МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

_____

Михайло ШУЛЯК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «*Забезпечення надійності зернозбиральних комбайнів шляхом підвищення зносостійкості їх деталей*»

Виконав: _____ *Олеся КРАВЧЕНКО*
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Група: *СТЗ 2401-1м*

Науковий керівник: _____ *Михайло ДУМАНЧУК*
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент: _____ *Олександр ІВЧЕНКО*
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2025

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

АНОТАЦІЯ

Кравченко Олеся Сергіївна «Забезпечення надійності зернозбиральних комбайнів шляхом підвищення зносостійкості їх деталей»

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра з агроінженерії за освітньою програмою «Системи точного землеробства» зі спеціальності 208 Агроінженерія. Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

У роботі досліджено комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням надійності та підвищенням довговічності деталей зернозбиральних комбайнів у процесі їх інтенсивної експлуатації. Актуальність теми зумовлена тим, що понад 80 % відмов сільськогосподарської техніки виникають через зношування поверхонь тертя, а втрати врожаю внаслідок простоїв комбайнів можуть сягати 15–30 %. Особливу увагу приділено жниваркам та ріжучим апаратам, адже саме вони становлять найбільш навантажені вузли і визначають якість та ефективність збирання врожаю.

Метою роботи є підвищення надійності зернозбиральних комбайнів шляхом зниження інтенсивності зношування їх деталей та впровадження технології епіламування як ефективного методу покращення триботехнічних властивостей поверхонь. Для досягнення мети проаналізовано конструкцію зернозбиральних комбайнів, умови роботи жаток і ріжучих механізмів, розглянуто причини виходу з ладу основних вузлів, а також досліджено можливості застосування епіламних покриттів для підвищення ресурсу тертьових пар.

У теоретичній частині детально охарактеризовано будову жатки, ріжучого апарату, мотовила, транспортерів та шнека, наведено особливості їх регулювання та технічного обслуговування. Встановлено, що більшість відмов пов'язана з абразивним зношуванням, ударними навантаженнями, вібраціями, некоректним регулюванням і впливом агресивного середовища. Практична частина присвячена дослідженню технології епіламування, яка завдяки утворенню тонкої поверхневої плівки знижує коефіцієнт тертя, перешкоджає адгезії забруднень та істотно підвищує зносостійкість деталей.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Також проведено техніко-економічну оцінку впровадження технології, яка показала доцільність її використання завдяки зменшенню затрат на ремонт та продовженню ресурсу комбайнів. У роботі наведено рекомендації з охорони праці та безпечної експлуатації техніки.

Результати дослідження підтверджують ефективність епіламування як способу підвищення довговічності робочих органів зернозбиральних комбайнів і можуть бути використані у виробничій практиці та системі сервісного обслуговування аграрної техніки.

Ключові слова: жатка, комбайн, привод, зношування, епіламування, технічне обслуговування, ремонт, зносостійкість.

ABSTRACT

Kravchenko Olesya Serhiivna "Ensuring the reliability of combine harvesters by increasing the wear resistance of their parts"

Qualification work for the degree of master in agricultural engineering under the educational program "Precision farming systems" in the specialty 208 Agricultural engineering. Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The work investigates a set of issues related to ensuring the reliability and increasing the durability of combine harvester parts during their intensive operation. The relevance of the topic is due to the fact that more than 80% of agricultural machinery failures occur due to wear of friction surfaces, and crop losses due to combine harvester downtime can reach 15–30%. Special attention is paid to reapers and cutting devices, because they are the most loaded units and determine the quality and efficiency of harvesting.

The aim of the work is to increase the reliability of combine harvesters by reducing the intensity of wear of their parts and introducing epilam technology as an effective method of improving the tribotechnical properties of surfaces. To achieve the goal, the design of combine harvesters, operating conditions of headers and cutting mechanisms were analyzed, the causes of failure of the main components were considered, and the possibilities of using epilam coatings to

increase the resource of friction pairs were investigated.

The theoretical part describes in detail the structure of the header, cutting device, reel, conveyors and auger, and the features of their adjustment and maintenance are given. It was established that the majority of failures are associated with abrasive wear, shock loads, vibrations, incorrect adjustment and the influence of an aggressive environment. The practical part is devoted to the study of epilam technology, which, due to the formation of a thin surface film, reduces the friction coefficient, prevents the adhesion of contaminants and significantly increases the wear resistance of parts.

A feasibility study of the technology implementation was also conducted, which showed the feasibility of its use due to the reduction of repair costs and the extension of the resource of combines. The paper provides recommendations on labor protection and safe operation of equipment.

The results of the study confirm the effectiveness of epilaming as a way to increase the durability of the working bodies of combine harvesters and can be used in production practice and the system of service maintenance of agricultural machinery.

Keywords: header, combine, drive, wear, epilaming, maintenance, repair, wear resistance.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

ЗМІСТ

Вступ 6
Розділ 1 Аналіз конструкції та умов роботи зернозбирального комбайна .. 8
1.1 Аналіз особливостей експлуатації зернозбиральних комбайнів 8
1.2 Конструкція зернової жниварки 10
1.3 Особливості конструкції ріжучого апарату 16
1.3 Особливості ТО жниварок зернозбиральних комбайнів 29
1.4 Висновки по розділу 1 33
Розділ 2. Дослідження методів підвищення надійності комбайнів. 35
2.1 Причини виходу з ладу зенозбиральних комбайнів 35
2.2 Епіламування поверхонь для підвищення зносостійкості 39
2.3 Виконання досліджень ефективності епіламування 42
2.4 Висновки по розділу 2. 49
Розділ 3 Охорона праці 50
3.1 Організація роботи з охорони праці 50
3.2 Рекомендації щодо впровадження безпечних умов праці 52
3.4 Висновки по розділу 3 55
Розділ 4 Техніко-економічна оцінка 56
ВИСНОВКИ 59
Список використаних джерел 60
ДОДАТКИ 64

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

ВСТУП

Щорічно значна частина машин і обладнання втрачає ефективність через поломки або зношування. Використання сучасних технологій у ремонті зношених деталей дозволяє суттєво скоротити кількість операцій, а також знизити виробничі та матеріальні витрати. Зокрема, ремонт і модернізація вузлів можуть коштувати 60-80% від вартості виготовлення нових деталей, що сприяє економії ресурсів, таких як сировина, паливо, енергія та трудові ресурси.

Надійність сільськогосподарської техніки є ключовим фактором її ефективності. Вона визначається здатністю машин працювати тривалий час із мінімальними витратами. Поломки техніки можуть призводити до затримок у виконанні агротехнічних робіт, що в свою чергу спричиняє втрати врожаю на рівні 15-30%. Для великих площ орних земель навіть незначне зниження надійності машин може мати серйозні наслідки для сільського господарства. Наприклад, п'ятиденна затримка у посіві ярих культур через несправність техніки може зменшити врожайність на 3,3 центнера з гектара.

Термін служби та продуктивність сільськогосподарської техніки значною мірою залежать від зносу тертьових деталей. За даними експлуатації, 80-90% поломок машин спричинені саме зношуванням компонентів. Вибір відповідних матеріалів і покриттів для тертьових з'єднань є критичним фактором, що впливає на зносостійкість і довговічність машин. Оптимізація покриттів для вузлів тертя мобільної техніки є перспективним та економічно вигідним підходом для підвищення продуктивності й продовження терміну служби обладнання.

Таким чином, впровадження інноваційних рішень у ремонтні процеси та використання сучасних матеріалів для вузлів тертя є важливими кроками для забезпечення ефективності та надійності сільськогосподарської техніки, що сприятиме зменшенню втрат у сільському господарстві та підвищенню загальної продуктивності галузі.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Метою роботи є підвищення зносостійкості поверхневих шарів деталей приводу ріжучого апарату зернових жаток, за рахунок формування на них захисного шару.

Об'єкт дослідження – методи формування на поверхнях тертя деталей приводу ріжучого апарату зернових жаток зностійкого шару.

Предмет дослідження – якісні параметри поверхневих шарів деталей приводу ріжучого апарату.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА УМОВ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

1.1 Аналіз особливостей експлуатації зернозбиральних комбайнів

Аналіз особливостей експлуатації зернозбиральних комбайнів є важливим аспектом для забезпечення ефективності сільськогосподарського виробництва. Основними критеріями оцінки роботи комбайнів є їх продуктивність, надійність, економічність і відповідність агротехнічним вимогам.

Перш за все, слід враховувати конструктивні особливості зернозбиральних комбайнів, зокрема тип молотарки, потужність двигуна, ширину жатки та інші технічні характеристики. Вибір моделі комбайна залежить від розмірів оброблюваних площ, типу вирощуваних культур і кліматичних умов регіону.

Експлуатація комбайнів вимагає дотримання ряду правил, зокрема регулярного технічного обслуговування, перевірки вузлів і агрегатів перед початком сезону збору врожаю, а також своєчасного усунення несправностей. Особливу увагу слід приділяти налаштуванню робочих органів комбайна для мінімізації втрат зерна та забезпечення високої якості обмолоту.

Також важливим фактором є підготовка операторів комбайнів. Високий рівень кваліфікації персоналу дозволяє ефективно використовувати техніку, зменшувати ризик поломок і підвищувати продуктивність роботи.

В умовах сучасного сільського господарства дедалі більше уваги приділяється впровадженню інноваційних технологій, таких як системи автоматичного керування, датчики для моніторингу врожайності та GPS-навігація. Це дозволяє оптимізувати процес збору врожаю, знижуючи

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

витрати пального та підвищуючи точність виконання операцій.

Аналіз особливостей експлуатації зернозбиральних комбайнів є багатогранним процесом, що охоплює технічні, організаційні та економічні аспекти. Комплексний підхід до цього питання сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва та забезпеченню стабільного врожаю.

Причини втрати працездатності зернозбиральних комбайнів можуть бути пов'язані як із технічними несправностями, так і з зовнішніми факторами. Основні причини можна класифікувати наступним чином:

1. Технічний знос і пошкодження деталей

Зношення рухомих частин, таких як підшипники, ремені, ланцюги та шестерні.

Поломки вузлів через недостатнє обслуговування або використання неякісних матеріалів.

Несправності двигуна, гідравлічної системи чи трансмісії.

2. Недостатнє технічне обслуговування

Нерегулярне проведення профілактичних оглядів та обслуговування.

Використання невідповідних мастильних матеріалів або їх несвоєчасна заміна.

Ігнорування інструкцій з експлуатації, що призводить до перевантаження механізмів.

3. Неправильна експлуатація

Порушення технології роботи, наприклад, перевищення допустимих навантажень або швидкості.

Робота на полях із високим рівнем вологості чи нерівною поверхнею без відповідного налаштування техніки.

4. Вплив зовнішніх факторів

Висока запиленість, яка може спричинити засмічення фільтрів та систем охолодження.

Агресивні погодні умови, такі як надмірна спека чи дощ, які впливають на роботу електронних систем та механічних вузлів.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

5. Якість палива та витратних матеріалів

Використання низькоякісного палива може призвести до засмічення паливної системи та зниження ефективності роботи двигуна.

Неякісні запасні частини або витратні матеріали підвищують ризик поломок.

6. Застаріла модель техніки

Відсутність сучасних систем діагностики та автоматизації у старих моделях комбайнів.

Обмежена доступність запчастин для ремонту старих машин.

Для мінімізації втрат працездатності зернозбиральних комбайнів важливо дотримуватися графіка технічного обслуговування, використовувати якісні матеріали та запасні частини, а також забезпечувати навчання персоналу для правильної експлуатації техніки.

1.2 Конструкція зернової жниварки

Конструкція зернозбиральних комбайнів є складною та залежить від типу і способу збирання врожаю. Основні компоненти комбайна забезпечують ефективність роботи та якість збирання зернових культур.

Основна рама комбайна слугує базою для всієї конструкції та зазвичай оснащена колесами або гусеницями для пересування полем. Жатка є ключовим елементом, призначеним для зрізання стебел зернових культур. Вона може мати різні конструкції, наприклад стрічкові чи роторні системи, залежно від моделі та виробника.

Жатварка відповідає за відділення зерна від стебла, використовуючи методи різання, обмолоту чи інші технології. Обмолотка здійснює відділення зерна від колосся за допомогою барабанів або роторів, які дроблять стебла та відокремлюють зерно. Сепаратор забезпечує очищення зерна від домішок, використовуючи повітряні потоки або механічні системи для розділення легких і важких частин.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Збірник виконує функцію тимчасового зберігання зібраного зерна, яке потім може бути перевантажено в транспортні засоби для подальшого транспортування до складу. Сучасні комбайни обладнані автоматизованими системами керування, які дозволяють регулювати швидкість, висоту різання та інші параметри, забезпечуючи точність і продуктивність роботи.

Транспортна система комбайна перемішує зібране зерно до збірника або транспортного засобу. Деякі моделі оснащені подрібнювачами соломи, які переробляють залишки стебел і розподіляють їх на полі.

Традиційні жатки включають такі основні елементи:

- Кожух;
- Ролик для утримання рослин до моменту зрізання;
- Стабілізуючі шкарпетки;
- Зворотно-поступальний ніж із рухомою та нерухомою частинами;
- Шнек і транспортер для переміщення зрізаної культури на платформу.

Робота зернозбирального комбайна залежить від способу збирання врожаю. При обмолоті зерна зі стерні використовуються вальці та ножі, тоді як при попередньому збиранні задіюються підбирачі, стрічкові транспортери, шнеки або перекидні бункери.

Сучасні моделі комбайнів часто оснащені передовими технологіями для оптимізації продуктивності та зниження витрат праці. Конструкція може варіюватися залежно від виробника та моделі, що дозволяє адаптувати техніку до конкретних умов роботи.

Будова жатки зернозбирального комбайна

Зернозбиральні комбайни є важливим обладнанням для аграрного сектору, яке використовується для ефективного збирання врожаю та обмолоту зернових культур. Жатка є ключовим елементом комбайна, який забезпечує зрізання, транспортування та підготовку рослин до подальшої обробки.

Типи зернозбиральних комбайнів

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

1. Класичні комбайни

Цей тип обладнання оснащений платформою або шнеком. Платформа використовується для зрізання стерні під час роздільного збирання, тоді як шнек підходить для обох способів — як роздільного, так і прямого збирання. Класичні жатки є найпоширенішими завдяки своїй універсальності та надійності.

2. Комбайни для збирання волоті

Ці машини мають конструкцію, що включає гребінку на одному або двох обертових барабанах. Ротор під час роботи обертається, а гребінки нахиляють стебла вперед, спрямовуючи їх під передній кожух. Цей тип жатки забезпечує ефективне відокремлення зерна від стебел.

Принцип роботи жатки

Під час роботи жатка виконує такі функції:

- Зрізання стебел рослин;

- Транспортування зрізаного матеріалу до молотильного апарату або укладання його у валок для подальшої обробки;

- У деяких випадках — попередній обмолот зерна.

Стебло рослини проходить через щілину, де формується бульбоцибулина. Після цього стебла потрапляють у повітряний потік, який транспортує їх до шнека, а звідти — у перекидний бункер і молотильний апарат.

Особливості експлуатації

Оператор комбайна повинен уважно стежити за роботою жатки:

- Контролювати висоту стебел, які зрізаються, щоб забезпечити рівномірність роботи;

- Забезпечувати правильне положення стебел біля нижнього переднього поворотного барабана;

- Використовувати регульовані кожухи для роботи з рослинами різної висоти (якщо така функція передбачена конструкцією жатки).

Завдяки своїй багатофункціональності та адаптивності, сучасні

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

зернозбиральні комбайни дозволяють аграріям знижувати втрати врожаю та підвищувати продуктивність праці.

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд зернового комбайна в полі

Зернозбиральні комбайни є незамінними машинами в аграрному секторі, забезпечуючи ефективне збирання врожаю широкого спектра сільськогосподарських культур, таких як пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза, соя, соняшник і ріпак. Розглянемо конструктивні особливості комбайнів на прикладі моделі "Дон-1500".

Основним завданням жатки комбайна є збирання врожаю, формування рівномірного потоку зернової маси та її транспортування до молотильного апарату. Комбайни можуть бути призначені як для суцільного, так і для роздільного збирання врожаю. Різноманітність розмірів і ширини захвату жаток дозволяє обирати машини відповідно до потреб конкретного господарства.

Конструкція комбайна включає основний корпус, який складається зі зварної рами, обшитої листовим металом, бічних стінок і заднього кронштейна. На бокових стінках розміщені гідроциліндри для регулювання положення мотовила, а також механізми приводу шнека та коливальної шайби. Варіатор приводу мотовила встановлений на лівій бічній стінці.

Для забезпечення зручності монтажу косильного обладнання в польових умовах передбачені гвинтові домкрати. Крім того, конструкція

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

включає копіювальний башмак для точного копіювання рельєфу поля та опорну трубу з центральним шарніром для стабільності роботи.

Завдяки продуманій конструкції та функціональним елементам зернозбиральні комбайни забезпечують високу продуктивність і якість збирання врожаю навіть за складних умов експлуатації.

Підвіска і механізм вирівнювання косильного апарата комбайна забезпечують ефективну роботу жатки за різних умов експлуатації. Комбайн поєднаний з молотаркою через розпірки та камеру нахилу, що дозволяє регулювати положення основного корпусу перекидної камери за допомогою гідроциліндра. Конструкція передбачає можливість підйому і опускання корпусу для адаптації до рельєфу поля.

Корпус косарки закріплений на розпірці у трьох точках: центральний шарнір забезпечує обертання, а бокові підвіски з пружинними блоками гарантують стабільність і вирівнювання. Трубчаста рама косарки спирається на упори, які ковзають по роликах, запобігаючи зворотному руху і забезпечуючи надійність конструкції.

Механізм вирівнювання дозволяє працювати як з копіюванням ґрунту, так і без нього. У режимі копіювання башмак ковзає по поверхні поля, підтримуючи висоту косіння і забезпечуючи постійний тиск на ґрунт. Регулювання натягу пружин дає можливість змінювати силу притискання башмака до землі, що важливо для забезпечення стабільної роботи навіть у разі деформації косарки.

Система копіювання враховує поздовжнє та поперечне відхилення жатки. Поздовжнє копіювання становить ±150 мм незалежно від ширини жатки, тоді як поперечне залежить від її робочої ширини: ±160 мм для жатки 5 м і ±230 мм для жатки 7 м.

Конструкція підвіски та механізму вирівнювання сприяє стабільності роботи комбайна, забезпечуючи високу продуктивність і надійність під час збирання врожаю.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

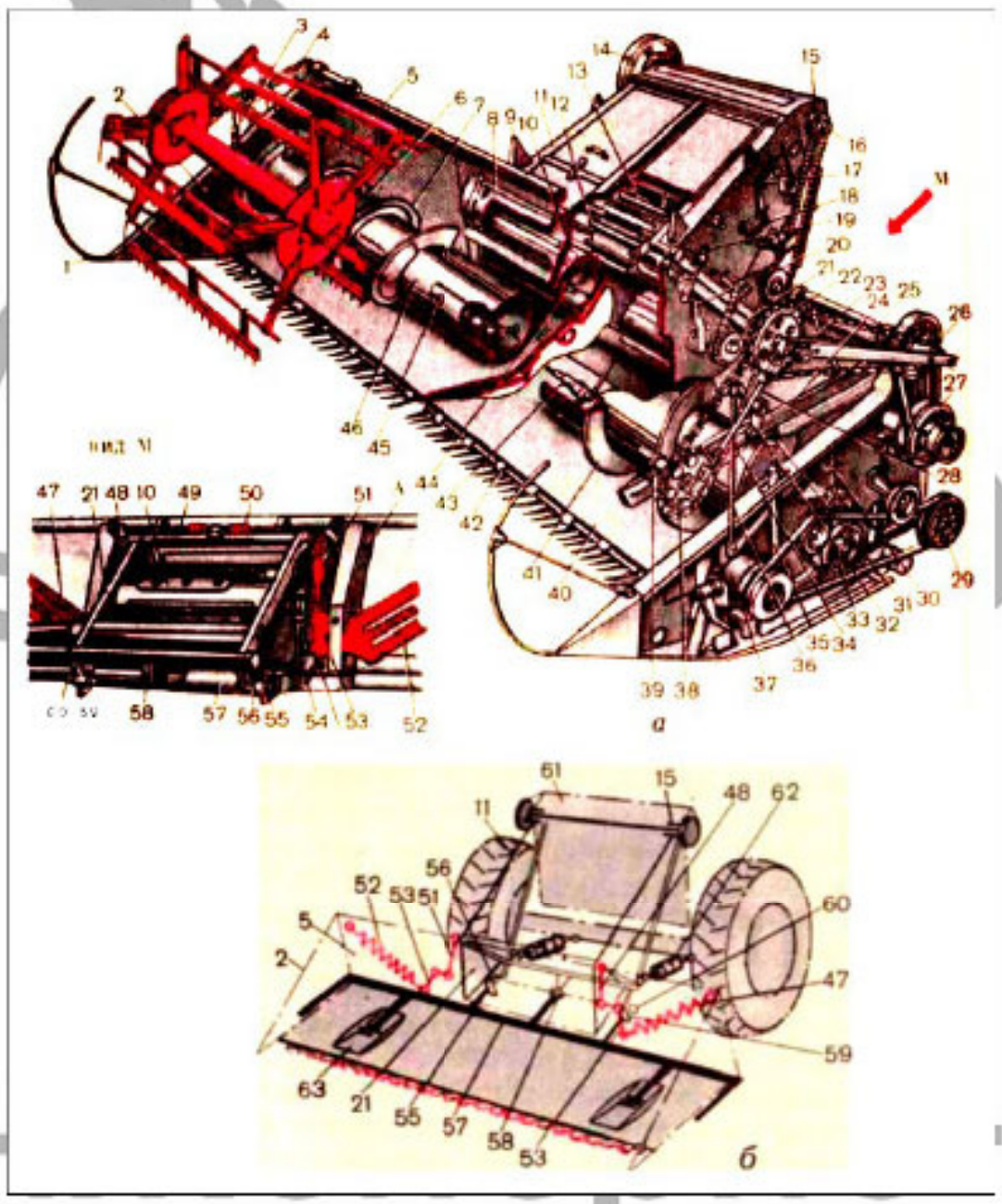


Рисунок 1.2 – Принципова конструкція жниварки:
а – загальний вигляд; б – механізм врівноваження.

Для ефективної роботи пристрою на пухкому або вологому ґрунті рекомендується дотримуватися наступних рекомендацій:

1. Вимкнення механізму балансування

У ситуаціях, коли черевики пристрою погано ковзають і створюють переднє навантаження, необхідно вимкнути механізм балансування. Це дозволить знизити опір руху та оптимізувати витрату енергії.

2. Використання протектора шини

Інформаційно-технологічний факультет СНАУ

Для покращення пересування слід працювати протектором шини, піднімаючи черевик над поверхнею ґрунту. Це допоможе уникнути надмірного тертя та забезпечить більш плавне пересування.

3. Робота на нерівній поверхні

При роботі на нерівній місцевості важливо уникати створення глибоких колій. Це дозволить підтримувати стабільність пристрою та зменшити вплив на структуру ґрунту.

Дотримання цих рекомендацій сприятиме підвищенню ефективності роботи пристрою та зменшенню витрати палива.

1.3 Особливості конструкції ріжучого апарату

Ріжучий апарат жатки комбайна є ключовим елементом механізму, що забезпечує ефективне збирання зернових культур. Його конструкція та функціональні особливості значно впливають на якість виконання агротехнічних операцій. Основні елементи ріжучого апарату включають:

Ножі або леза

1. Плоскі ножі: Застосовуються для збирання таких культур, як пшениця, ячмінь, овес. Їх конструкція забезпечує точне та чисте зрізання стебел.

2. Зубчасті ножі: Використовуються для культур із більш щільною структурою, таких як буряк чи соняшник. Вони забезпечують ефективність навіть у складних умовах.

Секції ріжучого апарату

1. Фіксовані секції: Нерухомі елементи, які забезпечують стабільність роботи апарату. Їх конструкція залежить від типу комбайна.

2. Регульовані секції: Дозволяють змінювати ширину збирання відповідно до потреб оператора та специфіки культури.

Механізми різання

1. Вертикальний механізм: Ножі рухаються вгору і вниз, що

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

забезпечує точне зрізання стебел.

2. Горизонтальний механізм: Ножі можуть рухатися вперед-назад або обертатися, що дозволяє ефективно збирати рослини різної структури.

Захисні механізми: Застосовуються для безпеки оператора та запобігання пошкодженню рослин чи обладнання.

Різновиди ріжучих апаратів

1. Жатки для зернових культур: Призначені для збирання пшениці, ячменю, вівса та інших зернових.

2. Жатки для кукурудзи: Оснащені спеціальними ножами для видалення качанів кукурудзи.

3. Жатки для трави: Використовуються для сільськогосподарських трав, таких як люцерна.

Ріжучі апарати можуть бути:

1. Сегментно-пальцевий закритого типу: Забезпечує високу точність збирання.

2. Безпальцевий ріжучий апарат: Простий у конструкції, підходить для певних умов.

3. Сегментно-пальцевий відкритого типу: Забезпечує більш універсальне застосування.

Вибір оптимального ріжучого апарату залежить від типу культури, умов збирання та моделі комбайна. Правильний підбір обладнання гарантує ефективність роботи та мінімізацію втрат урожаю.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

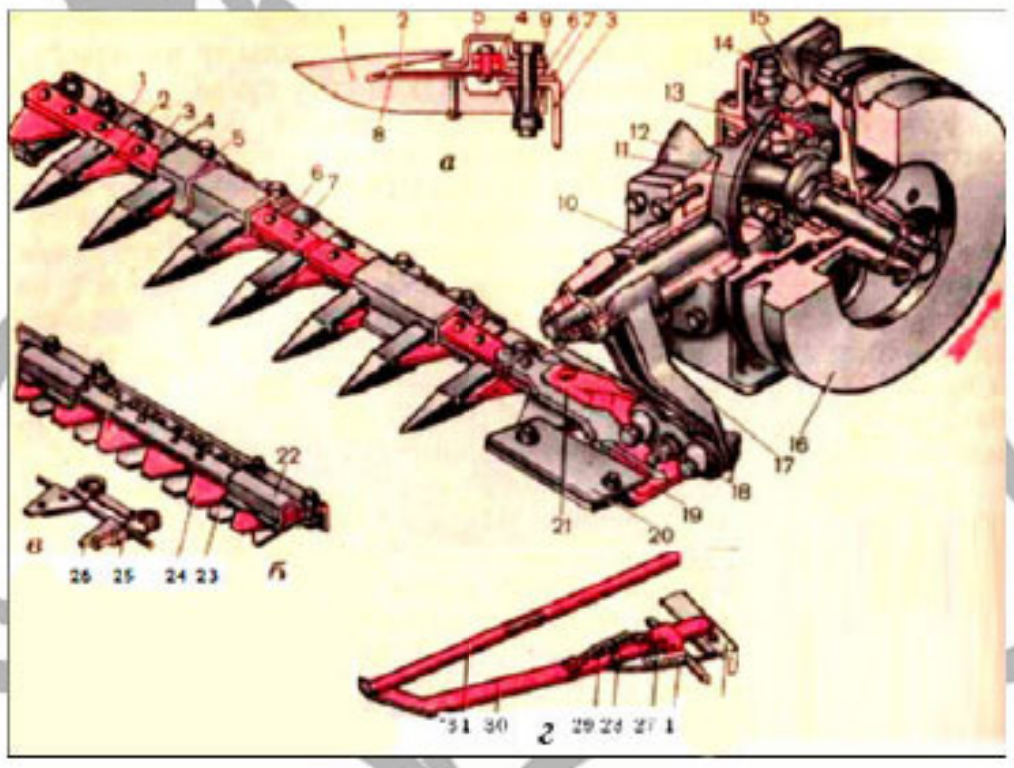


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд конструкції ріжучого апарату

Сегментні пальцеві фрези закритого типу складаються з пальця, закріпленого на стрижні, і сегментного леза. Палець забезпечений протирізальною пластиною для забезпечення ефективності різання. На спинці леза встановлена головка з основою і з'єднувальною кулькою для забезпечення надійного функціонування.

Безпальцеві фрези включають нерухоме лезо, яке складається з сегмента, та рухоме лезо, яке також має сегментну конструкцію. Ці механізми забезпечують точність і ефективність різання.

Сегментовані пальцеві фрези відкритого типу мають рухоме сегментоване лезо та короткий палець із наконечником, що дозволяє оптимізувати процес зрізання.

Леза всіх типів ріжучих апаратів виконують зворотно-поступальний рух. У процесі роботи комбайна стебло рослини потрапляє в зазор між нерухомими елементами ріжучого апарату (пальці або сегменти), а рухомі елементи притискаються до гострих країв нерухомих елементів, забезпечуючи зрізання стебла.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

На кутерізах із кривошипно-шатунним приводом важливо, щоб центри сегментів і зубів були вирівняні в кінцевих положеннях. Якщо розбіжність перевищує допустимий показник у 5 мм, необхідно відрегулювати довжину шатуна для досягнення точного вирівнювання.

Для забезпечення якісного відрізання хвостовика кінчики пальців сегментів повинні мати контакт із пластинами з мінімальним зазором (менше 0,5 мм). Зазор між сегментом і задньою кромкою пластини повинен становити 0,5–1 мм, а між затискачем і сегментом – менше 0,5 мм. Регулювання здійснюється шляхом вирівнювання притискача, встановлення прокладок або пересування фрикційної пластини. Відрегульований ніж має рухатися вільно, без додаткових зусиль.

Для підйому впалих стебел необхідно прикріпити підйомник стебел до пальців закритого ріжучого апарату. Рекомендується встановлювати 27 затискачів на кожен другий палець при збиранні зрідженого хліба та на кожен третій або четвертий палець при збиранні густого, довгостеблового опалого хліба.

Сепаратор призначений для відділення стебел, що підлягають зрізанню, від основної маси хліба, а також для наближення крайніх стебел до ножа. У випадку збирання короткостеблових хлібів дільник виконує функцію подовженого бічного ножа із знімним кожухом. Для збору горіхів різного типу (з довгими ручками, обрушених або змішаних) використовуються стрижневі дільники або торпедо-дільники з можливістю регулювання зовнішнього і внутрішнього виходу хвостовика.

Висота зрізу регулюється шляхом зміни положення башмака відносно основи головки (з підйомом головки) або за допомогою підняття головки через гідроциліндр. Для нахилених чи низькорослих культур зріз здійснюється на мінімально можливій висоті. При зборі прямостоячих горіхів висота зрізу визначається довжиною стебла.

Для забезпечення нормальної роботи жатки комбайна Дон-1500 необхідно натягнути приводний ремінь таким чином, щоб прогин становив

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

12-14 мм при натисканні з силою 40 Н.

Закритий пальцевий ріжучий апарат застосовується для зрізання вертикально розташованих горіхів, тоді як безпальцевий і відкритий пальцевий апарати використовуються для зрізання горіхів, що застрягли. Ножі ріжучого блоку здійснюють зворотно-поступальний рух, який забезпечується кривошипно-шатунним механізмом або механізмом з коливальною шайбою. Принцип дії кривошипно-шатунного механізму ідентичний механізму приводу ріжучого ножа.

Кривошипно-шатунний механізм являє собою складну кінематичну систему, яка забезпечує передачу руху між різними елементами. Основним приводом механізму є кривошипний вал (поз. 11), на якому встановлена напрямна (поз. 15) з підшипниками. Цей вал кінематично з'єднаний з вилкою коливального вала (поз. 10) через палець (поз. 13). Рух передається через тягу (поз. 18), яка складається з двох накладок, що утворюють кульові шарніри для компенсації зміщень у горизонтальній і вертикальній площинах.

Під час обертання вала (поз. 11) штовхач (поз. 15) виконує коливальні рухи навколо осі вала (поз. 10). Ці коливання передаються на вилки вала через важелі (поз. 17) і ланки (поз. 18), забезпечуючи необхідний рух ріжучого пристрою.

Котушка виконує кілька важливих функцій: подає матеріал до леза, підтримує його під час різання, транспортує до шнека та очищає ріжучий пристрій. Розрізняють два типи роликів: рейкові та універсальні.

Розпірна котушка складається з п'яти планок, прикріплених балкою до фланця, який встановлений на валу. Під час обертання мотовила планки по черзі взаємодіють із піддоном, відокремлюючи частини стебел і транспортуючи їх до ріжучого пристрою. Такі мотовила часто використовуються на стрічкових косарках для роботи на крутих валках.

Універсальне мотовило має конструкцію з різьбовими з'єднаннями та підпружиненою ниткою, що забезпечує додаткову гнучкість у роботі.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Трубчастий вал мотовила обертається в підшипниках, встановлених на відповідних опорах, що забезпечує стабільність і надійність механізму.

Ця конструкція дозволяє ефективно виконувати різні операції, пов'язані з обробкою матеріалу, забезпечуючи високу продуктивність і якість роботи.

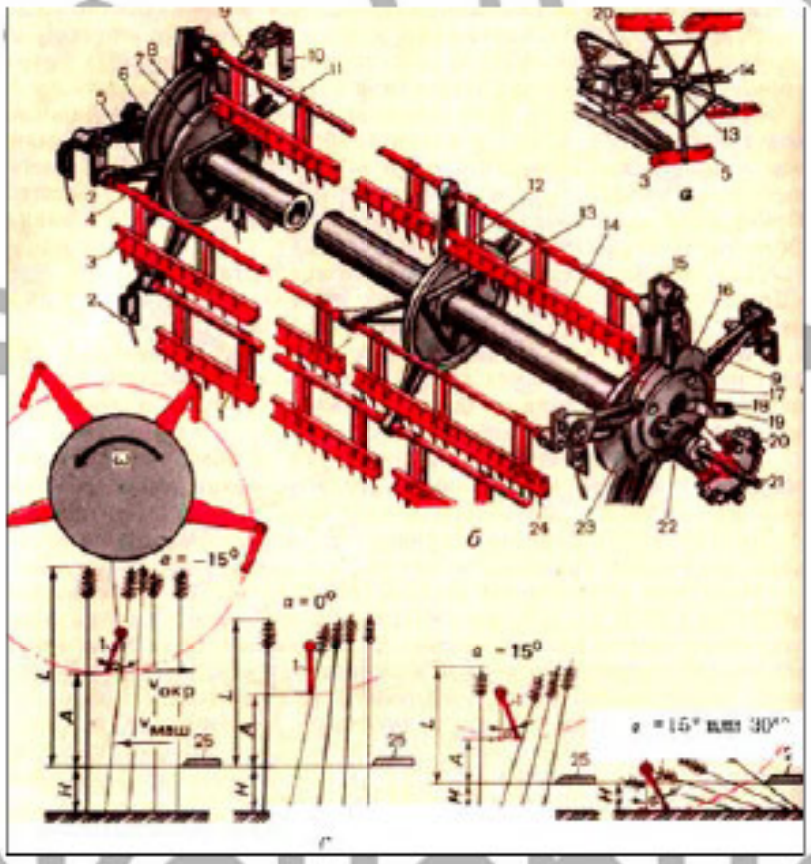


Рисунок 1.4 – Узагальнений вигляд мотовила

Мотовило є важливим елементом конструкції сільськогосподарської техніки, зокрема комбайнів та валкових жниварок, яке забезпечує ефективне збирання врожаю. Його конструкція включає фланці, трубчастий вал, диски з променями, шарнірно змонтовані труби, підвіски для граблін і пружинні пальці. Важливим елементом є ексцентрик, який забезпечує зміну кута нахилу граблін у межах від -15° до +30° залежно від положення мотовила.

Для забезпечення ефективної роботи мотовила необхідно правильно регулювати його частоту обертання та положення щодо ріжучого апарату. Окружна швидкість мотовила повинна перевищувати швидкість руху

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

агрегату в 1,2–1,8 разу. Наприклад, при швидкості до 5 км/год рекомендується співвідношення 1,5–1,8, а при швидкості понад 5 км/год — 1,2–1,5. Невідповідність цих параметрів може призвести до некоректного підведення стебел до ріжучого апарату або перевертання зрізаних стебел через вітровий щит.

Також важливо враховувати правильність регулювання кута нахилу граблін і використання пружинних пальців для запобігання намотуванню стебел на вал. Запобіжна муфта на лівій цапфі мотовила захищає механізм від перевантажень і розрахована на передачу крутного моменту 600 Н·м.

Таким чином, для збирання врожаю без втрат необхідно забезпечити оптимальну частоту обертання мотовила та правильне його розташування щодо ріжучого апарату. Це дозволить уникнути втрат зерна та забезпечити якісне укладання зрізаних стебел на платформу.

Частота обертання мотовила регулюється за допомогою варіатора, що дозволяє змінювати швидкість обертання в діапазоні від 15 до 49 об/хв. Варіатор складається з двох дводискових шківів, охоплених клиноподібним ременем. Провідний шків оснащений гідроциліндром, який підключений до гідросистеми комбайна. Зміна частоти обертання досягається шляхом регулювання положення важеля гідросистеми.

Для збільшення частоти обертання мотовила масло з нагнітальної магістралі подається до гідроциліндра варіатора, що переміщує рухомий диск ведучого шківа. Це змінює положення ременя, який переходить на більший діаметр ведучого шківа і менший діаметр веденого шківа. Для зменшення частоти обертання порожнина циліндра з'єднується із системою зливу, і під дією пружини ремінь займає відповідне положення.

Мотовило комбайна може переміщуватися як по вертикалі, так і по горизонталі завдяки гідроциліндрам. Конструкція передбачає використання повзунів із підшипниками, які закріплені на підтримках і з'єднані з плунжерами гідроциліндрів. Для переміщення мотовила тільки по горизонталі використовується гідроциліндр, який змінює положення ролика

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

в фігурному пазу копіра, що впливає на нахил граблін.

Таким чином, система регулювання мотовила забезпечує точне налаштування його положення і швидкості обертання, що дозволяє оптимізувати роботу комбайна відповідно до умов роботи.

Положення мотовила по висоті та виносу визначають залежно від характеристик стеблестою культур, що підлягають збиранню. Для забезпечення оптимальної роботи мотовила важливо враховувати висоту стебел, їх густоту та стан.

Встановлення по висоті:

Мотовило налаштовують так, щоб його планки впливали на стебла вище центру тяжіння зрізаних рослин, але нижче колосків. Це запобігає перевалюванню стебел через планку та їх падінню перед жниваркою.

1. Для високих густих стеблостоїв (понад 800 мм):

- Пальці граблін мають торкатися стебел вище середини їхньої довжини, але нижче колосків (приблизно на відстані A = 1/2 довжини зрізаного стебла L).

- По горизонталі вал мотовила зміщують у бік ножа, при цьому грабліни нахиляються вперед на кут α = 15°.

- Висоту зрізу встановлюють на 100 мм, регулюючи положення черевиків.

2. Для нормальних стеблостоїв (400–800 мм):

- Мотовило зміщують вперед на 40 мм від крайнього заднього положення.

- Висоту налаштовують так, щоб пальці граблін впливали на зрізані стебла посередині їхньої довжини (A = 0,5 L). У цьому випадку пальці граблін займають вертикальне положення.

- Висоту зрізу встановлюють на 100 мм, але для кам'янистих ґрунтів рекомендується збільшити її до 145 мм.

Правильне налаштування мотовила забезпечує ефективне збирання врожаю без втрат і пошкоджень рослин, зберігаючи їхню якість.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Зазор між пальцями граблін і ріжучим апаратом повинен бути не менше 25 мм за будь-яких положень мотовила. Для його регулювання використовують гвинти на штоку гідроциліндрів, що дозволяє забезпечити паралельність розташування граблін відносно ріжучого апарату.

Під час збирання короткостеблових культур мотовило опускають та наближають до ріжучого апарату. Для зменшення втрат зерна на планки мотовила додають смуги з еластичної прогумованої тканини шириною 75-100 мм. Висоту зрізу встановлюють на рівні 50 мм.

Полеглі хліба збирають у напрямку полеглості або під кутом до неї. У цьому випадку мотовило висувають максимально вперед і опускають до рівня, коли пальці торкаються поверхні поля. Висота зрізу залежить від умов поля: стандартно вона становить 50 мм, але у випадках засміченості поля камінням її збільшують до 100 чи 145 мм.

Підбирачі, що використовуються для збору хлібної маси з валка та її подачі на платформу жниварки, є важливими елементами сільськогосподарської техніки. Вони монтуються на жниварці після демонтажу мотовила і класифікуються на полотно-транспортерні та барабанні.

Полотно-транспортерний підбирач складається з нескінченного полотна транспортера, опорних коліс нормалізатора, розвантажуючого пристрою та механізму приводу. На стрічку транспортера прикріплені два тягові ланцюги знизу та спарені пружинні пальці зверху. Ці пальці підхоплюють хлібну масу з валка, прочісують стерню, піднімаючи стебла, що впали, і спрямовують масу до шнека. Після оббігання роликів ведучого валу пальці контактують із кромкою стеблез'ємника, звільняючись від залишків.

Нормалізатор із довгими пружинними пальцями забезпечує притискання хлібної маси до транспортера, запобігаючи її роздмухуванню вітром і сприяючи ефективній подачі стебел до шнека жниварки. Регулювання тиску пальців нормалізатора здійснюється переміщенням

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

важеля.

Ширина захвату підбирача становить 3,4 метра, що дозволяє забезпечити високу продуктивність роботи.

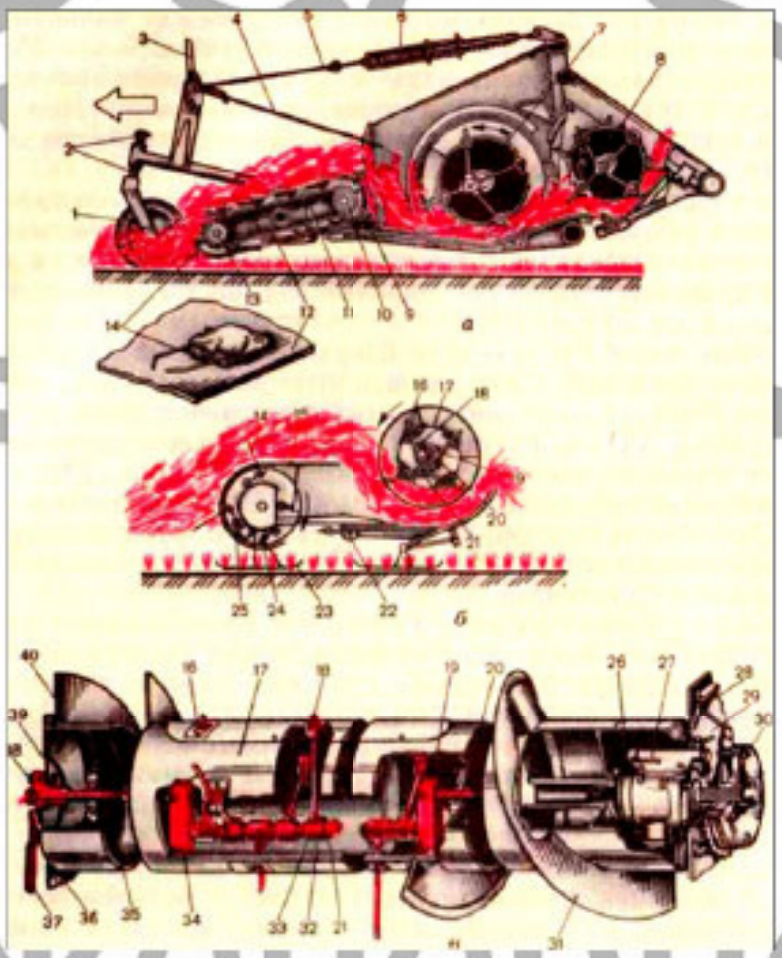


Рисунок 1.5 – Загальний вигляд підбирача та серповидного шнека.

Висота пальця 14 над поверхнею поля регулюється шляхом зміни положення проміжної втулки 2 на шарнірному пальці 1 опорної стійки коліс. Це дозволяє адаптувати обладнання до різних умов роботи. Тиск коліс на грунт налаштовується за допомогою натягу пружин 6, що забезпечує оптимальні умови для роботи техніки.

У регіонах, де застосовується роздільна система збирання врожаю, на молотильну підлогу комбайна встановлюють спеціальну збиральну платформу. Вона складається з ножа-носія, гвинтової платформи, консолі та приводного механізму. Робоча ширина цієї платформи становить 3,4 метра,

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

що забезпечує ефективне збирання врожаю.

Барабанний підбирач, як показано на рис. 1.5, включає барабан, 15 кілець кочення, бічні стінки, 23 опорних башмаки та приводний механізм. Барабан має два диски з чотирма валами 24, які вставлені у відповідні отвори. Для забезпечення надійності конструкції вали оснащені подвійними пружинними штифтами 14, що обертаються між похилими кільцями 15. На лівому кінці труби розташований кривошип 25, ролики якого рухаються по профільній доріжці на лівій стінці. Завдяки цьому нижні пальці виходять із-за похилого кільця, захоплюють стебла, піднімають їх на косильну платформу та проходять під верхнім збираючим кільцем.

Ця конструкція забезпечує ефективність роботи агрегату та його адаптацію до різних умов експлуатації.

Швидкість руху полотна на транспортері та барабана вальцьового підбирача регулюється варіатором для забезпечення оптимальної роботи комбайна. У разі перевищення швидкості транспортера або барабана при низькій швидкості комбайна, виникає ризик пошкодження гребінки та втрати стебел із качанів. З іншого боку, надто низька швидкість транспортера призводить до накопичення стебел перед підбирачем.

Для забезпечення ефективної роботи підбирача висоту його налаштовують так, щоб зубці лише злегка торкалися поверхні ґрунту, захоплюючи всі стебла, що лежать на землі. Регулювання висоти пальців підбирача здійснюється за допомогою копіювального башмака, що дозволяє адаптувати роботу комбайна до різних умов поля. Це сприяє збереженню якості збору врожаю та мінімізації втрат.

Шнек жатки призначений для звуження потоку зрізаних стебел і подачі їх у проміжний бітер або транспортер залежно від моделі комбайна. Конструкція шнека включає обертовий циліндр із привареною спіральною стрічкою, яка спрямовує стебла до центру. У центральній частині шнека розташований пальцевий механізм, який забезпечує подачу стебел далі по технологічному процесу.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Для забезпечення роботи шнека використовується колінчастий вал із шарикопідшипниками, що дозволяє обертання з необхідною точністю. Спеціальна конструкція трубчастого вала забезпечує правильне положення пальців, які захоплюють стебла та переносять їх на наступний етап обробки. Регулювання зазору між пальцями та дном косильної секції дозволяє адаптувати роботу шнека до різних умов збирання врожаю, наприклад, для низьковрожайного чи високоврожайного хліба.

У разі забивання шнека зерном передбачено використання реверсивного редуктора з гідроциліндром, що дозволяє очищення шнека шляхом зворотного обертання. Це забезпечує безперервність роботи та запобігає втратам зерна.

Правильне регулювання зазору між шнеком і нижньою частиною збирального вальця також є важливим аспектом для уникнення накопичення грудок хліба перед шнеком, що може призводити до збільшення втрат за молотильним апаратом. Для цього використовуються регулювальні пластини, які фіксуються болтами.

Дотримання зазначених рекомендацій забезпечить ефективну роботу шнека та мінімізує втрати під час збирання врожаю.

Розподільник 21, представлений на рис. 1.5а, включає корпус та 10 бітерів. Основна функція бітерів полягає у забезпеченні постійної подачі хлібної маси від шнека до транспортера в камері перекидання. Бітер оснащений ексцентриковим пальцевим механізмом 44, який за своєю конструкцією та принципом роботи аналогічний пальцевому механізму шнека.

Відстань між бітером і основою розпірки можна регулювати за допомогою повороту важеля 20. Ця відстань стандартно встановлюється на 28,35 мм для обробки звичайних горіхів із середньою соломиною. Для горіхів із довгою соломиною рекомендується збільшити відстань, а для горіхів із короткою соломиною — зменшити.

У перекидній камері 11 розташований плаваючий транспортер, який

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

використовується для транспортування соломи від шнека до молотильної камери. Транспортер 13 складається з 16 приводних та 12 ведучих валів, кожен із яких обладнаний трьома шестернями. На зірочках закріплені роликові ланцюги з втулками, а на самих ланцюгах — сталеві планки, розташовані в шаховому порядку.

Для забезпечення плавного руху конвеєра на нижньому плечі ланцюга встановлена еластична напрямна. Вона притискається до ланцюга пружиною, яка діє на плече натяжного пристрою 17, забезпечуючи необхідний рівень натягу та стабільність роботи системи.

Вал конвеєра встановлений у похилому корпусі та оснащений пружинним механізмом, що дозволяє регулювати його положення залежно від товщини шару хлібної маси. У разі збільшення товщини шару хліба нижній вал автоматично піднімається. Для налаштування натягу ланцюга використовується гвинт 18, який забезпечує необхідну довжину пружини натягувача — 90,95 мм.

Щоб підтримувати зазор 5-10 мм між планкою та основою під нижнім валом, між гайкою болта підвіски та укосом бічної стінки бункера встановлюється шайба. Пружини підвіски налаштовані таким чином, щоб забезпечувати підйом вала на 50 мм, що дозволяє йому плавати над шаром хлібної маси, не створюючи надмірного тиску.

Приводний шків 14 оснащений фрикційною запобіжною муфтою, яка автоматично вимикає передачу у разі перевантаження конвеєра, запобігаючи пошкодженням механізму. Швидкість руху конвеєра становить 2,91 м/с, що забезпечує ефективну роботу системи.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

1.3 Особливості ТО жниварок зернозбиральних комбайнів

Рисунок 1.6 – Зернозбиральний комбайн

Зернозбиральні комбайни відіграють ключову роль у забезпеченні якісного врожаю, за умови, що їх робочі органи правильно підібрані та відрегульовані відповідно до характеристик культури. Важливим фактором є також стан рослин, які повинні бути придатними для механізованого збирання. Ця придатність визначається фізико-механічними та біологічними параметрами рослини під час збирання.

Зернозбиральний комбайн є першою технічною системою, яка безпосередньо контактує з рослиною під час збирання врожаю. Його ефективність залежить від здатності якісно виконувати всі етапи роботи: зрізання, подачу на робочу платформу, транспортування до камери, навіть за умов високої вологості чи різних стадій зрілості культури. Конструкція комбайнів розроблена з урахуванням цих технологічних вимог, і хоча існують різні моделі та марки, принцип роботи і базова конструкція залишаються подібними.

Жатка є однією з основних технічних систем комбайна, яка значною мірою впливає на якість збирання зерна. Оптимальна робота жатки дозволяє мінімізувати втрати зерна, які не повинні перевищувати 0,5% при збиранні зернових культур. Однак ефективність жатки напряму залежить від її технічного стану та належного обслуговування.

інженерно-технологічний факультет СНАУ

Дослідження показують, що близько половини всіх відмов зернозбиральних комбайнів пов'язані саме із жаткою. Основними причинами таких відмов є неналежне зберігання техніки під відкритим небом та недостатнє технічне обслуговування під час експлуатації. Тому для забезпечення безперебійної роботи жатки необхідно дотримуватися рекомендацій щодо її зберігання та обслуговування.

Рисунок 1.7 – Приклад пошкоджених корозією деталей ріжучого апарату

Для забезпечення якісної роботи жатки комбайна та уникнення поломок важливо регулярно перевіряти її стан і виконувати необхідне технічне обслуговування. Особливу увагу слід приділяти зубцям і сегментам жатки, адже їхній знос або пошкодження можуть суттєво вплинути на ефективність роботи. Рекомендується щоденна перевірка цих компонентів під час збирання врожаю, адже вони можуть бути пошкоджені механічно, наприклад, через зіткнення зі сторонніми предметами.

Також необхідно щодня оцінювати кут вертикального відхилення серпа, особливо якщо він оснащений приводом, відмінним від типу Шумахера. Якщо люфт перевищує 2 мм, потрібно забезпечити щільне притискання серпа серединою пальця. Максимальний допустимий зазор між притискною пластиною та сегментом становить менше 1 мм, а ідеальне значення – 0,5 мм.

Деякі виробники рекомендують встановлення додаткових притискних пластин для покращення роботи серпа. Однак важливо враховувати, що навіть із додатковою пластиною бажаного результату може бути не

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

досягнуто. Спроби тимчасового вирішення проблеми, наприклад, шляхом згинання притискної пластини кувалдою, можуть призвести до збільшення зносу леза через зміну площі контакту між пластиною і сегментом. Це лише тимчасовий захід, який не вирішує проблему повністю.

Якщо притискну пластину або диск не замінити вчасно, це значно ускладнює процес зрізання культур. У підсумку це може призвести до виходу серпа з ладу, що спричинить додаткові витрати на ремонт і простої в роботі. Для забезпечення безперебійної роботи комбайна важливо дотримуватися рекомендацій виробника та своєчасно виконувати необхідні заміни та регулювання.

Рисунок 1.8 – Редуктор жниварки

Щоденний огляд і технічне обслуговування косарки є важливими для забезпечення її ефективної роботи та тривалого терміну експлуатації. Зокрема, слід звертати увагу на стан ланцюгових і ремінних приводів, а також на роботу редуктора.

Сучасні косарки часто оснащені високопродуктивними системами різання, такими як планетарний привід ножів Шумахера. Цей механізм забезпечує перетворення обертального руху в зворотно-поступальний, що дозволяє ножам рухатися в горизонтальній площині без вертикальних коливань. Завдяки цьому зменшується шум, вібрація та навантаження на

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

головку ножа, а також підвищується швидкість різання. Наприклад, механізм MPN може забезпечити до 950 ходів ножа за хвилину, у порівнянні з 360 ходами для MWM.

Комбіновані редуктори косарок потребують регулярної заміни оливи, яка зазвичай становить 0,5 літра. Оливу слід оновлювати щонайменше раз на рік. Під час роботи мастило нагрівається і розширюється, що може створити надлишковий тиск у редукторі. Для запобігання пошкодженню ущільнень використовується вентиляційний канал, через який може виходити надлишок оливи. Водночас через цей канал можуть потрапляти пил і волога, що негативно впливає на роботу механізму. Тому важливо регулярно перевіряти стан редуктора і проводити його очищення.

Ланцюгові та ремінні приводи також потребують постійного контролю. Ослаблений ланцюг може спричинити передчасний знос зубів приводу та ведучої зірочки. Якщо не усунути цю проблему вчасно, знадобиться заміна привідної зірочки, що може призвести до додаткових витрат і простоїв у роботі.

Регулярний огляд і своєчасне технічне обслуговування допоможуть уникнути несправностей і забезпечити стабільну роботу косарки протягом тривалого часу.

Рисунок 1.9 – Вигляд редуктора коси жниварки від Claas.

Для забезпечення ефективної роботи комбайна та уникнення

Інженерно-технічний факультет СНАУ

перевантаження молотарки необхідно приділяти особливу увагу регулюванню зазору між днищем комбайна і обертанням шнека. Рекомендовані параметри зазору залежать від виду культури, яку збирають: для ріпаку оптимальним є зазор 4-5 см, а для пшениці – 2 см. Це дозволяє забезпечити рівномірну подачу рослинної маси до молотильного барабана, що знижує ризик накопичення стебел у верхній частині шнека.

Рисунок 1.10 – Гідравліка на жниварці

Операторам комбайнів слід використовувати спеціальні позначки для швидкого налаштування зазору шнека, що значно спрощує процес регулювання і виключає необхідність постійного застосування вимірювальних інструментів, таких як лінійка. Крім того, важливо регулярно перевіряти технічний стан гідравлічної системи жатки, оскільки її несправність може призвести до порушень у роботі механізмів та зниження ефективності збору врожаю.

Дотримання цих рекомендацій сприятиме підвищенню продуктивності техніки та забезпеченню якісного збору врожаю без зайвих втрат.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

1.4 Висновки по розділу 1

Підвищення надійності та довговічності зернозбиральних комбайнів є

ключовим завданням для забезпечення ефективності їх експлуатації в складних умовах. Технічний стан комбайнів безпосередньо впливає на якість виконання робіт, тому важливо приділяти увагу удосконаленню підходів до технічного обслуговування.

Сучасні системи технічного сервісу, на жаль, не завжди забезпечують своєчасне та повне усунення пошкоджень, що виникають під час експлуатації. Це може призводити до зниження продуктивності, збільшення витрат на ремонт і навіть до непередбачених простоїв техніки.

Одним із перспективних напрямків у вирішенні цієї проблеми є впровадження технологій, спрямованих на підвищення зносостійкості поверхонь тертя механізмів комбайнів. Використання сучасних матеріалів, інноваційних покриттів та методів обробки дозволяє значно зменшити зношування деталей і продовжити термін їх служби. Крім того, це сприяє зниженню витрат на ремонт і технічне обслуговування.

Розвиток технічного сервісу та впровадження новітніх технологій у виробництво й обслуговування зернозбиральних комбайнів є пріоритетним завданням для підвищення їх ефективності та надійності в умовах сучасного аграрного сектору.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

РОЗДІЛ 2.
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМБАЙНІВ.

2.1 Причини виходу з ладу зенозбиральних комбайнів

Основні причини пошкодження комбайна включають наступне:

1. Підвищене ударне навантаження та постійний перегрів, що може призводити до зносу деталей і зниження ефективності роботи.

Підвищене ударне навантаження та постійний перегрів негативно впливають на роботу зернозбирального комбайна, оскільки ці фактори сприяють прискореному зносу його деталей і зниженню загальної ефективності. Ударне навантаження може виникати через неправильну експлуатацію, нерівності на полі або потрапляння великих твердих предметів у робочу зону комбайна. В результаті цього відбувається механічне пошкодження вузлів, таких як підшипники, шнеки, сепаратори чи приводи.

Перегрів, у свою чергу, є наслідком надмірного навантаження на двигун і системи охолодження, недостатнього обслуговування або тривалої роботи без перерв. Постійне підвищення температури може призвести до деформації металевих деталей, втрати їх міцності, а також до збоїв у роботі електронних компонентів.

Комбінована дія цих факторів призводить до зниження продуктивності комбайна, підвищення витрат на ремонт і обслуговування, а також до скорочення терміну його експлуатації. Для мінімізації ризиків необхідно дотримуватись рекомендацій виробника щодо експлуатації техніки, регулярно проводити діагностику та технічне обслуговування, а також уникати роботи в умовах, які можуть спричинити надмірні навантаження чи перегрів.

2. Вібрація, яка сприяє розхитуванню механізмів і зменшенню їх

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

ресурсу.

Вібрація в зернозбиральному комбайні може спричиняти знос деталей та зниження ефективності його роботи через кілька основних факторів:

Механічне напруження: Постійна вібрація створює циклічні механічні навантаження на вузли та деталі комбайна. Це призводить до появи мікротріщин, які з часом можуть перерости у значні пошкодження.

Зношування з'єднань: Вібрація сприяє розхитуванню болтових і заклепкових з'єднань, що знижує їхню надійність. Це може призвести до розбалансування окремих механізмів.

Підвищене тертя: Вібраційні процеси підсилюють тертя між рухомими частинами, що призводить до швидшого зносу підшипників, валів та інших компонентів.

Зниження точності роботи: Вібрація може негативно впливати на точність регулювання робочих органів, наприклад, ножів або молотильного барабана, що знижує якість обробки зерна.

Вплив на електроніку: Постійна вібрація може викликати пошкодження електронних компонентів, таких як датчики або контролери, що впливає на загальну продуктивність машини.

Для мінімізації негативного впливу вібрації важливо регулярно проводити технічне обслуговування комбайна: перевіряти балансування деталей, стан підшипників, кріплення з'єднань та налаштування механізмів. Використання антивібраційних матеріалів і технологій також може значно зменшити ризик зносу.

3. Абразивний ефект, викликаний тертям частинок пилу або інших матеріалів, що потрапляють у механізми.

Абразивне тертя виникає внаслідок контакту робочих поверхонь деталей зернозбирального комбайна із частинками абразивних матеріалів, таких як пил, пісок або залишки оброблюваної культури. Це явище призводить до поступового зношування поверхонь деталей, що є основною причиною їх деградації.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Знос деталей через абразивне тертя має кілька негативних наслідків:

Зменшення точності роботи механізмів: Зношені деталі втрачають свої початкові розміри та форму, що може призвести до неправильного функціонування вузлів комбайна.

Підвищення енергоспоживання: Через додатковий опір, викликаний зносом, двигун комбайна працює з більшим навантаженням, що збільшує витрати палива.

Погіршення якості обробки зерна: Неправильна робота робочих органів може призводити до пошкодження зерна або залишків соломи, що впливає на якість кінцевого продукту.

Скорочення терміну служби обладнання: Постійний знос без належного технічного обслуговування може призвести до передчасного виходу з ладу важливих вузлів і агрегатів.

Для зменшення впливу абразивного тертя рекомендується використовувати якісні мастильні матеріали, проводити регулярне обслуговування, встановлювати захисні пристрої для запобігання потраплянню абразивних частинок у робочі вузли та замінювати зношені деталі вчасно.

4. Некоректне регулювання осьової роботи конічних підшипників, неправильне вирівнювання валів та інші технічні помилки, які можуть призвести до передчасного виходу з ладу обладнання.

5. Накопичення пилу та абразивних частинок, що сприяють утворенню адгезійного шару, який ускладнює нормальну роботу механізмів.

Для мінімізації ризику пошкоджень рекомендується дотримуватися інструкцій з експлуатації, проводити регулярне технічне обслуговування, своєчасно очищати вузли від пилу та абразивів, а також забезпечувати правильне регулювання всіх компонентів.

Ремонт комбайна є складним і багатоступеневим процесом, який включає кілька етапів. Ось детальний опис кожного з них:

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

1. Основне обслуговування

На цьому етапі проводиться загальний огляд комбайна для виявлення видимих пошкоджень, зношених деталей або вузлів. Перевіряються всі системи, включаючи двигун, трансмісію, гідравліку, електроніку та інші компоненти. Визначаються необхідні заходи для подальшого ремонту або заміни деталей.

2. Встановлення заводських значень напруги для всіх ланцюгів і приводних зірок

Цей етап включає перевірку і налаштування електричних систем комбайна відповідно до технічних специфікацій виробника. Контролюється напруга в електричних ланцюгах, а також регулюється натяг приводних зірок для забезпечення їх оптимальної роботи.

3. Ремонт композитних деталей комбайна

Композитні матеріали, які використовуються в конструкції комбайна (наприклад, корпусні елементи або захисні панелі), перевіряються на наявність тріщин, пошкоджень або зношення. Пошкоджені деталі ремонтуються або замінюються новими. У разі ремонту використовуються спеціальні матеріали та технології для відновлення міцності та функціональності елементів.

4. Змащення всіх деталей, компонентів і вузлів

Для забезпечення безперебійної роботи механізмів виконується ретельне змащення всіх рухомих частин. Це включає підшипники, шарніри, шестерні та інші елементи. Використовуються мастильні матеріали, рекомендовані виробником, для мінімізації тертя і запобігання передчасному зношенню.

5. Токарна робота

У разі необхідності виготовлення нових деталей або відновлення зношених компонентів проводяться токарні роботи. Наприклад, це може бути реставрація валів, виготовлення втулок або інших елементів з точними розмірами.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

6. Зварювальні роботи

Якщо виявлені тріщини або пошкодження металевих конструкцій, виконуються зварювальні роботи. Застосовуються відповідні методи зварювання (електродугове, газове тощо) залежно від типу і товщини металу. Після завершення робіт перевіряється якість швів.

7. Інші роботи (за потреби)

До додаткових робіт можуть належати фарбування окремих деталей, заміна гумових ущільнювачів, ремонт гідравлічних циліндрів або інших специфічних вузлів. Також проводиться тестування всіх систем після завершення ремонту для перевірки їх працездатності.

Кожен етап виконується кваліфікованими фахівцями із застосуванням спеціалізованого обладнання та інструментів. Це дозволяє забезпечити довговічність і надійність роботи комбайна після ремонту.

2.2 Епіламування поверхонь для підвищення зносостійкості

Підвищення довговічності та надійності компонентів машин і пристроїв є ключовою задачею для розробників і виробників. Одним із ефективних способів досягнення цієї мети є оптимізація параметрів поверхневого шару деталей відповідно до умов їх експлуатації. Стан поверхневого шару впливає на такі характеристики, як зносостійкість, тертя, вологостійкість, термостійкість, стійкість до агресивних середовищ, а також на зовнішній вигляд виробу. У випадку електронних компонентів важливу роль відіграє стабільність електротехнічних і радіотехнічних параметрів, що визначає їх працездатність.

Інноваційним підходом до вирішення цього завдання є використання покриттів із молекулярної плівки (epiram), які забезпечують унікальне поєднання властивостей. Такі покриття створюються з застосуванням високотехнологічних методів поверхневої інженерії, зокрема нанотехнологій. Завдяки цьому можна не лише захистити поверхневий шар

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

матеріалу, але й надати йому нових експлуатаційних характеристик, що значно розширює можливості його використання в різних галузях.

Цей підхід сприяє підвищенню ефективності роботи обладнання, зменшенню втрат через зношування та забезпеченню стабільності функціональних параметрів компонентів навіть у складних умовах експлуатації.

Епілам є спеціальною композицією, що використовується для нанесення молекулярної плівки на тверді поверхні. Ця плівка формується після випаровування розчинника, який входить до складу розчину. Типовими розчинниками можуть бути фторуглероди, спирти, вода чи трихлоретилен. До складу також входять одна або більше поверхнево-активних речовин.

Термін "епілам" з'явився у 20-х роках XX століття і спочатку використовувався для опису складів, які запобігають розтіканню мастильних матеріалів у зонах тертя. Вперше цей метод був запропонований швейцарським вченим Р. Вогом для обробки деталей годинникових механізмів, щоб уникнути розтікання масла у вузлах тертя. У СРСР перший вітчизняний епілам Ан-3 був розроблений НІІЧАСПРОМ за участі Г. І. Фукса та Л. В. Тимофєєвої. Подальші дослідження проводились у Державному інституті прикладної хімії.

На сьогодні термін "епілам" часто використовується неоднозначно, що може вводити споживачів в оману. До складу деяких продуктів можуть входити різні домішки, такі як фарби, масла чи інші компоненти, що не відповідають початковій концепції епіламів. Це створює плутанину серед користувачів та іноді викликає недовіру до продукту.

Під час розробки епіламів було проведено численні дослідження, спрямовані на вивчення механізму їх дії. Зокрема, аналізували вплив розчинника, концентрацію поверхнево-активних речовин, необхідність попередньої підготовки поверхні, а також властивості твердої речовини, шорсткість поверхні, стан і товщину нанесеної плівки. Оцінювали також

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

стійкість до очищення розчинниками та зносостійкість плівки.

Ці дослідження дозволили вдосконалити технологію нанесення епіламів і забезпечити їх ефективність у різних умовах експлуатації. Однак важливо правильно підбирати склад для конкретних завдань і дотримуватися рекомендацій щодо застосування, щоб уникнути негативних результатів та забезпечити довіру споживачів до цього типу покриттів.

В даний час створення епіламів для нових застосувань вимагає великої роботи з урахуванням нових вимог. Так, наприклад, якщо вміст мастила не вимагає безперервності плівки, ця вимога для захисту від вологи виходить на перший план. Зносостійкість дуже важлива для форм. Для захисту від обмерзання мозаїчна структура плівки краще, ніж тверда; для захисту від біозабруднення необхідно, щоб активні біоциди використовувалися в епірамі і т.д. бажано, щоб він був вставлений всередину.

Коли тонкоплівкове покриття з розчину епіраму наноситься на тверду поверхню, утворюється шар спрямованих молекул фторвмісної речовини, які радикально змінюють енергетичні властивості поверхні. У той же час умови змочування значно змінюються, кут змочування краю Q збільшується, запобігаючи розтіканню мастила, а адгезійні властивості поверхні з покриттям на 20-25% нижче, ніж у поверхні без покриття, а енергія змочування зменшується приблизно в 1,5 рази.

Покриття Epilam покращує триботехнічні властивості як пар тертя, підшипників, так і Трібо-з'єднань, а також самої мастила. Механізм зносостійкого дії цього шару полягає в упорядкуванні структури мастила. За рахунок цього спостерігається збільшення несучої здатності масляної плівки, а коефіцієнт тертя стабілізується в певному грудні. Крім того, спостерігаються зміни Жовтневої структури поверхні контактного тіла і умов фазового стану, а також їх топографії, параметрів мікротвердості і, отже, зміни Трібо-контакту в напрямку, що збільшує фактичну площу контакту і знижує фактичну питому навантаження.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Епілами відіграють важливу роль у багатьох галузях техніки завдяки своїм властивостям утримувати мастило та зменшувати тертя. Ось кілька прикладів їх використання:

Машинобудування. Епілами застосовуються для покриття деталей механізмів, таких як підшипники, зубчасті передачі та напрямні, з метою зменшення зносу та забезпечення тривалого терміну експлуатації.

Електроніка. У мікромеханічних пристроях, таких як мікродвигуни або датчики, епілами допомагають зберігати мастильні матеріали на поверхнях, що труться, забезпечуючи стабільну роботу навіть за високих швидкостей.

Авіаційна техніка. У літальних апаратах епілами використовуються для покриття вузлів тертя, які працюють у складних умовах (високі температури, тиск, вібрації), забезпечуючи їхню надійність.

Сільськогосподарська техніка. В сільськогосподарських машинах, таких як трактори, комбайни та культиватори, епілами застосовуються для зменшення тертя в підшипниках, шарнірних з'єднаннях та інших вузлах. Це дозволяє продовжити термін служби техніки та зменшити витрати на її обслуговування.

Радіотехніка та комунікаційне обладнання. У високочутливих механізмах радіоприймачів, передавачів і комунікаційних пристроїв епілами забезпечують стабільність роботи рухомих частин і захист від корозії.

Завдяки своїм унікальним властивостям, епілами є незамінними у багатьох галузях техніки, особливо там, де важливо забезпечити мінімальне тертя та довговічність механізмів.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

2.3 Виконання досліджень ефективності епіламування

Випробування проводилися на спеціально розробленому стенді, який дозволяє здійснювати оцінку зносостійкості деталей за допомогою

багаторазових циклів навантаження, загальною кількістю 1000 мільйонів. Для визначення ступеня зношування використовувався модульний профілограф-профілометр моделі 201-го калібру, який забезпечує високу точність вимірювання змін шорсткості фрикційної поверхні досліджуваних деталей.

Згідно з методикою, наведеною в таблиці 2.1, механізм приводу ріжучого пристрою був налаштований відповідно до необхідних параметрів, після чого закріплений на спеціальній підставці. Усі деталі були зафіксовані для забезпечення стабільності під час проведення випробувань. Отримані результати дозволяють зробити висновки щодо ефективності матеріалів і конструкцій в умовах тривалого експлуатаційного навантаження.

Технічні характеристики поверхневих шарів кріпильних деталей жаток є важливим аспектом, який впливає на їхню довговічність, стійкість до зношування та корозії, а також на загальну ефективність роботи сільськогосподарської техніки. Нижче наведено основні параметри, які характеризують поверхневі шари кріпильних деталей:

1. Матеріал поверхневого шару

Поверхневий шар кріпильних деталей жаток зазвичай виготовляється з високоякісних сплавів сталі або інших матеріалів, які забезпечують високу міцність і стійкість до механічних навантажень. Для поліпшення характеристик часто використовується додаткове покриття, наприклад, цинкування, оксидування або нанесення полімерних матеріалів.

2. Твердість

Твердість поверхневого шару визначає його здатність протистояти механічним пошкодженням та зношуванню. Для кріпильних деталей жаток використовуються матеріали з високими показниками твердості, які забезпечують довготривалу експлуатацію навіть за умов інтенсивного використання.

3. Стійкість до корозії

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Сільськогосподарська техніка працює у складних умовах, де можливий контакт із вологою, хімічними речовинами та іншими агресивними середовищами. Поверхневий шар кріпильних деталей має бути стійким до корозії, щоб запобігти руйнуванню металу та зниженню ефективності роботи обладнання.

4. Технологія обробки поверхні

Для покращення властивостей поверхневого шару застосовуються різні технології обробки, такі як термічна обробка, хіміко-термічна обробка, гальванізація або нанесення захисних покриттів. Ці методи дозволяють збільшити міцність, зносостійкість та антикорозійні властивості деталей.

5. Шорсткість поверхні

Шорсткість впливає на якість з'єднання кріпильних деталей та їхню взаємодію з іншими елементами конструкції. Оптимальна шорсткість забезпечує надійне кріплення і знижує ризик виникнення дефектів під час експлуатації.

6. Стійкість до температурних впливів

Кріпильні деталі жаток повинні витримувати значні температурні перепади, які можуть виникати під час роботи техніки у різних кліматичних умовах. Тому поверхневий шар має бути термостійким і не втрачати своїх властивостей при зміні температури.

7. Екологічність покриття

У сучасному виробництві важливим аспектом є використання екологічно безпечних матеріалів для створення поверхневих шарів. Захисні покриття мають відповідати міжнародним стандартам щодо впливу на довкілля.

Ретельний аналіз і контроль технічних характеристик поверхневих шарів кріпильних деталей дозволяє забезпечити їхню надійність і довговічність, що в свою чергу сприяє ефективній роботі жаток та зменшенню витрат на обслуговування і ремонт техніки.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Таблиця 2.1 – Параметри поверхонь досліджувальних деталей

Деталь	Твердість контактуючої поверхні, HRC	Межа міцності матеріалу, $\sigma_в$, МПа	Шорсткість контактуючої поверхні, Ra, мкм
Болт	28-32	830	0,860
Щока	28-32	830	1,570

Випробування стенду було проведено у двох серіях, кожна з яких мала свої особливості підготовки деталей.

У першій серії експериментальних досліджень використовували деталі в їх початковому стані, без будь-якої додаткової обробки. Це дозволило отримати дані про роботу стенду в умовах, максимально наближених до реальних.

У другій серії досліджень деталі піддавалися ретельній підготовці. Спочатку їх промивали, обробляли бензином марки В70 "Калоша", ацетоном або бензино-спиртовою сумішшю. Після цього здійснювали процес знежирення. Для забезпечення чистоти та уникнення забруднень деталі поміщали в металеву корзину, а потім сушили протягом 30 хвилин у сушильній шафі при температурі 110-120°С. Такий підхід дозволив створити оптимальні умови для оцінки впливу попередньої обробки на ефективність роботи стенду.

Стендові випробування проводилися на спеціально розробленому стенді, який максимально точно імітує роботу збиральної машини комбайна СК-5 "Нива". Макет стенду представлений на рисунку 2.2. Така конструкція дозволяє моделювати реальні умови роботи комбайна та отримувати точні дані для аналізу.

Дослідження мають важливе значення для вдосконалення технологічних процесів і забезпечення високої ефективності роботи збиральних машин у реальних умовах експлуатації.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

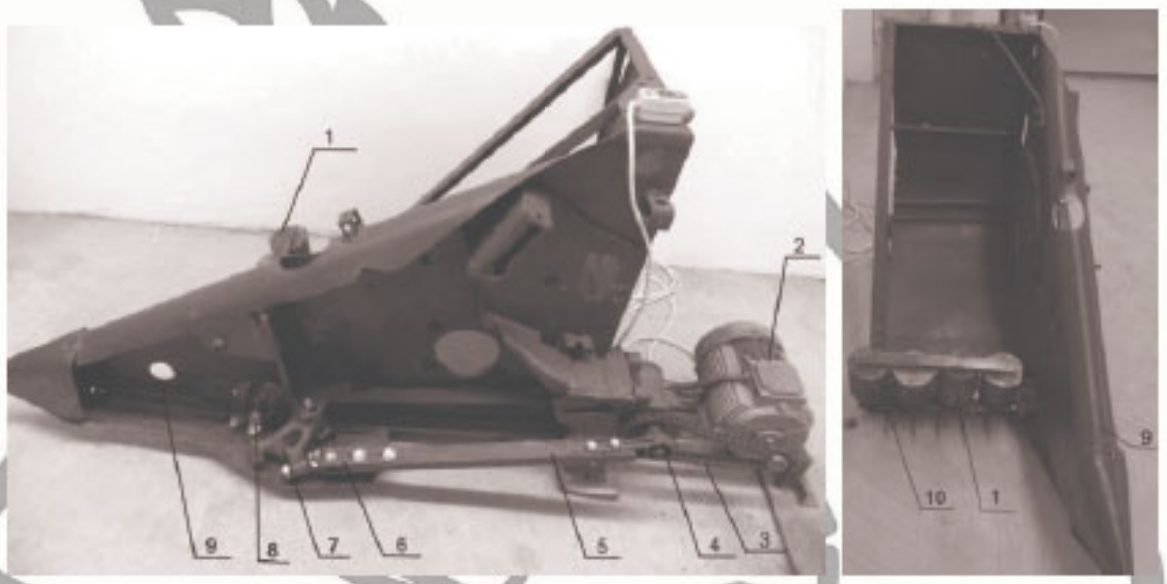


Рисунок 2.2 – Випробувальний стенд та його елементи

Конструкція випробувального стенду для оцінки роботи ріжучого пристрою комбайна СК-5 "Нива" забезпечує можливість імітації навантажень, характерних для реальних умов експлуатації. Основними елементами стенду є навантажувальний адаптер, маса якого регулюється залежно від необхідного рівня навантаження. Адаптер виготовлений у вигляді набору металевих циліндрів, що дозволяє точно налаштовувати параметри випробувань.

Привід стенду реалізовано через електродвигун, який передає обертальний момент через ланцюгову коробку передач. Подальша кінематична схема включає колінчастий вал, шатун і коромисло, що забезпечують рух підставки відповідно до заданих параметрів. Передавальне число ланцюгової передачі підбирається таким чином, щоб максимально відповідати умовам роботи ріжучого пристрою комбайна.

Під час експлуатації стенду було зафіксовано знос окремих елементів конструкції, зокрема болтів і щічок ріжучого пристрою. Ці деталі зазнають інтенсивного механічного впливу, що обумовлює їх поступове зношування. Для забезпечення надійної роботи стенду та точності результатів випробувань рекомендується проводити регулярний огляд і своєчасну заміну зношених компонентів.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Рисунок 2.3 – Загальний вигляд досліджуваних деталей

Згідно з даними, представленими в таблиці 2.2, проведений аналіз показує, що параметри шорсткості поверхонь експериментальних зразків деталей, оброблених методом епіляції, значно перевищують відповідні показники необроблених фрагментів. Зокрема, шорсткість зменшується в 1,63 та 1,52 рази залежно від конкретного зразка. На рис. 2.4 наочно продемонстровано результати вимірювання шорсткості поверхонь болта та щоки, що дозволяє підтвердити достовірність отриманих даних.

Таблиця 2.2 – Отримані результати випробувань

Деталь	Наявність обробки	Шорсткість поверхні, мкм						Коефіцієнт збільшення стійкості		
		До випробування			після випробування					
		Ra	Rz	Rmax	Ra	Rz	Rmax	Ra	Rz	Rmax
Болт	-	0,77	1,96	5,87	1,53	3,56	10,84	1,62	1,55	1,49
	+				0,96	2,33	7,33			
Щока	-	0,74	1,08	5,76	1,57	3,04	9,15	1,53	1,74	1,29
	+				1,05	1,74	7,13			

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

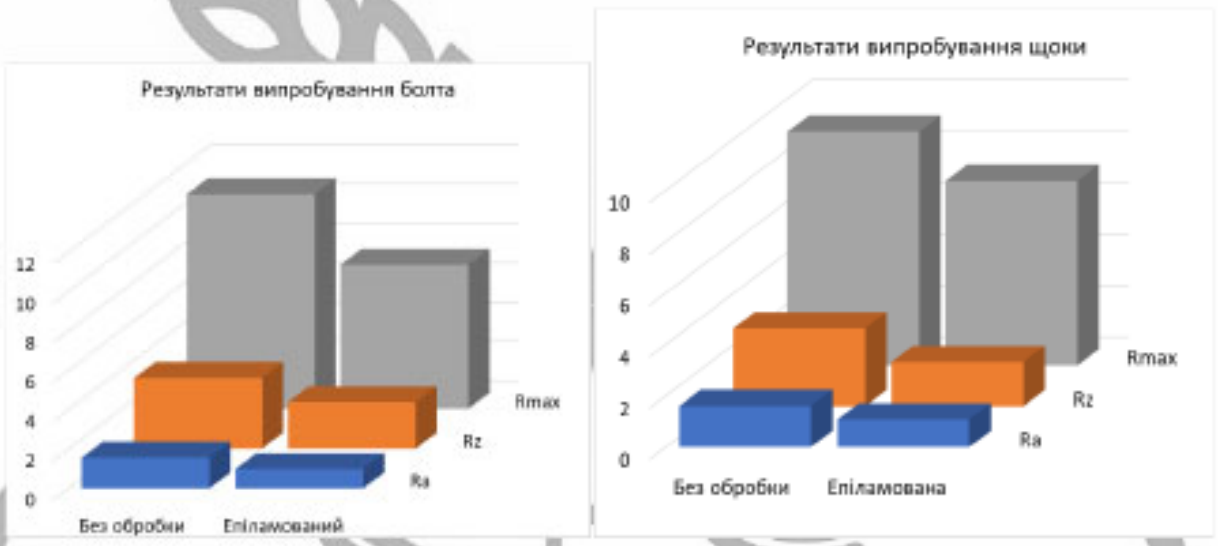


Рисунок 2.4 – Діаграми отриманих результатів випробувань

Отже, використання процесу епіламування для досліджених деталей демонструє більш високу ефективність у контексті фізико-хімічних процесів, що впливають на роботу контактних фрикційних поверхонь. Цей підхід дає можливість суттєво зменшити коефіцієнт тертя (FK), що є одним із ключових показників оптимальної роботи механізмів не лише в умовах високого механічного навантаження, але й у довгостроковій перспективі. Зменшення тертя позитивно відображається на стабільній роботі вузлів і агрегатів, продовжуючи їхній строк служби, зменшуючи ризик перегріву або спрацювання деталей.

Більше того, поліпшення надійності пружного зв'язку створює додатковий ресурс для поліпшення ефективності всієї технічної системи, забезпечуючи її більшу працездатність у широкому діапазоні умов експлуатації. Це є неабияк важливим у сучасних інженерних проєктах – починаючи від сучасних високотехнологічних механізмів і завершуючи конструкціями зі складними системами з'єднань. У поєднанні з оптимізацією інших динамічних процесів така стратегія дає змогу зменшити негативний вплив навантажень, зберегти функціональний ресурс обладнання та підвищити його тривкість та надійність навіть у жорстких робочих середовищах.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

В результаті, комплексне вдосконалення фізико-хімічних характеристик вузлів та впровадження практики компенсації механічних втрат знаходять широке застосування в галузях, орієнтованих на технологічну стійкість і стабільність. Подібні принципи продовжують займати фундаментальне місце не лише в експлуатації, а й у прогнозованій модернізації конструктивних рішень у найближчій перспективі інженерного розвитку.

2.4 Висновки по розділу 2.

1. Епіламування поверхонь деталей, що труться, є високоефективним методом, який дозволяє значно знизити інтенсивність зносу та підвищити зносостійкість елементів.

2. Проведені експериментальні дослідження на циклічному стенді продемонстрували суттєві переваги цього методу. Зокрема, було встановлено, що параметри шорсткості поверхонь деталей косильно-ріжучого обладнання (Ra, Rz і Rmax) після обробки методом епіламування знижуються у 1,6-1,5 рази порівняно з необробленими поверхнями.

3. Ці результати підтверджують доцільність використання епіламування для підвищення експлуатаційних характеристик деталей, що працюють у важких умовах тертя. Такий підхід сприяє продовженню терміну служби обладнання та зменшенню витрат на його обслуговування.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Організація роботи з охорони праці

Охорона праці відіграє важливу роль у діяльності кожного підприємства, адже саме від цього напряму залежать безпека, здоров'я та загальний добробут співробітників. Грамотно організована система охорони праці дозволяє не лише уникнути виробничих травм та професійних захворювань, але й створювати комфортні, сприятливі умови для виконання трудових обов'язків. Це, у свою чергу, формує продуктивну атмосферу у колективі, сприяє збільшенню ефективності праці й підвищує мотивацію персоналу.

Основні принципи побудови системи охорони праці є надзвичайно важливими. Їх дотримання забезпечує структурний підхід до організації безпеки на будь-якому етапі діяльності підприємства.

1. Пріоритет захисту здоров’я та життя людей: Головним завданням системи охорони праці є збереження життя і здоров’я співробітників. Усі заходи мають бути спрямовані на аналіз і попередження можливих ризиків, зменшення аварійності та травматизму. Життя завжди повинно стояти в центрі уваги керівництва підприємства, незалежно від специфіки його роботи.

2. Систематизація процесів: Охорона праці повинна виступати не локальним завданням, а невід'ємною частиною робочих процесів. Важливо, щоб заходи із забезпечення безпечних умов праці були інтегровані в стратегічне планування, оперативне управління та кожний робочий процес.

3. Роль і відповідальність роботодавця: Керівництво несе головний тягар відповідальності за створення умов, які уможливлюють безпеку співробітників. Запровадження сучасних безпечних технологій, адаптація робочих зон, своєчасне впровадження необхідних засобів індивідуального та колективного захисту залишаються важливими завданнями кожного

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

керівника.

4. Удосконалення навчання: Щоб уникнути трагедій і непередбачуваних ризиків, персонал має бути добре знайомий із правилами техніки безпеки. Регулярне навчання працівників та курси з оновлення їх знань щодо безпеки сприяють росту професіоналізму та зменшенню потенційних небезпечних ситуацій.

5. Регулярний нагляд і покращення: Постійний аудит і оцінка стану охорони праці надають можливість підприємству аналізувати існуючі проблеми та своєчасно впроваджувати корекцію. Практичний контроль дає змогу відреагувати, ще до виникнення серйозних подій, які могли б завдати шкоди працівникам або втрат компанії.

6. Активна участь персоналу: Залучення співробітників до організації безпечного середовища є важливою частиною створення ефективно функціонуючої системи охорони праці. Необхідно розвивати сміливість у працівників відкрито обговорювати можливі небезпеки, ділитися пропозиціями щодо вдосконалення чіткіших рішень у безпечності праці.

Ефективна система безпеки праці - це не лише засіб дбати про кожного члена колективу, а й потенціал для самого підприємства. Крім безумовного зниження травмів, вона позначається на фінансовій стабільності компанії, загальній репутації організації та стосунках із партнерами. Ба більше, створення безпечного середовища праці впливає на підвищення конкурентоспроможності підприємства в контексті складного економічного ринку.

Отже, сучасне керування охороною праці вимагає відповідальності, системного мислення і безперервного розвитку прогресивних методів забезпечення продуктивної діяльності кожного працівника. Співпраця між керівництв

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

3.2 Рекомендації щодо впровадження безпечних умов праці

Забезпечення безпечних умов праці на підприємстві є ключовим завданням, яке сприяє збереженню життя і здоров'я працівників, підвищенню продуктивності праці та зменшенню ризиків аварійних ситуацій. Особливо це актуально для підприємств, що займаються технічним обслуговуванням і ремонтом складної сільськогосподарської техніки, як-от зернозбиральні комбайни.

Основні заходи для забезпечення безпеки праці на підприємстві:

1. Організація робочого простору:

Робочі зони повинні бути чітко розмежовані відповідно до типів робіт (зони для технічного обслуговування, ремонту, зберігання запчастин тощо).

Забезпечення достатнього освітлення робочих місць, особливо в зонах виконання точних операцій.

Упорядкування робочих зон для уникнення хаосу та забезпечення вільного доступу до обладнання.

2. Технічне оснащення:

Використання сучасного діагностичного обладнання для перевірки стану комбайнів без необхідності демонтажу деталей, що мінімізує ризики для працівників.

Регулярна перевірка справності інструментів та обладнання, що використовується під час ремонту.

Обладнання зон роботи підіймальними механізмами (наприклад, домкратами чи кранами) для безпечного підйому важких частин техніки.

3. Навчання персоналу:

Проведення регулярних інструктажів із техніки безпеки.

Організація навчальних курсів з експлуатації нового обладнання та роботи з сучасними технологіями.

Розробка чітких інструкцій щодо виконання ремонтних робіт із зазначенням можливих ризиків та способів їх уникнення.

інженерно-технологічний факультет СНАУ

4. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

Забезпечення працівників якісними ЗІЗ: захисними окулярами, рукавицями, касками, спецодягом із вогнестійкими властивостями.

Контроль за використанням ЗІЗ під час виконання робіт.

5. Контроль за дотриманням правил безпеки:

Призначення відповідальних осіб за контроль виконання норм охорони праці.

Регулярне проведення перевірок і аудитів на відповідність умов праці встановленим стандартам.

Впровадження системи штрафів або інших заходів впливу за порушення правил безпеки.

6. Пожежна безпека:

Оснащення підприємства засобами пожежогасіння (вогнегасники, гідранти тощо).

Проведення навчань із дій у разі пожежі.

Забезпечення легкого доступу до аварійних виходів.

7. Медичне забезпечення:

Організація медичних оглядів працівників перед прийомом на роботу та періодично протягом їхньої трудової діяльності.

Наявність аптечок першої допомоги у кожній робочій зоні.

Навчання персоналу основам надання першої допомоги.

Ремонт зернозбиральних комбайнів у польових умовах має свої специфічні виклики, пов’язані з відсутністю стаціонарних умов роботи та необхідністю швидко реагувати на несправності. Для забезпечення безпеки працівників у таких умовах слід дотримуватись наступних заходів:

1. Оцінка ризиків:

Перед початком робіт у полі необхідно оцінити стан місцевості: перевірити рівність поверхні, відсутність небезпечних об’єктів (ям, каміння тощо) та забезпечити стійкість техніки.

Враховувати погодні умови, оскільки дощ чи сильний вітер можуть

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

створити додаткові загрози.

2. Переносне обладнання:

Використання портативного обладнання для діагностики та ремонту, яке відповідає стандартам безпеки.

Забезпечення наявності мобільних джерел освітлення у разі виконання робіт у темний час доби.

3. Організація робочого місця:

Виділення окремої зони для ремонту подалі від рухомих частин іншої техніки.

Використання сигнальних засобів (конуси, стрічки) для позначення ремонтної ділянки.

4. Транспортна безпека:

Забезпечення стійкого розташування транспортного засобу (комбайна) за допомогою опор чи фіксаторів.

Використання гальмівних упорів для запобігання мимовільному руху техніки.

5. Захист від електричних ризиків:

Контроль за справністю електрообладнання та проводки комбайна перед початком робіт.

Заборона виконання електричних робіт під час дощу чи підвищеної вологості.

6. Комунікація та координація:

Постійний зв'язок із диспетчером чи керівником ремонтної групи для оперативного реагування на надзвичайні ситуації.

Робота в командах не менше ніж із двох осіб для забезпечення взаємного контролю та допомоги у разі потреби.

7. Медична готовність:

Наявність переносної аптечки першої допомоги на місці ремонту.

Інформування працівників про найближчі медичні пункти чи лікарні.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

3.4 Висновки по розділу 3

Організація безпечних умов праці як на підприємстві, так і в польових умовах є комплексним завданням, яке потребує системного підходу та постійного контролю. Дотримання перерахованих заходів дозволить мінімізувати ризики для здоров'я і життя працівників, а також забезпечить ефективність і якість виконуваних ремонтних робіт.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

РОЗДІЛ 4
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Ремонт зернозбиральних комбайнів є важливим етапом у забезпеченні їх тривалої та ефективної експлуатації. Удосконалення технологічних процесів ремонту дозволяє підвищити надійність техніки, зменшити витрати на обслуговування та збільшити продуктивність. Одним із перспективних напрямів є впровадження додаткової обробки деталей, що працюють в умовах тертя, шляхом нанесення покриття з епіламу.

Епілам — це спеціальний матеріал, що створює тонке покриття на поверхні деталей. Його основна функція полягає у зменшенні коефіцієнта тертя між поверхнями, що контактують, а також у підвищенні зносостійкості деталей. Використання епіламу має такі переваги:

1. Зниження зносу деталей. Покриття зменшує тертя, що сприяє збільшенню терміну служби деталей.

2. Підвищення енергоефективності. Зменшення тертя дозволяє знизити витрати енергії на роботу механізмів.

3. Зменшення витрат на мастильні матеріали. Покриття створює захисний шар, що зменшує потребу в мастилі.

4. Покращення екологічності. Зниження використання мастильних матеріалів позитивно впливає на навколишнє середовище.

Вартість впровадження додаткових технічних характеристик визначається сумою всіх витрат, пов'язаних із застосуванням епіламу. Основні статті витрат включають:

1. Матеріали. Вартість самого епіламу та інших необхідних компонентів для нанесення покриття.

2. Обладнання. Придбання або модернізація обладнання для нанесення покриття.

3. Робоча сила. Заробітна плата працівників, які виконують обробку деталей.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

4. Технічне обслуговування. Витрати на підтримку обладнання у робочому стані.

5. Навчання персоналу. Підготовка фахівців для роботи з новою технологією.

Для оцінки економічної ефективності впровадження технології епіляції необхідно врахувати кілька ключових аспектів:

1. Зменшення витрат на ремонт і обслуговування. Завдяки підвищенню зносостійкості деталей знижуються витрати на їх заміну та ремонт.

2. Збільшення продуктивності техніки. Покращені характеристики деталей сприяють більш ефективній роботі комбайна.

3. Економія ресурсів. Зменшення споживання мастильних матеріалів і пального дозволяє скоротити експлуатаційні витрати.

4. Термін окупності інвестицій. Важливо розрахувати, за який час витрати на впровадження технології будуть компенсовані за рахунок отриманих переваг.

Процес впровадження покриття з епіламу включає кілька ключових етапів:

1. Аналіз потреб техніки. Визначення деталей, які найбільше піддаються зносу і потребують додаткового захисту.

2. Розробка технологічного процесу. Вибір методів нанесення покриття та оптимізація процесу.

3. Закупівля обладнання та матеріалів. Придбання необхідного устаткування та витратних матеріалів.

4. Навчання персоналу. Підготовка працівників до роботи з новою технологією.

5. Тестування та впровадження. Проведення випробувань і поступове впровадження технології у виробничий процес.

Впровадження технології епіляції у ремонт зернозбиральних комбайнів є перспективним напрямом, який дозволяє значно підвищити ефектив-

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

ність техніки та зменшити витрати на її обслуговування. Хоча початкові інвестиції можуть бути значними, довгострокові вигоди перевищують витрати, забезпечуючи економію ресурсів і підвищення продуктивності роботи техніки.

Така інновація є прикладом того, як сучасні технології можуть сприяти розвитку сільськогосподарської галузі та забезпечувати її стійкість до викликів майбутнього.

Розрахунок собівартості наведено в додатку А.

Висновки до розділу 4

1. Вартість впровадження даного процесу становить 642,48 грн, що є доволі доступним для більшості господарств.

2. Ефективність процесу епіламування – основного етапу запропонованої методики – підтверджена дослідженнями. Вона дозволяє збільшити зносостійкість поверхонь тертя на 27-31%. Це означає, що деталі працюватимуть довше навіть у складних умовах експлуатації, таких як висока вологість або значні механічні навантаження.

3. Окрім технічних переваг, запропонований спосіб має і вагомі економічні переваги. Зменшення частоти поломок і необхідності у заміні деталей дозволяє оптимізувати витрати господарств. Це робить методику не лише ефективною, але й економічно вигідною.

4. На основі отриманих результатів можна рекомендувати даний спосіб для практичного використання у сільськогосподарських підприємствах. Він здатен значно покращити продуктивність техніки та зменшити витрати на її обслуговування, що є важливим чинником для підвищення загальної рентабельності виробництва.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

ВИСНОВКИ

1. Зернозбиральні комбайни є ключовими елементами сільськогосподарської техніки, які працюють у складних умовах. Існуючі системи технічного обслуговування здатні забезпечити усунення пошкоджень, що виникають під час експлуатації, але постійно виникає потреба у вдосконаленні цих процесів.

2. Одним із перспективних напрямків підвищення надійності є збільшення зносостійкості тертьових поверхонь деталей механізмів комбайнів. Особливу увагу привертає застосування методу епіламування, який дозволяє наносити спеціальний шар епіламу на тертьові поверхні. Це забезпечує підвищення зносостійкості пар тертя на 27–31%, що значно збільшує довговічність деталей і знижує ризик їх виходу з ладу.

3. Собівартість технологічного процесу додаткової обробки деталей за запропонованим способом становить 642,48 грн. Таким чином, новий спосіб обробки тертьових поверхонь є не лише технічно ефективним, але й економічно вигідним.

4. Результати експериментальних досліджень, проведених у межах магістерської роботи, були висвітлені у тезах доповід.

5. Впровадження технології підвищення зносостійкості деталей зернозбиральних комбайнів дозволяє значно покращити їх надійність, зменшити витрати на обслуговування й ремонт, а також підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва в цілому.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Островський М.С. Фреттинг як передумова зниження надійності гірничих машин. Інформаційно-аналітичний бюлетень. 2011. Т. 3. No 12. С. 315-331.
2. Голого Н.Л., Аляб'єв А.Я., Шевель В.В. Фреттинг-корозія металів. Київ: Техніка, 1974.272 с.
3. Тарельник В.Б., Марцінковський В.С., Братушак М.П. Проблеми захисту гнучких муфт турбокомпресорів від фреттинг-корозії. // Вісник СНАУ. – Випуск 12, 2005. С. 231–240.
4. Петухов А.Н. Фреттинг-корозія та фреттинг-втома непрацюючих з'єднань ГТР і силових машин. Аерокосмічна техніка і техніка №7 (15), 2004, Харків, «ХАІ». С. 128134.
5. Маліцький І.Ф., Чернятіна Є.В. Вплив шорсткості та способів обробки на міцність при розтягуванні. Україна. «Машинобудування», No13, 2014.
6. Марцинковський В., Тарельник В., Конопліянченко І., Гапонова О., Думанчук М. (2020) Опорна технологія захисту контактних поверхонь напівмуфти — прес-з'єднань вала від фреттингового зносу. В: Іванов В. та ін. (ред.) Досягнення в області проектування, моделювання та виробництва II. DSMIE 2019. Конспект лекцій з машинобудування. Спрінгер, Чам. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_22
7. Тарельник В. Б., Марцінковський В. С. Модернізація та ремонт роторних машин: Монографія. Суми: Вид-во: «Козацький вал» 2005.364 с.
8. Лебедь ВТНВ Тарельник Підвищення властивостей відновлюваних великогабаритних композитних виробів. // Вісник СНАУ. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 11 (26), 2014. С.14-20.
9. Асланян І.Р. Селіс Я.П., Шустер Л.Ш. Фреттинг-корозійне електролітичне покриття NiP. Тертя і знос. 2011. No 6. Т. 32.С. 556-561.
10. Тарельник В. Б., Марцінковський В. С., Білоус А. В., Павлов А. Г.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Проблеми та перспективи підвищення якості фіксованого зв'язку. Машинобудування. 2012. No 9. С. 218-232.

11. Чжан В. Сюе К. Характеристики фреттингового зносу багатошарів Ni/Cu, електроосаджених на підкладці з берилієвої бронзи. Wear. 1998. Вип. 214. С. 23-29.
12. Stehr, W. (2014). Epilame. In: Mang, T. (eds) Encyclopedia of Lubricants and Lubrication. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22647-2_147
13. Potekha, V. L., Rogachev, A. V., & Naprev, I. S. (1996). Theo retical experimental assessment of optimum condi tions of operation of epilam coated tribojoints of machines. Trenie Iznos, 17(6), 764-768.
14. Padgurskas, J., Zunda, A., Andriusis, A. et al. The effect of fluorine oligomer coatings on the tribocontacts of a piezoelectric actuator. J. Frict. Wear 35, 1–6 (2014). https://doi.org/10.3103/S1068366614010061
15. Ред В., Максаров В., Олт Я. Підвищення стійкості до фреттингу сильно навантажених деталей машин тертя за допомогою модифікованої полімерної композиції. Агрономічні дослідження. 2016.14 (S1). С. 1023-1033.
16. Ред В., Максаров В., Олт Я. Підвищена зносостійкість і фреттинг-стійкість деталей гірничих машин із регулярними візерунками шорсткості. Annals of DAAAM and Procedures of International DAAAM Symposium, 2016. P. 151-156.
17. Максаров В.В., Красний В.А. Особливі характеристики фрикційних механізмів трипливкових цитат робітників деталей машин при корозії різання AER-Advances in Engineering Research. 2017. Вип. 133 (Актуальні питання машинобудування AIME-2017). С. 445–451.
18. Варенберг М., Гальперін Г., Еціон І. Різні аспекти ролі уламків зносу в зносі фреттингу. Wear. 2002. Вип. 252. No 11-12. С. 902-910.
19. Волчок А., Гальперін Г., Еціон І. Ефективність регулярної мікротопографії поверхні на довговічність фреттингової втоми. Wear.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

2002. Вип. 253. No 3-4. С. 509-515.

20. Kubiak KJ, Mathia TG, Fouvry S. Вплив шорсткості поверхні на карті тертя в умовах фреттингового контакту. Міжнародна трибологія. 2010.43 (8). С. 1500-1507.
21. Хуан Д., Лі Р., Хуанг Л., Джі В., Чжан Т. Зношування об'ємної аморфної сталі. Інтерметаліди. 2011.19 (10). С. 1385-1389.
22. Pearson SR, Shipway PH, Abere JO, Hewitt RA Вплив температури на плаву та різання високих міцних стовбурів при фреттингу. Wear. 2013. Вип. 303. С. 622-631.
23. Рамеш Р. Розробка обладнання для випробування фреттингового зносу та попередні дослідження для розуміння властивостей сталей зношування фреттингом / Р. Рамеш, Р. Гнанамурті // Матеріали та дизайн. 2006. No 27 (2). С. 141-146.
24. Риб'як Р. Фреттинговий знос нержавіючої сталі при змінних температурних умовах: впровадження «композитного» закону зношування / Р. Риб'як, С. Фуврі, Б. Бонне // Wear. 2010. Вип. 268. С. 413-423.
25. Krynke, Marek, et al. "Factors, Increasing the Efficiency of Work of Maintenance, Repair and Operation Units of Industrial Enterprises" Management Systems in Production Engineering, vol. 30, no. 1, Sciendo, 2022, pp. 91-97. https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0012
26. Anishchenko, Viktoriya & Marhasova, Viktoriya & Fedorenko, Andrii & Puzyrov, Mykhailo & Ivankov, Oleh. (2019). Ensuring environmental safety via waste management. Journal of Security and Sustainability Issues. 8. 507-519. DOI: https://doi.org/10.9770/jssi.2019.8.3(17).
27. Gangolells, Marta & Casals, Miquel & Forcada, Nuria & Fuertes, Alba. (2012). Model for Enhancing Integrated Identification, Assessment, and Operational Control of On-Site Environmental Impacts and Health and Safety Risks in Construction Firms. Journal of Construction Engineering and Management. 139. 138. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-

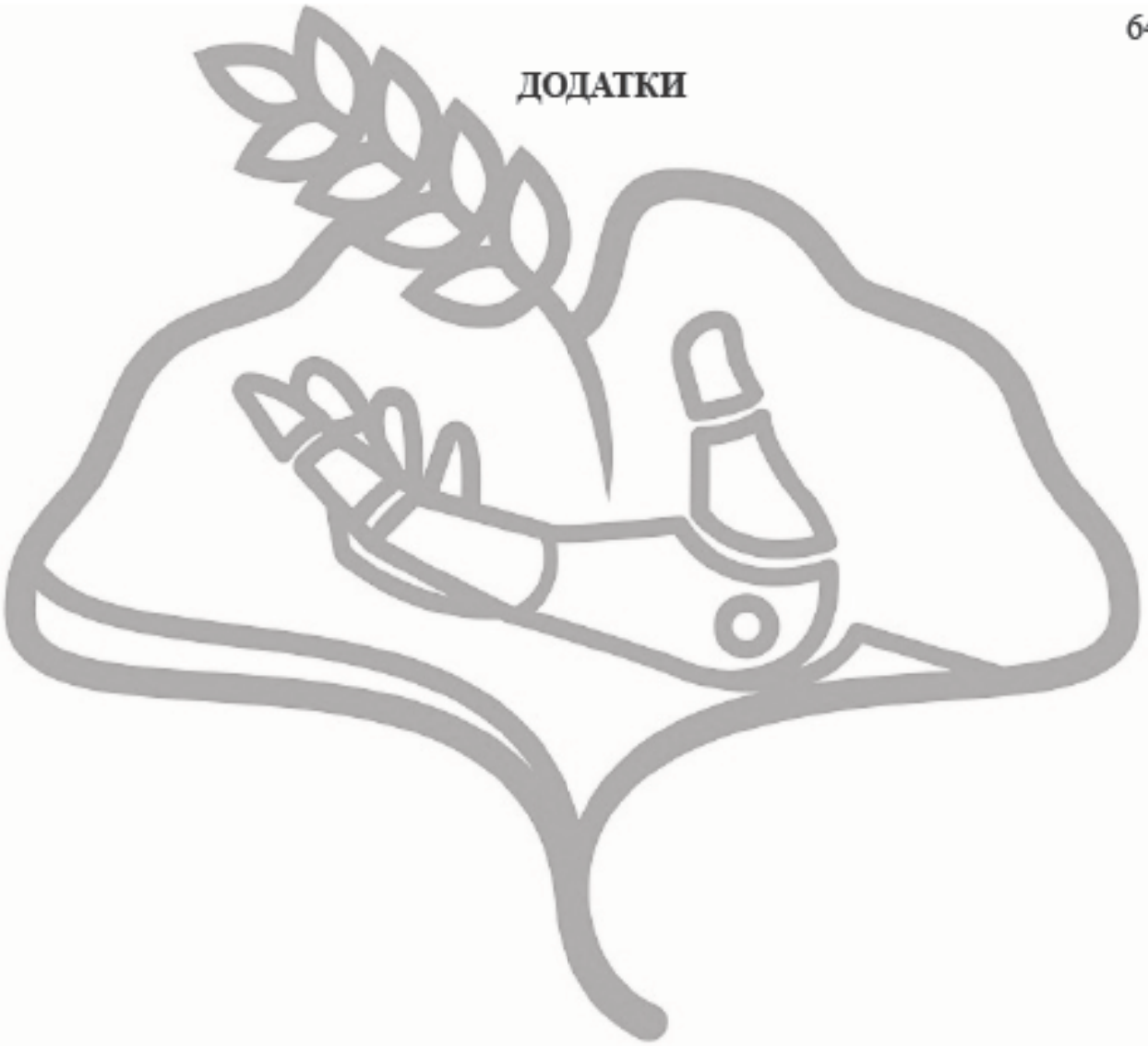
Інженерно-технологічний факультет СНАУ

7862.0000579.

28. Shafiee M, Labib A, Maiti J, Starr A. Maintenance strategy selection for multi-component systems using a combined analytic network process and cost-risk criticality model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O. 2019;233(2):89-104. DOI: https://doi.org/10.1177/1748006X17712071
29. Gaus, J., Wehking, S., Glas, A. H., & Eßig, M. (2022). Economic Sustainability by Using Life Cycle Cost Information in the Buying Center: Insights from the Public Sector. Sustainability, 14(3), 1871. DOI: https://doi.org/10.3390/su14031871

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

ДОДАТКИ



Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Додаток А

Розрахунок економічних показників процесу

Розглянемо основні складові собівартості:

- Заробітна плата виробничих робітників;
- Витратні матеріали (рідина для епіламування);
-Основні засоби;
- Електрика для технічних цілей.

Вартість заробітної плати працівникам складається з прямої заробітної плати та відрахувань ЄСВ і може бути визначена за формулою:

$$C_{ЗП} = T_{шт-к} \cdot C_г \left(1 + K_{ЄСВ}\right) \quad (А.1)$$

де Тшт-к — норма штучно-розрахункового часу на виконання технологічної операції, год;

кр = 110 грн/год - погодинна ставка оплати праці робітника;

КЕСВ= 0,22 - сума відрахувань ЄСВ, 22%.

Норма часу, необхідного для виконання технологічної операції, визначається за формулою, год:

$$T_{шт-к} = T_O + T_Д + T_{Обс} + T_в + T_{П.З.} \quad (А.2)$$

де T_O – норма основного часу обробки, год;

$T_Д$ - норма допоміжного часу, год;

$T_{обс}$ - норма часу на обслуговування робочого місця,%;

$T_в$ - норма часу на відпочинок,%;

$T_{пз}$ - підготовчо-заключний час, що складається з часу, витраченого на отримання доручення, на налагодження обладнання, на здачу роботи, год.

Основна норма часу для операції епіламування визначається тривалістю процесу і становить T_o= 0,7 год.

Інженерно технологічний факультет СНАУ

Норма допоміжного часу під час легування виробів на підприємстві визначається з розрахунку 20% від норми основного часу, години:

$$T_Д = 0,2 \cdot T_О \quad (А.3)$$

Норма часу на обслуговування робочого місця становить 4% робочого часу (сума основного та допоміжного), год:

$$T_{Обс} = 0,04 \cdot (T_О + T_Д) \quad (А.4)$$

Норма часу на відпочинок та особисті потреби на підприємстві береться на рівні 6% від норми робочого часу.

$$T_{Від} = 0,06 \cdot (T_О + T_Д) \quad (А.5)$$

За норму підготовчо-заключного часу приймають 4% від основного.

$$T_{П.З} = 0,04 \cdot T_О \quad (А.6)$$

Результати розрахунку зведені в таблицю А.1.

Розмір заробітної плати робітників, задіяних на додаткових операціях технологічного процесу, визначаємо за формулою (А.1)

$$С_{ЗП}=0,88 \cdot 110(1+0,22)=118,1 \text{ грн}$$

Таблиця А.1 - Норми часу на операцію епіламування

Вид обробки	$T_О$, год	$T_Д$, год	$T_{обс}$, год	$T_{відп}$, год	$T_{П.З}$, год	$T_{шт-к}$, год
Епіламування	0,70	0,12	0,01	0,01	0,04	0,88

Розрахунок видатків, пов'язаних з технологічним процесом

Розрахунок вартості матеріалів

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Для виконання операції епіламування необхідно використовувати епіламуючий розчин «Полізам», вартість 1 кг 3500 грн, норма витрати на 1 комплект 0,1 кг.

Розрахунок вартості технологічної енергії

Розрахуємо кількість електроенергії, яку необхідно витратити на випарювання епіламуючого розчину. Для цього використовуємо формулу, кВт·год:

$$A_{e.e.} = \frac{I \cdot U \cdot \eta \cdot T_O}{1000} \quad (A.7)$$

де U = 220 В - напруга на аноді, за технічними характеристиками установки;

I – сила струму при легуванні, А;

η = 0,6 - ККД установки, за її технічними характеристиками;

Розраховуємо вартість електроенергії, необхідної для технологічних потреб, за формулою:

$$С_{т.ен.} = А_{ен} \cdot Ц_е = 0,373 \cdot 3,68 = 1,626 \text{ грн.}, \quad (A.8)$$

де Це = 3,68 грн - ціна 1 кВт/год електроенергії.

Технологічна вартість додаткової обробки

Для визначення технологічної собівартості виконання додаткових операцій обробки для одного комплекта деталей жниварки скористаємося формулою (А.1), яка буде мати вигляд:

$$С_{дод} = С_{ЗП} + С_{е.м.} + С_{т.ен.} = 118,1+350+1,63=469,73 \text{ грн.} \quad (A.9)$$

де $С_{ЗП}$ - загальні витрати з фонду оплати праці, руб.;

$С_{е.м}$ - вартість витратних матеріалів, грн.;

$С_{т.ен}$ – витрати на технологічну електроенергію, грн.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ

Економічний ефект від впровадження запропонованої технології захисту поверхонь тертя жниварок скорочені видатків на заміну зношених деталей, збільшенню міжремонтних інтервалів. підвищенні надійності техніки.

Для реалізації запропонованої технології виробничому підприємству необхідно придбати (або виготовити) таке обладнання (вартість вказана приблизно):

– установка для епіламування, орієнтовна вартість 18 тис. грн.;

Таким чином, загальний обсяг інвестицій підприємства становитиме К = 18 тис. грн.

Проведені техніко-економічні розрахунки дозволили рекомендувати розроблену технологію захисту поверхонь деталей від зношування до впровадженням у виробництво.

Інженерно-технологічний факультет СНАУ