_Q — коефіцієнт продуктивності.

Приймаємо $D_3 = 300$ мм.

4.2. Розрахунок клинопасової передачі

В зв'язку з тим, що наш тертковий пристрій працює від електродвигуна, і крутний момент передається через клинопасову передачу виникла необхідність визначити розміри і зусилля яке передається на шків клинопасової передачі.

Безкінечні клинові гумовотканинні привідні паси виготовляють кордотканинними і кордошнуровими. При малих діаметрах шківів, а також при великих швидкостях рекомендується застосовувати кордошнурові паси, при порівняно великих діаметрів шківів - кордотканинні.

Розрахункова ширина дійсна приблизно ширині паса по нейтральній лінії. Вона залишається незмінною при вигині паса на шківі любого діаметра.

Положення розрахункової ширини визначає розрахункові діаметри шківів, довжину і швидкість пасів.

Розрахункова довжина паса - це довжина на рівні його розрахункової ширини.

Внутрішня довжина паса - це його довжина по внутрішній окружності.

Кордошнурові паси випускаються довжиною не більше 4 м.

Велика основа профілю паса може бути плоским або випуклим, менше – плоским або ввігнутим і мати закруглення на кутах.

Паси повинні зберігати роботу здатність при температурі від -30° до $+60^{\circ}\text{C}$.

Передачі клиновими пасами застосовують краще при малих міжосьових відстанях і, як правило, при великих передаточних відношеннях.

Максимальна різниця між довжинами пасів однієї і тієї ж групи відповідає допуску на розбіжність довжин пасів в одному комплекті.

Комплект складається з пасів, які входять в одну і ту ж групу, номер якої заносять в маркування паса.

Вихідні данні:

Потужність електродвигуна 11 кВт. Кутова швидкість 73,3 м/с. Підбираємо переріз пасів В.

Вибираємо діаметр ведучого шківів

$d_1 = 200$ мм (допустиме відхилення $\pm 2,0$ мм), передаточне відношення 2,5.

Діаметр веденого шківів знаходять з формули:

$$d_2 = d_1 \cdot U_0 (1 - \varepsilon) = 450 \text{ мм} \quad (4.8)$$

де d_1 - діаметр ведучого шківів;

u_0 - передаточне число;

$\varepsilon = 0,02$ - коефіцієнт пружного ковзання для прогумованих пасів.

Уточнюємо передаточне число:

$$U = \frac{d_2}{d_1 (1 - \varepsilon)} = \frac{450}{200(1 - 0,02)} = 2,2.$$

де d_2 - діаметр веденого шківів.

Визначимо діаметр натяжного ролика щоб уникнути провисання паса:

$$d_p = (0,75 - 1,0) d_1 = 0,75 \cdot 200 = 150 \text{ мм.} \quad (4.9)$$

Залежність між міжосьовою відстанню і діаметром шківів:

$$\frac{a}{d_2} = 1,2$$

Щоб визначити розрахункову довжину паса нам потрібно визначити розрахункову міжосьову відстань:

$$a = (1,5 \dots 2)(d_1 + d_2) = 1,5 \cdot 650 = 975 \text{ мм.} \quad (4.10)$$

Після того як ми знайшли розрахункову міжосьову відстань можемо знайти розрахункову довжину паса:

$$\begin{aligned} L_p &= 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) - \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 975 + \frac{3,14}{2}(200 + 450) - \frac{(450 - 200)^2}{4 \cdot 975} = \\ &= 2954,5 \approx 3000 \text{ мм.} \end{aligned} \quad (4.11)$$

Визначимо кінцеву міжосьову відстань:

$$\begin{aligned} a &= 0,25 \left[(L_p - b_1) + \sqrt{(L_p - b_1)^2 - 8b_2} \right] = \\ &= 0,25 \left[3000 - 1020,5 + \sqrt{(3000 - 1020,5)^2 - 8 \cdot 125} \right] = 989 \text{ мм де} \end{aligned} \quad (4.12)$$

де L_p - розрахункова довжина паса;

b_1 - довжина канавок ведучого шківа;

b_2 - ширина канавок веденого шківа.

Після того як ми визначили остаточну кінцеву міжосьову відстань, визначимо кут обхвату паса ведучого шківа

$$\alpha = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 165,6^\circ \quad (4.13)$$

Різниця між довжинами паса, яку треба вибрати відтяжним роликом.

$$\Delta L = L_p - L_0 = 3000 - 2954,5 = 45,5 \text{ мм.} \quad (4.14)$$

де L_0 - точна розрахункова довжина.

Тепер підрахуємо кількість потрібних пасів яку визначають за такою формулою:

$$z = \frac{P_1 \cdot C_p}{P_0 C_\alpha C_L C_Z} = \frac{11 \cdot 1,2}{4,21 \cdot 0,98 \cdot 0,96 \cdot 1} = 2 \quad (4.15)$$

Після підрахунку ми бачимо, що потрібна кількість пасів дорівнює 2.

Визначимо які сили діють на клинопасову передачу. Попередній натяг F_0 визначаємо з виразу

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_1 C_p C_v}{z \cdot \sigma \cdot C_\alpha} + \theta \cdot \sigma^2 = \frac{850 \cdot 11 \cdot 1,2 \cdot 1}{2 \cdot 7,33 \cdot 0,98} + 0,30 \cdot 7,33^2 = 800 \text{ Н} \quad (4.16)$$

Приймаємо: $C_v = 1$.

Визначимо потрібну швидкість паса V :

$$V = \frac{d_1 \cdot \omega_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{200 \cdot 73,3}{2 \cdot 10^3} = 7,33 \text{ с}^{-1} \quad (4.17)$$

де ω - кутова швидкість.

Визначимо колове зусилля яке діє на клинопасову передачу:

$$F_t = 10^3 \frac{P_1}{V} = 10^3 \frac{11}{7,33} = 1500 \text{ Н} \quad (4.18)$$

де P_1 - потрібна потужність.

V - швидкість клинопасової передачі.

Визначимо зусилля яке діє в ведучій гілці:

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2} = 800 + 750 = 1550 \text{ Н}$$

Після цього визначимо зусилля яке діє в веденій гілці:

$$F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2} = 800 - 750 = 50 \text{ Н.}$$

Після того як ми провели розрахунки з визначення зусиль в ведучій і веденій гілці можемо приступити до розрахунку зусилля на ведучому і веденому валах:

Визначимо зусилля яке діє на ведучий вал:

$$F_{b1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos\alpha_1} = \sqrt{1550^2 + 50^2 - 2 \cdot 1550 \cdot 50 \cdot \cos 165} = \\ = 673,6 \text{ Н}$$

Визначимо зусилля яке діє на ведений вал:

$$F_{b2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos\alpha_2} = \sqrt{1550^2 + 50^2 - 2 \cdot 1550 \cdot 50 \cdot \cos 237} = \\ = 1577,5 \text{ Н}$$

Визначимо кут обхвату пасом веденого шківа:

$$\alpha_2 = 180 + 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 237^\circ$$

де a - міжосьова відстань.

Визначимо остаточну ширину шківа:

$$M = (z - 1)e + 2f = (2 - 1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17 = 59,5 \approx 60 \text{ мм} \quad (4.19)$$

де z - кількість пасів, дорівнює 2. Приймаємо: $e = 25,5$; $f = 17$.

Після того, як ми визначили всі основні розміри визначимо який діаметр вала, але перед цим визначимо крутний момент:

$$T = 10^3 \frac{P}{\omega} = 10^3 \frac{11}{73,3} = 150 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.20)$$

де P_1 - необхідна потужність;

ω — кутова швидкість.

Визначимо який потрібен розрахунковий діаметр вала:

$$d_B = 10 \sqrt[3]{\frac{150}{0,2 \tau_{TP}}} = 28,9 \approx 30 \text{ мм} \quad (4.21)$$

де $\tau_{TP} = 30$.

Беремо матеріал для маточин, вони будуть чавунними. Визначимо діаметр маточин:

$$d_M = 1,6 \cdot d_B + 10 = 1,6 \cdot 30 + 10 = 58 \text{ мм} \quad (4.22)$$

Визначимо ширину маточини:

$$l_M = (1,2 \dots 1,5) d_B = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ мм.}$$

Визначимо товщину обода

$$\delta = 0,005d + 5 = 0,005 \cdot 200 + 5 = 6 \text{ мм.}$$

Визначимо товщину ободу чавунних шківів:

$$\delta_{\text{ш}} = (0,65 \dots 0,75) e = 0,65 \cdot 25,5 = 16,5 \text{ мм.}$$

Визначимо діаметр обода:

Для ведучого шківа:

$$D_{o\delta} = d_1 - 2\delta = 171,4 - 2 \cdot 16,5 = 139,4 \text{ мм.}$$

Для веденого шківa:

$$D_{o\delta 2} = d_i - 2\delta = 421,4 - 2 \cdot 16,5 = 389,4 \text{ мм.}$$

Внутрішні діаметри шківів.

Ведучий шків:

$$d_{i1} = d - 2h = 200 - 2 \cdot 14,3 = 171,4 \text{ мм.}$$

де h — висота шківa.

Ведений шків:

$$d_{i2} = d - 2h = 450 - 2 \cdot 14,3 = 421,4 \text{ мм.}$$

Для шківів з диском визначимо товщину диска:

$$C_1 = (1,2 \dots 1,3) \delta = 1,2 \cdot 16,5 = 19,8 \approx 20 \text{ мм.}$$

Товщина диска для ведучого і веденого шківa буде дорівнювати 20 мм.

4.3 Вибір підшипників кочення валу

Основні критерії роботи здатності підшипника кочення – його динамічна і статистична вантажопідйомність.

За умовами роботи беремо радіальні сферичні двохрядні шарикові підшипники і перевіряємо їх на довговічність роботи.

Номінальна довговічність роботи підшипників в мільйонах обертів визначаємо по формулі [16]:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^p,$$

де p – показник степені, $p = 3$ [16];

C – динамічна вантажопідйомність, $C = 22,9 \text{ кН}$ [16];

P – еквівалентне навантаження.

$$P = V \cdot F_r \cdot K_o \cdot K_m,$$

де V – коефіцієнт, при обертанні внутрішнього кільця $V = 1$;

F_r – радіальне навантаження, $F_r = 0,562$ кН;

K_o – коефіцієнт враховуючий перевантаження, $K_o = 1,4$;

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T = 1,05$.

$$P = 1 \cdot 0,562 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 0,738 \text{ кН}.$$

$$L = \left(\frac{22,9}{0,738} \right)^3 = 3,140 \text{ млн.об.}$$

Номінальну довговічність в годинах визначаємо по формулі [16]:

$$L_n = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n_2},$$

$$L_n = \frac{10^6 \cdot 3,14}{60 \cdot 67,2} = 778,7 \text{ тис.год.}$$

Номінальна довговічність підшипників 100 тис. год. [16]. Умови вибору підшипників виконуються, вибираємо підшипник 1210.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальні питання з організації охорони праці

Робочі місця механізаторів укомплектовуються необхідним інвентарем, а робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяється палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводиться спеціальне місце.

Слідкують, щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюють працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

При вирощуванні сільськогосподарських культур вносять гербіциди і пестициди, тому при швидкості вітру більше 4 м/с роботи припиняються. Такі роботи проводять вранці або ввечері. Раніше щорічно на робочих місцях механізаторів проводили паспортизацію, складали санітарно-технічний паспорт робочого місця. Аналізуючи одержані дані при паспортизації намічалось ряд заходів по поліпшенню умов праці та організації робочого місця механізатора.

При вирощуванні та збиранні урожаю використовується велика кількість сільськогосподарських агрегатів та шкідливих речовин. Все це сприяє створенню для працюючих шкідливих умов та небезпечних умов праці.

Причинами професійних захворювань і виробничих травм можуть бути:

- забруднення повітря пилом вище допустимих норм під час проведення сільськогосподарських робіт;
- внесення гербіцидів та мінеральних добрив при вирощуванні та збиранні урожаю;

- відсутність захисних огорожень та щитків на частинах машин та механізмів, що рухаються або обертаються;
- робота на схилах з крутизною 8-9 градусів;
- відпочинок механізаторів в необладнаних місцях;
- проведення ремонтних робіт при працюючому двигуні трактора;
- незадовільний технічний стан тракторів та сільськогосподарських машин;
- необдумані та небезпечні дії робітників, які обслуговують агрегати;
- відсутність, несправність або не використання засобів індивідуального захисту;
- погана організація робочих місць;
- слабкий контроль з сторони керівників по дотриманню вимог охорони праці при виконанні небезпечних та шкідливих робіт;
- невідповідність працюючих та неякісне проведення інструктажів.

Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту: комбінезонами з пилозахисної тканини, чоботами, рукавицями, окулярами типу ПО-2 для захисту зору. Органи дихання захищають респіраторами з протипиловими та протигазовими патронами, в залежності від особливості роботи, яку виконують. Всі робочі місця, пов'язані з виробництвом насіння трав, забезпечується повністю укомплектованими медичними аптечками. Трактори і автомобілі забезпечені двосторонньою сигналізацією. Робітникам, які зайняті на роботах з шкідливими умовами видається спеціальне харчування (молоко), обладнано місця для відпочинку, а також встановлено особливий режим праці. На кожному агрегаті для забезпечення пожежної безпеки встановлено:

- вогнегасник ОУ- 3 – 1 шт.;
- штикова лопата – 1 шт.;
- брезент, ящик з піском;

- всі машини обладнані спеціальними засобами для відводу статичної електрики.

При технічному обслуговуванні МТА в польових умовах до роботи на пересувних агрегатах технічного обслуговування допускаються особи, які добре знають обладнання, трактори і сільськогосподарські машини, оволодіють навиками безпечного виконання робіт, пройшли навчання та інструктажі відповідно до вимог.

У зв'язку з тим, що деякі діагностичні прилади, інструмент і обладнання пунктів та пересувних агрегатів технічного обслуговування живляться електричним струмом, вони відповідно до Правил влаштування електроустановок (ПВЕ) належать до категорії електроустановок. Тому майстри діагности (майстри-наладчики), які обслуговують електроустановки та прилади, що від них живляться, відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПВЕ і ПТБ) мають третю кваліфікаційну групу з техніки безпеки для роботи з установками до 1000 В.

Трактористи-машиністи, які беруть участь у технічному обслуговуванні сільськогосподарської техніки разом з майстром-наладчиком, виконують роботу, яку він їм доручає.

Технічне обслуговування в польових умовах виконують у світлий час доби, як виняток допускається проведення його в нічний час двома працівниками за умови достатнього штучного освітлення.

Для технічного обслуговування сільськогосподарських машин в польових умовах вибирається рівна, горизонтальна ділянка з урахуванням вимог пожежної безпеки, особливо під час збирання врожаю зернових культур.

Під'їжджають агрегатом на підготовлений майданчик, гальмують, опускають робочі органи на землю і обов'язково вимикають двигун. В роз'єднаному стані для стійкості тракторів і сільськогосподарських машин підкладають упори. Перед тим, як домкратом підняти машину, під нього

підкладають дошку, а потім під раму міцні підставки. Домкрати встановлюють в місцях, позначених на рамі або зазначених в заводській інструкції даної машини.

Для технічного обслуговування використовується тільки справний інструмент, який відповідає вимогам техніки безпеки.

При огляді вузлів, механізмів і окремих деталей перш за все звертається увага на наявність запобіжника, щитків і захисних кожухів на деталях, що обертаються. Всі передачі надійно огороджують, а на відкидних огородженнях монтують засувки та замки. У машинно-тракторних агрегатах перевіряють стан причіпного пристрою і механізму навіски, отвори причіпної серги трактора і машини.

Після заміни спрацьованих деталей, регулюванні вузлів або механізмів роботу машини перевіряють на холостому ходу. Перед перевіркою прибирають з робочих органів інструмент та інші зайві предмети, подають попереджувальний сигнал і плавно без ривків пускають машину. Перед пуском тракторів або самохідних машин переконуються, що важіль коробки передач знаходиться у положенні “Нейтральне”. Не дозволяється стояти навпроти валів, які обертаються, ланцюгових та пасових передач, розвантажувальних вікон або конвеєрів.

Від’єднують трубопроводи або шланги, а також підтягують кріплення для усунення течі масла в гідравлічній системі тільки при відсутності тиску в системі і опущених на землю начіпних машинах чи робочих органах.

Заправляють трактори і самохідні машини паливом і мастильними матеріалами за допомогою механізованих заправних агрегатів МЗ-3905Т (03-1401И, 03-1401, 03-1362И, 02-1362) на шасі тракторних причепів 2ПТС-4М і 2ПТС-4МЗ-793. При цьому відстань між трактором і заправним агрегатом становить не менше 3 м. Пролите паливо або мастило з деталей машин витирають ганчіркою, а землю перекопують. Під час заправки трактора паливом не курять і не користуються відкритим вогнем. Стежать за справним станом заземлення.

Відкриваючи пробку радіатора, щоб не допустити опіків гарячою парою обличчя і рук, необхідно користуються рукавицями і стоять з навітряного боку, а пробку відкривають поступово.

При використанні закритих систем рідинного охолодження двигунів заливні горловини радіаторів мають бути обладнані кришками, що швидко знімаються і зблоковані з пароповітряними клапанами. Застосування закритих систем рідинного охолодження дозволяє підняти температуру закипання рідини від 100 до 105°C і вище, завдяки чому значно скорочується витрата рідини на охолодження двигуна.

При підвищенні температури в системі охолодження понад 105 °C і тиску (надлишковому) вище 30—40 кПа (0,3—0,4 ат) паровий клапан, при закритій кришці автоматично відкривається і випускає випари в атмосферу. Якщо ж необхідно відкрити кришку радіатора, то відповідно до вимог безпеки праці, механізатор повинен цю операцію здійснює за два прийоми. Спочатку частково повертають до обмежувального упору (при цьому паровий клапан повністю відкриє доступ для пари від заливної горловини в зливну трубку), коли тиск у внутрішній порожнині радіатора повністю зрівняється з атмосферним знімають кришку повністю. Проте найчастіше в умовах експлуатації дуже часто відкривають кришку з горловини-радіатора за один прийом. В результаті чого з горловини викидається перегріта пара і охолоджена рідина, яка потрапивши на незахищену шкіру рук або обличчя, викликає опіки.

При попаданні дизельного палива на руки механізатора, паливо викликає подразнення шкіри. Щоб запобігти цьому необхідно використовувати профілактичні пасти і мазі, а також мийні та дезінфікуючі засоби.

Перевіряють справність обода, відсутність тріщин, забоїв. Якщо спрацьований протектор, то покришку вибраковуюють.

При заміні деталей необхідно застосовувати знімачі і пристрої, які входять до обладнання пересувної майстерні.

В кабінах тракторів при проведенні технічного обслуговування

перевіряють справність склоочисника, який забезпечує чистоту лобового скла, справність замків дверей кабіни, щоб запобігти їх самовільному відкриванню.

При підготовці трактора до роботи в нічний час перевіряють справність електроосвітлення (фар, плафонів, підсвічування панелі контрольно-вимірювальних приладів в кабіні та ін.).

У процесі роботи необхідно періодично очищають радіатор двигуна від пилу й бруду. Продувають його стиснутим повітрям від агрегату технічного обслуговування або на стаціонарних пунктах технічного обслуговування. Працюють в захисних окулярах, спрямовуючи потік повітря від себе.

Переконавшись у відсутності людей поблизу, випробовують машину спочатку на холостому ходу, а потім під навантаженням, старанно перевіряють гальма і випробовують їх на ходу.

Для безпечного з'єднання трактора з начіпним знаряддям під'їжджають заднім ходом так, щоб кульові втулки нижніх тяг розмістилися проти відповідних пальців на рамі машини. За допомогою важеля гідросистемного підводять втулки до стикання з пальцями, з'єднують кульові шарніри тяг з пальцями машини і зашплінтовують. Якщо тракторний агрегат обладнаний автоматичною зчіпкою, її опускають разом з начіпним механізмом. Трактор подають назад, стежачи, щоб рамка автозчіпки увійшла в замок знаряддя і після включення гідросистеми на "Піднімання" знаряддя приєднують до трактора.

Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя вбік від осі трактора понад 120 мм, а їх замків вперед чи вбік більш як на 15°.

В процесі підготовки до роботи дискових борін і лушпильників, перевіряють кріплення, регулюють положення чистиків, змащують підшипники й встановлюють необхідний кут атаки дискових батарей, щільно підтягують і стопорять гайки на осях батарей. Зазор між чистиком і поверхнею диска встановлюють у межах 2—4 мм. Під час регулювання положення дисків, щоб не поранити руки гострими краями, користуються рукавицями.

Очищають дискові борони і луцильники спеціальними чистиками.

Забивання зубових борін значно зменшується, якщо зуби скошеними гранями встановити під кутом до напрямку руху агрегату, це сприяє їх самоочищенню.

Перед культивацією полів перевіряють стан культиваторів, кріплення гряділів, штанги, стояків робочих органів і вилок для їх піднімання.

Перед початком польових робіт поле оглядають і при необхідності підготовляють: засипають рови, ями, видаляють каміння, перешкоди позначають віхами. Біля ярів та крутих схилів встановлюють попереджувальні знаки та відбивають контрольні борозни, а в межах поля для роботи агрегатів — поворотні смуги.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30 - 40 м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату.

Переїзд тракторним агрегатом в поле, на місце роботи і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства.

Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюють, а на початку прямолінійного руху знову повертають у робоче положення. Якщо під час роботи в польових умовах потрібно замінити леміші плуга чи лапи культиватора, двигун трактора вимикають або від'єднують машину від трактора, а під раму начіпної машини підставляють надійні підставки.

При роботі в умовах надмірної запиленості, під час заправки туковисівних апаратів, а також при заточуванні робочих органів ґрунтообробних машин необхідно користуються захисними окулярами і рукавицями.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу

трактористом і одержання від старшого на агрегаті сигналу у відповідь. Необхідно стежити, щоб кришки ящиків для зерна й туків у сівалок були щільно закриті, при завантажуванні зерна відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив стоять з навітряного боку, надівши респіратор.

Періодично протягом робочого дня очищають бункери, живильні ковші, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів й усувають виявлені несправності. Чистики для очищення сошників мають дерев'яні ручки. Усувають несправності та очищають машину тільки після зупинки агрегату.

Забороняється під час руху агрегату переходити з однієї сівалки на іншу.

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Послаблені ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряють стан пневматичних коліс. Тиск повітря в камерах повинен відповідати заводській інструкції.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насіння тільки лопатками.

Під час грози необхідно зупинити агрегат, вимкнути двигун, а важіль коробки передач встановити у положення “Нейтральне”, зафіксувати гальма, націпну машину опустити на землю і відійти від трактора на відстань не менше як 15 м.

Протягом світлового дня підготовляють поле до збирання врожаю.

Видаляють або позначають віхами перешкоди, розбивають поле на загінки площею не більше, обкошують і прокошують їх, розорюють прокоси та підготовляють поворотні смуги.

Якщо у польових умовах необхідно усунути несправність, то після зупинки комбайна на рівній ділянці поля — вимкнути двигун, а на рульовому

колесі вивісити табличку: “Не включати! Працюють люди”. Якщо необхідно вийти з кабіни, комбайн слід зупинити, включити гальма та заглушити двигун.

5.2 Охорона праці при обробці насіннєвого вороху

Встановлено, що умови праці, при яких не виключається можливість дії на людей небезпечних виробничих факторів, можуть бути основною причиною виробничого травматизму і захворюваності на виробництві. Залежно від ступеня важкості праці встановлено шість груп умов праці: 1 - найбільш сприятливі; 2 - сприятливі; 3 - допустимі; 4 - несприятливі; 5 - дуже несприятливі; 6 - особливо несприятливі. Зниження важкості праці з третьої групи лише на один ступінь (до другої групи) підвищує продуктивність праці на 7,53%. Тому при проектуванні процесів с/г виробництва треба враховувати умови праці обслуговуючого персоналу і вимоги охорони праці.

Вимоги до обслуговуючого персоналу при роботі з машиною

Під час роботи на стаціонарних пунктах з переробки насіннєвого вороху бобових трав необхідно дотримуватися таких правил:

1) До роботи пускати тільки тих осіб, які пройшли інструкцію з безпечних прийомів роботи і знають конструкцію та регулювання обладнання стаціонарних пунктів по переробці насіннєвого вороху бобових трав.

2) Перед початком роботи робітник подає сигнал.

3) Під час роботи домолочуючого пристрою не можна стояти на рамі установки, усувати будь-які технічні несправності, очищати руками робочі органи та змащувати машину.

4) Категорично забороняється під час вивантаження проштовхувати ворох руками, ногами, лопатою чи іншими предметами. Для прискорення вивантаження такого вороху з бункера необхідно використовувати його віброзбудник. Доцільно також заповнювати бункер не більше ніж на одну третину обсягу. Крім того, у ньому можна встановити додатковий пристрій ворухіння з механічним, пневматичним чи гідравлічним приводом.

5) Не можна працювати, якщо несправний пункт з переробки насіннєвого вороху бобових трав.

6) Після закінчення усіх робіт стаціонарний пункт треба очистити від половини, і провести технічний огляд, якщо є несправності усунути їх.

5.3 Розрахунок охоронного освітлення

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

Розрахунок ведемо виходячи з виразу:

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

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

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

ρ - площа, яку освітлюють;

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

K_3 – коефіцієнт запасу;

N – кількість світильників;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Освітленість E знаходимо з виразу:

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

Площа:

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

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

Знаходимо кількість світильників, потрібних для охоронного освітлення:

$$N = \frac{E_H \cdot \rho \cdot z \cdot K_3}{\Phi_L \cdot \eta} = \frac{0,5 \cdot 240 \cdot 1,15 \cdot 1,1}{120 \cdot 0,95} = 1,33.$$

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.

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

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при організації і проведенні відповідних інструктажів.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

В зв'язку з відсутністю стабільних цін, доцільно визначати економічну ефективність технологічного процесу збирання насіння бобових трав з обробітком на стаціонарному пункті в порівнянні з іншими технологіями збирання за втратами насіння, затратах праці та витратах пального. Для порівняльного аналізу вибрали такі технології.

I. Збирання з обмолотом насіння зернозбиральним комбайном «Лан» з пристосуванням 54-108А (базова технологія).

II. Збирання насіннєвого вороху зернозбиральним комбайном «Лан» з наступним обробітком урожаю на стаціонарному пункті.

III. Збирання всієї рослинної маси кормозбиральним комбайном Е-280 з наступним її обробітком на стаціонарному пункті.

В Україні, як і в більшості країн, де вирощуються бобові трави на насіння, процес збирання урожаю здійснюється, в основному, за традиційними технологіями з використанням зернозбиральних комбайнів "Лан", обладнаних терковими пристроями 54-108А та відповідним чином відрегульованих (технологія I). Втрати насіння в процесі його збирання за такою технологією сягають до 30% вирощеного урожаю. Виробнича перевірка якості роботи цього комбайна на збиранні насіння бобових трав в ряді господарств показала, що при незначному збільшенні витрат пального на одиницю площі в порівнянні з серійним зернозбиральним комбайном, підвищилась якість витирання та сепарації насіння і, як наслідок, скоротились його втрати.

З метою зменшення втрат насіння бобових трав, а також запобігання впливу погодних умов на процес збирання застосовують технології, які передбачають виконання операцій обмолоту та сепарації насіння в стаціонарних умовах (технології II).

Знизити собівартість виробництва насіння бобових трав без значного збільшення його втрат в процесі збирання дозволяють технології, які

передбачають збирання в полі і подальшу переробку на стаціонарному пункті не всієї рослинної маси, а лише її частини, яка містить насіння. Здійснюється це шляхом часткового обмолоту рослинної маси зернозбиральними комбайнами при відповідних регулюваннях, що дають можливість відділити грубі солонисті домішки від насіннєвого вороху, який збирається в зерновому бункері комбайна (технологія III). В залежності від стану рослинної маси (вологість, ступінь стиглості насіння) та регулювань комбайнів насіннєвий ворох містить від 25 до 35% насіння, основна частина якого знаходиться в бобах, що зменшує його втрати просипанням.

На стаціонарному пункті насіннєвий ворох завантажується на лоток живильника-дозатора ПЗМ - 1,5, додатково герметизованого для усунення просипання насіння та полови, звідки він дозовано подається до приймального транспортера розробленого терково-сепаруючого блоку АВС - 1,5. Цей блок з продуктивністю 1,5т/год. перетирає насіннєвий ворох (ступінь витирання - не менше 98%) та відділяє і очищує насіння до чистоти за солонистими домішками не менше 95%. Втрати насіння на стаціонарному пункті не перевищують 3 % зібраного урожаю. Варто також відзначити, що обладнання стаціонарного пункту, при необхідності, може працювати в три зміни, практично цілодобово, з незначними зупинками на технічне обслуговування. Його робота не обмежена строками і погодними умовами, а наявність сушильного обладнання і накопичувальних майданчиків сприяє рівномірному завантаженню і ефективному його використанню.

Механізація завантажувально-розвантажувальних операцій та використання пневмотранспорту для відведення полови суттєво знижують затрати праці, які лише на 20% перевищують показники традиційної комбайнової технології збирання насіння бобових трав. При підсушуванні рослинної маси зростають витрати пального, але при підвищеній вологості це єдина можливість зібрати і зберегти вирощений урожай насіння. Використання електричних двигунів для приведення в дію робочих органів обладнання стаціонарного пункту дозволяє економити дороге дизельне паливо, яке

витрачається лише на скошування або зчісування рослинної маси та її транспортування на стаціонарний пункт.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності робіт, приведених в дипломному проекті, представлені в табл. 6.1.

Основними економічними показниками процесу збирання насіння трав за базовою і вдосконаленою технологією є затрати праці, прямі експлуатаційні затрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію.

Затрати праці на збиранні комбайном визначаються за формулою:

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

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$W_{\text{г}}$ – продуктивність комбайна за годину, га/год.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Базовий комбайн	Модернізований
Продуктивність, га/год.	1,5	2,5
Питомі витрати палива, кг/га	13,8	9,53
Вартість комбайна, грн.	455000	455000

Затрати праці при збиранні насіння трав базовим комбайном будуть дорівнювати:

$$Z_{\text{п.б}} = \frac{1}{1,5} = 0,67 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці при збиранні врожаю за розробленою технологією будуть дорівнювати:

$$Z_{п.м} = \frac{1}{2,5} = 0,40 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при збиранні запропонованою технологією становить 0,24 люд.год/га.

Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на збиранні проводиться 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.

Оплата праці механізатору проводиться за виконану норму по 6-му розряду тарифної сітки і з врахуванням підвищення мінімальної заробітної плати до 8647 грн. становить 360,3 грн./зміну [26]. За 1 га зібраного поля основна оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{зм}} \quad (6.3)$$

де C^T - оплата праці за норму виробітку по тарифній сітці.

При роботі на базовому комбайні оплата праці механізатору за 1 га зібраної площі становить:

$$C'_{o.б} = \frac{360,3}{1,5} = 240,2 \text{ грн./га.}$$

При цьому на основну оплату механізатору проводять нарахування:

- за інтенсивність праці – до 12 % тарифної ставки;
- за високу професійну майстерність – для робітників 6-го розряду до 24 %;

- за виконання особливо важливих робіт – до 50 % окладу;
- за класність механізатору 1-го класу – до 20 % від тарифної ставки.

Для механізатора, який працює на базовій машині, ці доплати відповідно становлять: 28,8 грн./га; 57,6; 120,1 і 48,0 грн./га. Загальна зарплата з доплатами для механізатора на збиранні базовим комбайном становить:

$$C''_{o.б} = 240,2 + 28,8 + 57,6 + 120,1 + 48,0 = 494,7 \text{ грн./га.}$$

При роботі за новою технологією оплата праці механізатора за 1 га зібраної площі буде дорівнювати:

$$C'_{o.м} = \frac{360,3}{2,5} = 144,1 \text{ грн./га.}$$

Вказані вище доплати для цієї основної оплати праці будуть відповідно дорівнювати: 17,3 грн./га; 34,6; 72,1 і 28,8 грн./га. Основна оплата праці з доплатами буде дорівнювати:

$$C''_{o.м} = 144,1 + 17,3 + 34,6 + 72,1 + 28,8 = 296,9 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на амортизацію зернозбирального комбайна визначаються по формулі:

$$C_a = \frac{S_m \cdot j}{100 \cdot T_K \cdot W_\Gamma}, \quad (6.4)$$

де S_m – балансова вартість зернозбирального комбайна, грн.

j – норма річних відрахувань на амортизацію комбайна, %;

T_K – річне завантаження комбайна, год. (приймаємо за нормативами 160 год.).

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для

зернозбиральних комбайнів складає 15 %. Витрати на амортизацію для в випадку застосування базового зернозбирального комбайна будуть дорівнювати:

$$C_{a.б} = \frac{455000 \cdot 15}{100 \cdot 160 \cdot 1,5} = 284,4 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні витрати для комбайна, який працює за новою технологією будуть становити:

$$C_{a.м} = \frac{455000 \cdot 15}{100 \cdot 160 \cdot 2,5} = 170,6 \text{ грн./га}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування зернозбирального комбайна визначаються аналогічно при нормі річних відрахувань 15 % від вартості комбайна. Для базової машини вони становлять:

$$C_{р.б} = \frac{455000 \cdot 15}{100 \cdot 160 \cdot 1,5} = 284,38 \text{ грн./га}$$

Для модернізованого комбайна витрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{р.м} = \frac{455000 \cdot 15}{100 \cdot 160 \cdot 2,5} = 170,63 \text{ грн./га}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються рівнянням:

$$C_{пмм} = g_{га} Ц_{т}, \quad (6.5)$$

де $g_{га}$ – витрати палива на збиранні 1 га насінників, кг/га;

C_T – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і залежить від марки двигуна, машини і ціни на ринку (постачальника). Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для зернозбиральних комбайнів становлять:

- дизельне мастило – 5 %;
- автотракторне мастило – 3,7 %;
- солідол – 0,5 %;
- трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'єму закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 84,5 грн/л. Питомі витрати палива на 1 га зібраної площі беремо визначаються за нормативами. Тоді питомі затрати на паливо і мастильні матеріали для базового комбайна будуть дорівнювати:

$$C_{\text{ПММ.б}} = 13,8 \cdot 84,5 = 1166,1 \text{ грн./га}$$

Для комбайна, що працює за новою технологією:

$$C_{\text{ПММ.м}} = 9,53 \cdot 84,5 = 805,3 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на збиранні насіння трав базовим зернозбиральним комбайном становлять:

$$C_б = 494,7 + 284,4 + 284,4 + 1166,1 = 2229,6 \text{ грн./га}$$

Аналогічні затрати на збиранні комбайном за новою технологією:

$$C_м = 269,9 + 170,6 + 170,6 + 805,3 = 1416,4 \text{ грн./га.}$$

Економічний ефект від роботи комбайна за новою технологією в порівнянні з базовою машиною буде становити:

$$E = C_6 - C_m = 2229,6 - 1416,4 = 813,2 \text{ грн./га.}$$

При впровадженні на площі 100 га річний економічний ефект становить:

$$E_{p,1} = 813,2 \cdot 100 = 81320 \text{ грн.}$$

Впровадження в виробництво розробленої технології з домолотом насіннєвого вороху на стаціонарі дозволить також знизити втрати насіння на 25 – 35 % в порівнянні з базовою машиною. При врожайності насіння люцерни 4,6 ц/га 30 % втрат становить 1,38 ц/га. При вартості насіння (в залежності від ринкової ситуації) 200000 грн./т економічний ефект від запобігання втрат становить 27600 грн./га, а річний економічний ефект при впровадженні на площі 100 га:

$$E_{p,2} = 27600 \cdot 100 = 2760000 \text{ грн.}$$

Загальний річний економічний ефект від впровадження у виробництво модернізованого комбайна становить:

$$E = 81320 + 2760000 = 2841320 \text{ грн.}$$

При домолочуванні насіннєвого вороху на стаціонарному пункті (технологія II), який запропоновано розташувати на току господарства, де є крита площадка і всі необхідні комунікації і який обслуговує два робітника, затрати на оплату праці, електроенергію і капітальні затрати (обладнання) становитимуть близько 52 тис. грн.

Строк окупності затрат на впровадження нової технології збирання насіння трав визначається за формулою:

Таблиця 6.2 - Основні економічні показники проекту

Назва показників	Базовий комбайн	Розроблена технологія
1. Продуктивність, га/год.	1,5	2,5
2. Затрати праці, люд.год./га	0,67	0,40
3. Економія затрат праці, люд.год./га	-	0,27
4. Прямі експлуатаційні затрати при роботі комбайнів, грн../га	2229,6	1416,4
В т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	494,7	296,9
амортизаційні відрахування	284,4	170,6
витрати на ремонт і ТО	284,4	170,6
витрати на паливо і мастила	1166,1	805,3
5. Зниження прямих затрат, грн../га	-	813,2
6. Економічний ефект від зменшення втрат насіння при збиранні, грн../га	-	27600
7. Додаткові затрати на впровадження технології, грн..	-	52000
7. Річний економічний ефект, грн.	-	2841320
8. Строк окупності затрат, років	-	0,02

$$O_3 = \frac{C_M}{E} \quad (6.7)$$

$$O_3 = \frac{52000}{2841320} = 0,02 \text{ років}$$

Основні економічні показники проекту представлені в табл. 6.2.

Основні показники економічної ефективності впровадження технології обмолоту насіннєвого вороху на стаціонарному пункті показані на листі графічної частини роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Фізико-механічні властивості насіння бобових трав змінюються в великих межах. Для визначення параметрів і режиму роботи домолочувального пристрою необхідно знати як максимальні і мінімальні значення характеристик, так і середні їх значення, а також закономірності їх розподілу.

2. Аналіз існуючих технологій збирання насіння бобових трав показав, що найбільш перспективною є технологія, яка передбачає збирання в полі насіннєвого вороху з наступним обробітком урожаю на стаціонарному пункті. Відсутність технічних засобів для ефективної реалізації цієї технології призвела до пошуку нових шляхів рішення проблеми.

3. Встановлено, що застосування методу переробки на стаціонарному пункті насіннєвого вороху дозволяє здійснювати збиральні роботи якісно і з мінімальними втратами насіння навіть при високій вологості рослинної маси бобових трав.

4. Використані аналітичні залежності дозволили встановити раціональні параметри і режими роботи домолочуючого пристрою. Аналітичним шляхом визначили енергетичні показники роботи окремих вузлів збирального агрегату.

5. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні відповідних інструктажів і для підвищення рівня умов праці працівників на виконанні сільськогосподарських робіт при домолоченні насінників трав.

6. В умовах впровадження розробок на площі 100 га люцерни економічний ефект від впровадження становить 2841320 грн. і затрати окупаються на протязі першого року впровадження технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чипляка С.П., Подлесний М.В. Насінництво багаторічних трав. – Агробізнес сьогодні. - 08 квітня 2013// <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/305-nasinnytstvo-bahatorichnykh-trav.html>.
2. Ковбасюк П. Вирощуємо люцерну на насіння // <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohiiyi-vyroshchuvannya/vyroshchuyemo-lyutsernu-na-nasinnya/>.
3. 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>.
4. Смакота Я. Люцерна: технологія вирощування // <https://agroapp.com.ua/uk/blog/lyucerna-tehnologiya-viroshhuvannya/>.
5. 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.
6. Зінченко Б. С. Люцерна і конюшина / Б. С. Зінченко, В. С. Ключ та ін. – К.: Урожай, 1989. – 162 с.
7. Зінченко Б. С. Довідник по виробництву насіння багаторічних трав / Зінченко Б. С. і ін. – К.: Урожай, 1990. – 230 с.
8. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.
9. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
10. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.
11. Гетман Н. Я., Квітко М. Г., Циганський В. І. Люцерна посівна/ Монографія. – Вінниця, ТОВ «Твори». 2021. - 428 с.

12. Карпенко М. Розширення функціональності кормозбиральної техніки// Пропозиція. - № 4, 2006. – с. 120-122.
13. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. – с. 116-118.
14. 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.
15. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
16. 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.
17. Лауш П.В., Клименчук П.Н., Завгородський Н.Д. Експлуатація і ремонт машинно-тракторного парку. – Київ, Вища школа, 1984. – 205 с.
18. 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.
19. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П.Джолос та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
20. Кобець А.С., Деркач О.Д., Макаренко Д.О. Машиновикористання в рослинництві (енергетичний аналіз): навч. посіб. Дніпро: Пороги, 2025. – 128 с.
21. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
22. Типові норми виробітку, витрати палива на механізовані польові роботи в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1987. – 416 с..

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

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

25. 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.

26. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 2