

Тема: «Удосконалення обладнання для подрібнення зерна на підприємствах АПК»

Виконав: Рижков Микола Григорович

Керівник: Тарельник В.Б.

## ВСТУП

Помел зерна є фундаментальним процесом у сільськогосподарській та харчовій промисловості, відіграючи ключову роль у перетворенні сирого зерна на різні цінні продукти. Помел зерна передбачає подрібнення або подрібнення зерна, такого як пшениця, кукурудза, ячмінь, овес і рис, для виробництва борошна, корму для тварин та інших продуктів на основі зерна. Цей процес має вирішальне значення для розщеплення зерна на більш дрібні частинки, полегшуючи їх перетравлення та використання в різних цілях.

Виробництво кормів для тварин значною мірою залежить від помелу зерна. Зернові млини, спеціально розроблені для цієї мети, переробляють зерно в кормові гранули або борошно, придатне для худоби, птиці та домашніх тварин. Ці млини забезпечують дрібний помел зерна для оптимізації засвоєння поживних речовин і задоволення харчових потреб різних видів тварин. Подрібнене зерно, наприклад, кукурудзу тваринам легше жувати та перетравлювати, що покращує ефективність корму та загальний стан здоров'я тварин. Млини для кукурудзяного крекінгу — це спеціалізовані зернові млини, призначені для дроблення цілих зерен кукурудзи на більш дрібні шматочки. Цей процес, також відомий як гофрування кукурудзи або лущення, покращує засвоюваність кукурудзи для годування худоби.

Для великої кількості переробки зерна призначені об'єкти — млинові комбінати. Ці фабрики оснащені важким обладнанням, здатним ефективно переробляти величезну кількість зерна. Тут зерно проходить процеси очищення,

сортування, помелу та пакування для виробництва широкого асортименту продуктів як для споживання людиною, так і для промислового використання.

Валки зернового помелу є важливими компонентами, які чинять тиск на зерна під час процесу помелу. З часом ці ролики можуть зношуватися та потребувати заміни для підтримки оптимальної продуктивності фрезерування. Високоякісні змінні ролики забезпечують рівномірну обробку зерна та продовжують термін служби подрібнювального обладнання.

Устаткування для помелу зерна охоплює широкий спектр машин, призначених для різних етапів процесу помелу. Кожна частина обладнання відіграє вирішальну роль у досягненні бажаного розміру та якості зерна, від машин для очищення та лушення до вальцових млинів і просіювачів. Удосконалене фрезерне обладнання включає автоматизовану та точну технологію для підвищення ефективності та консистенції продукції.

Помел зерна — це багатогранний процес, який охоплює різні стадії та застосування, від промислових заводів до спеціалізованого обладнання для годування тварин і крекінгу кукурудзи. Розуміючи тонкощі помелу зерна, ми отримуємо розуміння життєво важливої ролі, яку він відіграє у виробництві продуктів харчування, сільському господарстві та годівлі тварин.

Поширені проблеми з рішеннями для помелу зерна включають налаштування для різних типів зерна, підтримку сталого розміру помелу та вирішення проблем з обслуговуванням обладнання. Крім того, деякі користувачі можуть зіткнутися з проблемами, пов'язаними з джерелом живлення або потребою в спеціальних знаннях для оптимізації процесів фрезерування.

Загальні проблеми з рішеннями для помелу зерна включають підтримку незмінної якості помелу, налаштування для різних типів зерна, усунення зносу обладнання та забезпечення належної гігієни для запобігання забрудненню. Крім того, коливання електроживлення та необхідність періодичного обслуговування можуть вплинути на ефективність процесів помелу зерна.

Таким чином, враховуючи вище сказане, слід відмітити, що тема дипломної роботи: «Удосконалення обладнання для подрібнення зерна на підприємствах АПК» актуальна і потребує вирішення.

## РОЗДІЛ 1

### ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

#### 1.1. Загальні положення

Будь-яка машина зношується і скорочує термін служби після тривалого періоду експлуатації. У цей час ми можемо зменшити вплив переривів на роботу обладнання шляхом регулярного змащення, заміни зношених частин і очищення матеріалу, що залишився в щілинах всередині машини. Вплив середовища, що забезпечує ефективність виробництва та якість порошку готового продукту, супроводжується виконанням інструкцій, які керують формальною операцією. Неправильна експлуатація не тільки призведе до пошкодження обладнання борошномельного заводу, але й до більш серйозних аварій, що призведе до призупинення виробництва.

На деяких невеликих (рис. 1.1) і середніх харчових підприємствах частота застосування малих борошномельних машин є дуже високою, тому дуже важливо якісно виконувати технічне обслуговування машин і обладнання, щоб зменшити частоту поширених несправностей машин і обладнання. Оскільки невдовзі з'явилися малі та середні машини для пшеничного борошна, вони

полюбилися всім, і вони також є хорошим помічником у виробництві та переробці пшеничного борошна в різних малих та середніх цехах пшеничного борошна на цьому етапі. Однак із збільшенням частоти застосування виявляються деякі загальні помилки та незначні проблеми більш-менш у всьому процесі подання. Хоча це не зашкодить додатку в той час, це також зашкодить продуктивності, що вимагає від працівників приділяти цьому велику увагу.

Загальною метою всіх людей, задіяних в процесі подрібнення зерна на підприємствах АПК, полягає в тому, щоб забезпечити кращу роботу обладнання для переробки борошна в майбутньому, продовжити термін служби обладнання та збільшити його переробну потужність.



Рисунок 1.1 - Сімейна майстерня пшеничного борошномельного заводу

### *Поширені несправності помелу в запиленних приміщеннях*

Як правило, борошномельне обладнання використовується в умовах, коли пил знаходиться навколо і з часом все більше і більше його залишається на борошномельному обладнанні, що приводить до серйозних пошкоджень. Це не тільки сильно зношує обладнання борошномельного заводу, але й впливає на якість борошна. Тому борошномельне обладнання необхідно регулярно ремонтувати і обслуговувати. По-перше, борошномельне обладнання має бути

розміщене в місці, де середовище є відповідним, земля є рівною та має підтримувати прохолоду та сухість. Перед використанням борошномельної машини потрібно перевірити камеру зберігання матеріалу на наявність домішок. Перед подрібненням матеріалу його необхідно оглянути. Будь-які домішки в матеріалі не можна змішувати, щоб уникнути пошкодження машини для пшеничного борошна.

Під час використання борошномельної машини необхідно періодично перевіряти, чи не ослаблена гайка кріплення рухомої зубчастої пластини, чи не ослаблені всі кріпильні деталі. Зокрема, перевірте гвинти фіксованої зірочки. Перед запуском машини потрібно вприснути необхідну кількість мастила та збільшити кількість заправок для тривалої роботи. Коли фактичний час роботи становить 300 годин в підшипнику шпинделя необхідно замінити мастило на нове. Під час заміни деталей, що зношуються, ремонтник повинен бути ознайомлений з роботою машини для пшеничного борошна, якщо є серйозні пошкодження, щоб зв'язатися з виробником для ремонту машини.

Це необхідна частина обслуговування та ремонту борошномельного обладнання. Правильне технічне обслуговування подовжить термін служби машини та принесе більше переваг.

У процесі виробництва борошномельні підприємства можуть зіткнутися з такими проблемами:

1. Проблеми із постачанням сировини: борошномельні підприємства можуть зіткнутися з такими проблемами, як нестабільне постачання сировини, нестабільна якість або зростання цін. Проблема забезпечення сировиною безпосередньо вплине на виробничі потужності та собівартість борошна.

2. Несправність обладнання: Обладнання, яке використовується в процесі виробництва борошна, таке як млини, сортувальні машини, конвеєри тощо, може вийти з ладу, що вплине на ефективність виробництва та якість продукції.

3. Проблема з електропостачанням: борошномельні підприємства потребують великої кількості електроенергії або газу під час виробничого процесу. Якщо виникне проблема з постачанням, це призведе до зупинки виробництва або скорочення виробничої міцності.

4. Проблеми забруднення навколишнього середовища: у процесі виробництва борошна можуть утворюватися пил, запахи та інші забруднюючі речовини. Якщо з ним поводитись неналежним чином, він може порушити норми охорони навколишнього середовища та вплинути на навколишнє середовище.

5. Питання якості: борошномельні підприємства повинні гарантувати, що борошно, яке вони виробляють, відповідає вимогам харчової безпеки та якості, таким як вміст вологи в борошні, точність просіювання, якість клейковини тощо. Якщо якість не відповідає стандартам, це вплине на продажі продукції та репутацію.

6. Проблеми з навичками працівників: Виробництво борошна вимагає від працівників певних робочих навичок та знання техніки безпеки. Якщо працівники не мають достатніх навичок або обізнаності з технікою безпеки, можуть виникнути нещасні випадки або проблеми з якістю продукції.

7. Ринкова конкуренція: Зіткнувшись із жорсткою ринковою конкуренцією, борошномельні підприємства повинні мати справу з цінами конкурентів, якістю продукції та маркетинговими стратегіями, щоб підтримувати власну конкурентоспроможність.

8. Юридичні та нормативні питання: Виробництво борошна передбачає законодавчі та нормативні вимоги щодо безпеки та якості харчових продуктів. Якщо ви не дотримуєтеся відповідних законів і правил, ви можете зіткнутися з такими проблемами, як штрафи або накази про призупинення виробництва. Борошномельні підприємства повинні активно готуватися до війни та вирішувати ці проблеми шляхом раціонального планування виробничих процесів, покращення обслуговування обладнання, посилення закупівлі сировини та управління ланцюгами поставок, навчання персоналу та посилення охорони навколишнього середовища.

### *Поширені несправності спірального перемішувача*

Здебільшого це пов'язано з тим, що фактичний робочий персонал не знайомий і не має кваліфікації, що спричиняє завантаження занадто великої кількості матеріалу, що призводить до відхилення стрічки, що, у свою чергу, створює перешкоди. Рішення полягає в тому, щоб покращити когнітивні здібності відповідного персоналу та керувати ними належним чином.

### *Поширені несправності помелу на млинах*

Якщо в процесі обробки буде виявлено, що ефективність роботи обладнання повільно знижується, слід негайно його оглянути, відновивши пошкоджені шліфувальні зубці, зберігаючи еластичність і герметичність. Якщо температура продукту, який обробляється генератором цільнозернового борошна, занадто висока, потрібно негайно відрегулювати подрібнювальний ролик якомога краще.

### *Поширені несправності очищення сита*

Наприклад, рама сита занадто сильно тремтить, пшениця занадто сильно подрібнена, проміжок між зубчастим блоком і решетом обладнання для обмолоту пшениці дуже малий, а сито з круглими отворами занадто велике, що загрожує фактичному ефекту виробництва та обробки товарів. Відповідний персонал з технічного обслуговування повинен ефективно виконувати налаштування.

### *Поширені несправності електродвигунів*

Більшість із них пов'язані з довготривалою експлуатацією, що призводить до надмірної температури та спричиняє пошкодження. Відповідний професійний і технічний персонал повинен звернути увагу на ефективний розподіл планів виробництва та обробки. Крім того, якщо підшипник кочення не дуже хороший, наприклад, низький рівень масла або брудні речі, це також спричинить таку ситуацію. Його потрібно розглядати відповідно до детальної ситуації.

## **1.2. Використання передових технологій в технічному діяльності фрезерного заводу**

Неочікувані поломки та простой зернових млинів спричиняють більше проблем для сучасних млинів через їх високий виробничий тоннаж. Ці несправності призводять до зниження виробничої міцності і затримок у відвантаженні. Загалом витрати на виробництво через несправності значно перевищують витрати на їх усунення. Фактично, деякі несправності спричиняють коливання якості, продукції яка може досягти клієнтів. Матеріальний вимір таких проблем ніколи не буде чітко визначений. Однак зменшення частоти несподіваних відмов є непростим завданням, враховуючи кількість персоналу, час, протягом якого машини зупиняються на технічне обслуговування, і витрати на нього. Нижче пояснюється, як можна успішно керувати технічним обслуговуванням заводу в умовах надзвичайного тиску зростаючої конкуренції та показаний внесок передових технологій в управління технічним обслуговуванням.

### ***Необхідність технічного обслуговування***

Рівень заходів з технічного обслуговування, які необхідно проводити на заводі чи будь-якому промисловому об'єкті, визначається негативними моментами, які виникнуть у разі його відсутності. Усі робочі електричні та механічні частини мають очікуваний термін служби відповідно до умов роботи.

Крім того, їм потрібні такі функції, як змащування, яке необхідно виконувати регулярно, щоб обладнання могло виконувати свої функції. Якщо ці дії не виконуватимуться, машини не зможуть продовжувати свою роботу та зупиняться в неочікуваний момент. Нездатність несподівано зупинити виробництво через несправність машин називається зупинкою через поломку.

Невдалі зупинки є серйозними проблемами для виробництва. Нижче наведено деякі з проблем, спричинених зупинками з помилками:

- Продукція не може бути доставлена клієнту вчасно.

- Через зупинку та повторний запуск виробництва відбуваються коливання якості, доки система не прийде в порядок, і збільшується частка продукції другого сорту та браку.
- Збільшується споживання енергії.
- Під час простою виробнича бригада простоює, а витрати на оплату праці зростають.
- Завдяки невеликому бюджету, який необхідно виділити на технічне обслуговування, простої значно скорочуються. Якщо цей бюджет продовжує збільшуватися, простої не будуть продовжувати зменшуватися з такою ж швидкістю.
- Виниклі несправності завдають значної шкоди машинам. Наприклад, проблема, яку можна вирішити шляхом заміни лише одного підшипника протягом періоду технічного обслуговування, у разі поломки також порушує роботу корпусів машини, викликаючи незрівнянне збільшення витрат на технічне обслуговування. З цієї причини при визначенні цільової норми часу поломки та виділеного на неї бюджету також слід враховувати інші витрати, спричинені поломкою.

### ***Основні умови технічного обслуговування***

Основна мета ремонтної діяльності; це забезпечення усунення простоїв, які призведуть до несподіваної зупинки виробництва. Сучасний менеджмент технічного обслуговування оцінюється за трьома основними заголовками. Його називають обслуговуванням у разі несправності (усунення несподіваних збоїв), періодичним обслуговуванням (плановим обслуговуванням) і профілактичним обслуговуванням.

Технічне обслуговування при відмовах включає ремонт і повторне введення в експлуатацію несправної машини. Виникнення несправності

пов'язано з неможливістю виконати бажане технічне обслуговування. Однак деякі несправності також виникають через неминучі умови.

Періодичне технічне обслуговування — це класичний метод рішення, який застосовується для запобігання неочікуваним простоям, і це регулярне технічне обслуговування машин, щоб забезпечити безперебійну їх роботу. Під час цього технічного обслуговування замінюються життєво важливі частини, наприклад підшипники. Потертості в машинах виявляються, проблеми, які це викликають, усуваються. Відсутні масла доливаються або замінюються. Рухомі частини змащуються.

Профілактичне технічне обслуговування, з іншого боку, — це комплекс заходів, які здійснюються для повного усунення необхідності періодичного техобслуговування, продовження періоду техобслуговування, проведення ремонту шляхом прогнозування місць, де можуть виникнути несправності, та зменшення витрат на технічне обслуговування. Це діяльність, у якій також інтенсивно використовуються технології, і це найвища точка сучасної філософії технічного обслуговування. Саме тип технічного обслуговування слід брати за основу, особливо для підприємств, які працюють 24 години на добу. Філософія діяльності, яка має здійснюватися в рамках профілактичного обслуговування, може бути перерахована наступним чином.

1) Основною метою є виявлення обладнання, яке потребує технічного обслуговування, і заміна його необслуговуваним обладнанням. Прикладом цього є усунення необхідності заміни масла шляхом заміни масляних вакуумних насосів на безмасляні вакуумні насоси.

2) Якщо потребу в технічному обслуговуванні неможливо усунути з технологічних або фінансових причин, слід зробити зміни, щоб продовжити період періодичного технічного обслуговування. Прикладом цього є подвоєння періоду заміни масла завдяки використанню синтетичного масла замість щорічної заміни масла на мінеральне масло.

3) Використовуючи високу технологію, необхідно заздалегідь визначити можливість збою, а потребу в плановому технічному обслуговуванні слід якомога відкласти. Прикладом цього є використання вдосконалених пристроїв керування на основі штучного інтелекту типу Jetmaster у струминних імпульсних фільтрах (рис. 1.2). Завдяки цьому пристрою можна вчасно виявити неполадки в фільтр-пакетах. Час зміни мішка можна визначити чітким вимірюванням. Таким чином, термін технічного обслуговування максимально подовжується, але технічне обслуговування проводиться до того, як виникне несправність, яка може зупинити виробництво.



Рисунок 1.2 - Пристрій Jetmaster із технологією штучного інтелекту

4) Аналіз ризиків слід проводити шляхом переліку всіх несправностей, які можуть виникнути під час створення планів технічного обслуговування. Необхідно оцінити частоту цих несправностей і збиток виробництва. Відповідно до значення, отриманого від добутку цих двох значень, визначаються пріоритети та ранжуються несправності. Потім слід спробувати повністю усунути всі ризики в цьому списку, якщо це неможливо зробити, слід запланувати технічне

обслуговування, щоб зменшити ризик. Точки зі значенням ризику вище визначеного порогу слід визначати як критичні контрольні точки. Ці ризиковані моменти слід періодично перевіряти на наявність можливих несправностей і зберігати записи.

### ***Причини несправностей***

Основними причинами несправностей, які спричиняють несподівані зупинки з ладу, можна вважати неспроможність створити ефективну систему управління технічним обслуговуванням, неефективне виконання процесу техобслуговування, неналежне ведення записів, відсутність кваліфікованого персоналу з обслуговування, недостатнє виділення часу та персоналу для обслуговування. Інша важлива причина полягає в тому, що закритий для інновацій і розвитку персонал не може встигати за сучасними технологіями. Деякі з цих проблем – формування операційної сліпоти у персоналу, який тривалий час працює на одному підприємстві, нездатність оперативного персоналу слідкувати за технологічними розробками та інноваціями в галузі. Несвоєчасна заміна мастила та підшипників є однією з найяскравіших причин поломки. Деякі неминучі причини – перевага машинам, які більш схильні до несправностей через те, що вони дешевші при першій покупці, старіння машинного парку, стара технологія та обладнання, яке може легко вийти з ладу. Проблеми з якістю та коливання енергії, які можуть виникнути в електричній мережі, виробничі помилки в обладнанні, що використовується, також можуть бути оцінені в цій області.

Нездатність вищого керівництва приділяти значення роботам з технічного обслуговування, не забезпечує необхідне навчання персоналу, вартість ресурсів, витрачених на технічне обслуговування в деяких секторах, є вищою, ніж вартість, витрачена на поломку, і, отже, зупинка діяльності з технічного обслуговування є однією з причин, які викликають несправності.

### ***Система управління технічним обслуговуванням (MMS)***

Сучасні умови конкуренції змушують заводи займатися такими видами діяльності, як розробка продукції з доданою вартістю та підвищення якості продукції. Безсумнівно, компанія, яка все ще бореться з перебоями у виробництві та спричиненими ними коливаннями якості, не зможе зосередитися на більш якісних операціях. Щоб подолати ці проблеми, необхідно створити та ефективно впровадити ефективну MMS. Нижче наведено деякі функції, які має мати MMS, яке буде встановлено на заводах.

- MMS, яке буде встановлено, має відповідати сектору. MMS має підтримуватися вищим керівництвом, а керівництво повинно надавати необхідні ресурси.

- Ефективність MMS слід вимірювати за критеріями ефективності, а критерії ефективності слід визначати реалістичними.

- Для відповідності критеріям ефективності слід застосовувати систему винагороди.

- Основна робота MMS повинна бути задокументована. Це має бути пов'язане з ISO 9001, безпечністю харчових продуктів, безпекою праці, системами екологічного менеджменту.

- MMS має керувати технічний персонал з досвідом роботи в галузі.

- Процес технічного обслуговування мають здійснюватися як технічним, так і виробничим персоналом, але основна відповідальність повинна лежати на операторах виробництва, які використовують машину.

- Технічне обслуговування має бути зафіксовано. Ці записи мають бути легкодоступними.

- Паперове навантаження має бути якомога меншим. Тут документ є транспортним засобом, а фактичне обслуговування машин є метою. Слід уникати іноземних систем управління, які збільшуватимуть документообіг, а не обслуговування.

- Регулярне технічне обслуговування завжди має виконуватися належним чином навченим виробничим оператором. Лише операції, що виходять за рамки заслуг виробничого персоналу, повинні виконуватися групою технічного обслуговування.

- Відповідальність за технічне обслуговування повинна бути покладена на оператора виробництва, а персонал має бути забезпечений для догляду за машиною на максимальному рівні.

- Команда технічного обслуговування повинна складатися з навченого персоналу з електричними та механічними знаннями, включаючи інженерів. Необхідно підтримувати кадри, відкриті до інноваційного розвитку.

- Операційна сліпота є однією з найважливіших перешкод, що заважають процесу технічного обслуговування. Персонал, який бачив нові та інші підприємства, повинен бути посилений у бригади технічного обслуговування, які мають персонал, який працює на одному підприємстві більше десяти років.

- Частину робіт з технічного обслуговування мають здійснювати зовнішні постачальники, щоб слідкувати за поточними розробками.

- MMS повинна мати філософію профілактичного обслуговування, мати перспективу, яка повністю усуне подію збою та радикально вирішить проблему.

- У MMS слід використовувати технології на найвищому рівні. Зокрема, слід зламати опір персоналу, який не встигає за розвитком, технологічному розвитку та змінам, а роботу з цим персоналом не слід продовжувати.

- Для постійного вдосконалення MMS слід забезпечити внесок усього персоналу в процес і заохочувати персонал пропонувати коригувальні та запобіжні дії.

### ***Критерії для MMS***

Для ефективного MMS слід вибрати певні критерії ефективності, встановити цілі для цих критеріїв і регулярно дотримуватися. Нижче наведено деякі критерії продуктивності MMS, які можна використовувати на заводі.

1) Коефіцієнт часу поломки: це відношення часу зупинки через несправність до загального часу до завершення виробництва.

2) Кількість заміненних підшипників: на млинах є багато обладнання, особливо електродвигуни, які потребують періодичної заміни підшипників. Важливим критерієм, який показує інтенсивність ремонтних робіт, є кількість заміненних за рік підшипників обслуговуючим персоналом.

3) Бюджет, що використовується для технічного обслуговування: ще одним параметром, який показує доцільність робіт з технічного обслуговування, є бюджет технічного обслуговування. Безперечно, утримання можливо лише в рамках бюджету.

4) Кількість обслуговуючого персоналу на один електродвигун: кількість електродвигунів у млинах можна взяти як орієнтир при аналізі багатьох основних критеріїв. Це параметр, який аналізує, чи є достатня кількість обслуговуючого персоналу.

5) Кількість пропозицій щодо коригування та запобіжних дій на персонал: це параметр, який показує підтримку та внесок виробничого персоналу в процес технічного обслуговування.

### ***Приклад використання передових технологій***

Розширений контролер і аналізатор несправностей JETMASTER для струминних імпульсних фільтрів:

Технологія є найефективнішим конкурентним елементом. Як приклад пристроїв із технологією штучного інтелекту, які використовуються в обслуговуванні та надають значні переваги бізнесу, можна навести вдосконалену систему керування струминним фільтром та аналізу несправностей Jetmaster. Ці

технологічні пристрої, які широко використовуються на більшості сучасних великих млинів, забезпечують велику зручність для виробничого персоналу.

Завдяки цьому приладу можна визначити ступінь забруднення фільтр-пакетів, час заміни фільтр-пакетів, перфорацію на фільтр-пакетах, падіння фільтр-пакета, неможливість продування деяких фільтр-пакетів, перфорації на діафрагмах. Крім того, негайно виявляються витoki повітря, перфорація резервуара фільтра, несправність повітродувки, блокування фільтра повітродувки, відсутність тиску в резервуарі повітря фільтра, пізніє підвищення тиску в баку фільтра, недостатнє зниження тиску під час продування в фільтр-мішки. Крім того, ці несправності також відстежуються на головному екрані SCADA млина, і персоналу не потрібно звертатися до струминного фільтра для виявлення несправності.

Таким чином, сьогоднішній фрезерний завод напередодні переходу на безлюдне виробництво. Для того, щоб існувати, проблеми, пов'язані з виробництвом, такі як зупинки, повинні бути повністю вирішені, тому що вони заважають зосередитися на суттєвих роботах. Для того, щоб усунути виробничі проблеми, слід створити дуже ефективну систему технічного обслуговування (MMS) і цю систему слід ефективно впровадити. Технології, що розвиваються в роботі MMS, повинні бути швидко передані на заводи. Слід зменшити навантаження на обслуговування та підвищити конкурентоспроможність завдяки пристроям штучного інтелекту, таким як Jetmaster.

### **1.3. Обслуговування борошномельного обладнання**

Ненормальний стан трапляється в борошномельних машинах, і борошномельне обладнання неминуче, як і в будь-якій машині. Однак, якщо ви розумієте принцип роботи машини для виробництва борошна, ви можете

ефективно підвищити ефективність роботи та зменшити шкідливий вплив на машину для виробництва борошна.

### *Проблеми борошномельне обладнання*

- Вихід з ладу спіральної мішалки. Це може бути спричинено надмірною подачею, неправильним обертанням двигуна, заблокованими розвантажувальними портами, зламаними лопатями мішалки тощо. Відповідним технікам потрібно ретельно перевірити причини, а потім усунути їх.

- Несправність повітряного шлюзу. Через погану вентиляцію мішок може засотатись. Поширені причини включають витік в місці з'єднання, знос крильчатки і т. д. В останньому випадку для поліпшення стану можна встановити гумову пластину на зовнішній край.

- Відмова мотора. За звичайних обставин борошномельне обладнання має використовувати понад 10 двигунів різних розмірів. Тому, якщо щось піде не так, це потрібно вчасно перевірити, щоб уникнути потенційної загрози безпеці. Причиною може бути нестача масла в підшипнику, пошкодження або перевантаження двигуна.

- Щойно оброблене борошно вологе. Деякі люди можуть помилково подумати, що це механічна проблема. Але це не так. У процесі обробки борошна очищення є важливим процесом, який в основному використовується для видалення домішок і полегшення луцення пшениці. Тому це нормально, щоб було трохи вологи. Якщо потрібно, щоб воно було більш сухим, для цього є кращі способи це зробити.

Технічне обслуговування борошномельного обладнання значною мірою допоможе збільшити термін служби борошномельного заводу та окремої борошно обробної машини. Тому під час щоденної обробки та виробництва повинно регулярно обслуговувати борошномельне обладнання.

Щоб уникнути деяких помилкових дій персоналу, що призводять до поломки обладнання, впливу на ефективність і скорочення терміну служби, як

звичайний виробник, необхідно забезпечити, щоб оператори свого обладнання для борошномельного виробництва володіли відповідними законами, нормативними актами та системами управління, а також отримували професійні кваліфікаційні сертифікати. Кваліфікація для навчання експлуатації, це може значно зменшити відсоток відмов.

Для поточного технічного обслуговування персонал повинен звернути увагу на деякі спеціальні частини обладнання для борошномельного виробництва. Такі, як скляні інструменти, слід утримувати в чистоті та сухості, класифікувати та зберігати. У той же час слід уникати прямого нагрівання скляних інструментів, а правильною практикою є використання азбестових сіток для повільного та рівномірного нагрівання.

Коротше кажучи, існує багато факторів, які можуть вплинути на обладнання під час використання, наприклад, пил, температура, вологість, вібрація, шум, корозія тощо, персонал повинен звернути увагу на суворий контроль, щоб гарантувати, що робочий стіл борошномельних машин є фіксованим і рівним і відповідає вимогам використання. Після використання борошномельного обладнання його вчасно очищають та відновлюють.

Крім того, силове обладнання повинно бути встановлено з незалежним вимикачем живлення відповідно до номінальної потужності, а також мати справний провід заземлення та регульоване джерело живлення. Правильне використання та належне технічне обслуговування є двома основними аспектами, які впливають на термін служби борошномельного обладнання, а також найкращий спосіб зменшити витрати на ремонт або заміну нового борошномельного обладнання. Щоб знизити витрати та отримати найбільший прибуток, як власник борошномельного заводу, два вищезазначені аспекти є основними знаннями.



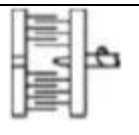
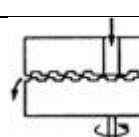
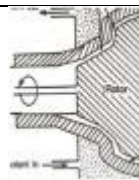
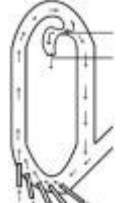
#### **1.4. Подрібнення спецій**

Індія є найбільшою країною з виробництва, споживання та експорту спецій у світі, на яку припадає 50% світової торгівлі. Індійські прянощі відомі своїм елегантним ароматом, смаком і терапевтичною цінністю. Близько 80–85% загального обсягу спецій, вироблених у країні, споживається на внутрішньому рівні. Якість будь-якої спеції можна визначити за її внутрішніми та зовнішніми властивостями. Унікальна характеристика будь-якої спеції в основному пов'язана з певною леткою олією або сполукою, яка в ній міститься. Ці сполуки втілені в матриці рослинних клітин і можуть бути легко доступні після подрібнення. З цієї причини основні пряні культури, такі як червоний перець чилі, коріандр, куркума тощо, переважно споживати у вигляді порошку. Мелений порошок демонструє величезний експортний і місцевий ринковий потенціал. Отже, подрібнення стає критичною операцією в переробці спецій.

Подрібнення - це давня техніка зменшення розміру частинок для отримання порошоків, які можна використовувати як проміжні або кінцеві продукти. Подрібнення спрямоване на зменшення розміру частинок механічними засобами, такими як удар, стиснення, зсув і різання. Молотковий млин, пластинчастий млин, кульовий млин, штифтовий млин, валковий млин зазвичай використовуються для подрібнення спецій. Принципова схема, принцип і застосування різного обладнання для зменшення розмірів представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Обладнання для зменшення розмірів спецій

Тип	Схематичний	Принцип	Застосування
Валковий млин		Стиснення і зсув	Цукрова тростина, шоколад, жито, овес, пшениця, олійні культури
Ножовий млин		Нарізка	Чайний лист, гумові тюки, сир, лист, кора і корінь ліків
Турбо млин		Удар, зсув і різання	какао-боби, жир, лляне борошно, сухе молоко, сіль

Кульбовий млин		Удар і зсув	Вугілля, пігмент, лісовий шпат
Молотковий млин		Вплив	Волокниста тверда речовина, цукор, тапіока, сухі овочі, спеції, харчове зерно, тверді породи
Штифтовий млин		Вплив	Цукор, кофеїн, клітковина, пластівці, дріжджі, віск, сухе молоко, спеції
Плитковий млин		Дроблення і зсув	Пшениця, кавові зерна, сіль перець горошком, спеції, мак
Колоїдний млин		Зсув	Зубна паста, крем, фруктовий джем, мед, масло, кукурудзяне та соєве молоко, барвники, риб'ячий жир
Рідинний енергетичний млин (Ultrafine)		Вплив і виснаження	В міру твердий і пухкий матеріал

Подрібнення є енергоємним процесом, у якому лише 1% загальної вхідної енергії використовується для зменшення розміру частинок, а решта енергії розсіюється у вигляді тепла. Отже, процес подрібнення супроводжується суттєвим підвищенням температури подрібненого продукту, навколишнього повітря та розмельного млина. Оскільки ароматичні, смакові та терапевтичні компоненти, присутні в спеціях, за своєю природою піддаються впливу тепла, підвищення температури під час помелу значно знижує якість мелених спецій. Спостерігалися температури продукту до 90 °C при подрібненні в умовах навколишнього середовища, 40 °C при мокрому подрібненні і 26 °C при подрібненні сублімацією. Повідомлялося про втрату якості, спричинену температурою, на 40% у звичайному процесі шліфування. Окрім втрати якості,

температура також призводить до засмічення, більш високого окислення продукту, більшого споживання енергії, а також викликає залишкову напругу розтягування, зменшуючи термін служби інструменту. Тому мінімізація виділення тепла та швидке відведення тепла під час помелу стає вирішальним для збереження якості кінцевого продукту.

Тип млина впливає на швидкість і кількість тепла, що виділяється під час подрібнення, принцип подрібнення, ступінь подрібнення і властивості матеріалу. Було розроблено кілька методів і технологій для видалення тепла, що утворюється під час подрібнення. Циркуляція холодної води або повітря з низькою температурою навколо камери подрібнення певною мірою знижує виділення тепла. Змішування сухого льоду та матеріалу для попереднього охолодження значно знизило температуру зони подрібнення та покращило якість кінцевого продукту. Однак ці методи неефективні для видалення кількості тепла, що утворюється під час подрібнення. Кріогенне подрібнення, метод, у якому рідкий азот (температура кипіння  $-195,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) використовується для попереднього заморожування матеріалу перед подрібненням і видалення тепла під час подрібнення, є передовим і ефективним методом підтримки якості спецій під час подрібнення [1-4]. Окрім низькотемпературного подрібнення, кріогенне подрібнення має кілька переваг: зменшення сили подрібнення, менша питома потреба в енергії, відсутність засмічення сита тощо. Дуже високі початкові інвестиції та експлуатаційні витрати, дефіцит рідкого азоту та високе співвідношення рідкого азоту до матеріалу перешкоджають адаптації цієї технології [5, 6].

Збереження чутливих до тепла інгредієнтів їжі під час стабільного та чистішого процесу подрібнення є динамічним викликом для кухонного комбайна. На виділення тепла під час помелу впливають кілька продуктів, а також параметри та принципи процесу. Температура є важливою технологічною проблемою, особливо з термочутливими продуктами, продуктами з високим вмістом жиру та термопластичними речовинами [7, 8].

У вдосконалених методах подрібнення циркуляція охолодженої води при 5 °С збільшила споживання енергії з 37 Вт-год енергії до 62 Вт-год енергії при подрібненні навколишнього середовища. Споживання електроенергії залежить від техніки шліфування. В [8] повідомили про високе енергоспоживання в штифтових млинах, за якими йдуть молоткові, роторні та кульові млини. Підвищення температури навколишнього середовища та криоподрібнення є високими в штифтовому, а потім у молотковому, роторному та кульовому млинах. Серед 12 різних комбінацій помелу для подрібнення чилі комбінація штифтового млина (один прохід без сита) і пластинчастого млина (двопрохідний) показала найкращий кольоровий охолоджений порошок із розміром частинок менше 500 мкм і споживанням енергії 0,095 кВт-год/кг [9].

На основі матеріалів були розроблені різні технології надтонкого подрібнення, такі як струменевий млин, криогенне подрібнення, вакуумне подрібнення, кульовий подрібнення, колоїдний млин і валкове подрібнення. Запобігання окисленню та випаровуванню компонентів під час подрібнення є важливим фактором. За винятком струминного помелу та криогенного подрібнення, інші методи подрібнення призводили до підвищення температури, як наслідок до окислення та випаровування, і підходили для конкретних типів продуктів [10,11]. Струминне подрібнення є ще однією перспективною технологією, яка конкурує з криогенним подрібненням. Розпилення матеріалу через сопло за допомогою стисненого повітря (або інертного газу азоту) призвело до високошвидкісного зіткнення, а удар об тверду поверхню фрезерування призвело до зменшення розміру. Характеристиками струминного помелу є однорідні дрібні частинки, дуже низьке підвищення температури в зоні подрібнення завдяки ефекту Джоуля Томпсона та придатність для термочутливих продуктів. Великою перешкодою струминного помелу є його більш високе енергоспоживання порівняно з іншими методами подрібнення. Потрібні зусилля для вдосконалення цієї машини, щоб зменшити витрати на енергію та використовувати для подрібнення спецій разом із обробкою рідким азотом або охолодженим стисненим повітрям.

Розмір частинок важливий для приготування їжі та інших застосувань у багатьох галузях промисловості. Подрібнення може отримувати частинки мікронного, субмікронного і навіть нанорозміру, що набуло більшого значення з боку дослідників і промисловості. Зменшення розміру частинок може змінити структуру матеріалу та хімічну активність, які мають видатні характеристики в комерційному застосуванні.

Як обговорювалося вище, кріогенне подрібнення — це передова технологія подрібнення для отримання якісного порошку спецій із чудовими характеристиками. Незважаючи на ряд переваг, залишаються додаткові проблеми. Більшість дослідників працювали над технологією кріогенного подрібнення. У оптимізованому млині для подрібнення 1 кг матеріалу потрібно було 0,6–4 кг рідкого азоту. Крім кількох економічних переваг рідкого азоту, споживання енергії та вартість холодних агентів значно впливають на експлуатаційні витрати, а фактичне споживання рідкого азоту в заводах подвоюється. Вартість лише азоту становить понад 40% вартості кріогенного подрібнення. Для багатьох матеріалів низька температура не обов'язково становить  $-195,6^{\circ}\text{C}$ . Не було помічено жодних поглиблених досліджень подрібнення спецій щодо того, яка температура потрібна, щоб кормовий матеріал став крихким. Точне вимірювання температури склування та діаграми стану ідеально підходить для запобігання надмірному споживанню рідкого азоту. Оптимізація рідкого азоту є надзвичайно важливою завдяки використанню нових процесів і нового охолоджувального обладнання. Кріогенне подрібнення — це не просто використання рідкого азоту; це загальна оптимізація змінних процесу, таких як вміст вологи, типи помелу, швидкість подачі, вибір сита та швидкість ротора. Більшість дослідників працювали над моделлю лабораторного масштабу. Однак початкові інвестиції, експлуатаційні витрати та вдосконалення або оптимізація процесу, а також комерційне масштабування моделей представлені не дуже добре. При кріогенному подрібненні слід дотримуватися належних запобіжних заходів і заходів безпеки; інакше це може серйозно вплинути на проблеми зі здоров'ям [12-15]. Окрім кріогенного подрібнення,

деякі дослідники пробували альтернативні рішення, такі як подвійне подрібнення, охолодження випарника в камері подрібнення, попереднє охолодження, водяна сорочка та сухий лід. Ці альтернативні методи потребують детального дослідження.

Подрібнення спецій істотно впливає на фізико-хімічні властивості порошків. Більш дрібні частинки можуть впливати на властивості гідратації та поглинання. Швидкість поглинання води та кисню може збільшуватися, що швидко викликає небажане окислення цінних компонентів [16]. При зберіганні в умовах навколишнього середовища та поганій упаковці криогенний порошок стає більш нестабільним, ніж конвекційно розмелений порошок. Необхідно приділити належну увагу упаковці спецій та умовам зберігання.

Пил є ще однією серйозною проблемою, яка виникає під час подрібнення спецій. Розмір частинок менше 420 мкм може спричинити проблеми зі здоров'ям і пожежі [16]. Викид пилу може спричинити знос і пошкодження обладнання, втрату матеріалу, неприємний запах, а проблеми зі здоров'ям працівників викликають серйозне занепокоєння. Особливі проблеми зі здоров'ям, пов'язані з пилом, включають серцево-судинні захворювання, діабет, нейродегенеративні захворювання, захворювання легенів і фіброз. Особливу увагу слід приділяти підтримці чистого середовища під час подрібнення спецій.

При подрібненні спецій у лабораторних масштабах застосовують надтонкі, криогенні та вдосконалені методи подрібнення. У реальних промислових застосуваннях масштаб цих технологій зіткнувся з певними проблемами. Потрібне детальне дослідження для перетворення цих лабораторних технологій у промислове виробництво з оптимізованими витратами виробництва та обробки та меншим споживанням енергії.

Кожна технологія подрібнення дає порошки з різними фізичними та хімічними властивостями. Порошок прянощі можна використовувати як кінцевий або проміжний продукт, особливо для вилучення цінних і лікувальних компонентів. Ці методи подрібнення можуть впливати на фізико-хімічні властивості та фізіологічну активність. Існує кілька звітів щодо цих аспектів.

Зрозуміти всі аспекти обробки прянощів від сушіння до зберігання – це дійсно потреба часу. Кожна операція агрегату тісно пов'язана з іншою та впливає на кінцеву якість порошку спецій.

Проста машина не може ефективно виконувати всі операції, тому автоматика контролює різні параметри. Для розробки процесу подрібнення спецій оптимізація параметрів машини, таких як швидкість подачі, розмір сита, швидкість і споживання енергії, є життєво важливою для проектування та модифікації існуючої машини. Температура зони шліфування є основною проблемою в існуючих шліфувальних машинах. Дизайнер/інженер повинен зосередитися на конкретних аспектах конструкції, таких як стадії подрібнення, час подрібнення та механізм подрібнення, який знижує температуру зони подрібнення та вдосконалення існуючих технологій. Розроблений млин буде оцінено за продуктивністю та експлуатаційною економічністю порівняно зі звичайними методами подрібнення, а робочі параметри будуть оптимізовані для кращої продуктивності.

Виробники можуть скористатися перевагами виготовлення найкращого шліфувального верстата з урахуванням кінцевого продукту, кінцевого користувача, загальної вартості та змінних витрат. Кількісна оцінка та моніторинг впливових атрибутів допомагають ретельно контролювати їх, щоб точно задовольнити запит користувача. Крім того, ринкова тенденція шляхом спостереження за величинами атрибутів допомагає їм зрозуміти тип використовуваної машини та її вплив на характеристики кінцевого продукту. Виробники можуть удосконалити подрібнювальні машини для спецій порівняно з існуючим традиційним багатоцільовим помелом для пшениці, рису, пшона, бобових і спецій.

Фермери, які вирощують спеції, малі асоціації та малі та середні підприємці отримують вигоду від важливості кодування атрибутів для оптимізації робочих параметрів і змінних, щоб зменшити витрати на переробку та отримати продукт преміум-якості.

Таким чином, специфічні проблеми кріогенного подрібнення для модифікації конструкції, ефективності використання рідкого азоту та зниження витрат можуть набути більшого значення в практичному застосуванні при подрібненні спецій. Різні зацікавлені сторони, такі як дослідники/науковці, селекціонери, дизайнери/інженери, виробники, підприємці та промисловість, можуть отримати вигоду шляхом виявлення прогалин у дослідженнях, можливостей, проблем і перспектив різних методів шліфування. Враховуючи поточну ситуацію у виробництві, переробці та зростаючий попит на якісні спеції з боку споживачів, існує необхідність у розробці відповідної та стійкої технології подрібнення спецій.

### **1.5. Важливість технічного обслуговування обладнання у сільському господарстві**

Як і багато інших галузей промисловості, сільське господарство значною мірою залежить від фізичних активів, включаючи машини, мобільне обладнання та будівлі. Важливо, щоб усе працювало належним чином, щоб уникнути затримок у життєво важливих сільськогосподарських процесах. Посів, збирання та інші процеси прив'язані до суворих часових рамок, а техніка для їх проведення має бути вчасно готова до роботи. Таким чином, технічне обслуговування відіграє життєво важливу роль у підтримці ферм з року в рік.

Роль технічного обслуговування в сільському господарстві полягає в тому, щоб забезпечити роботу сільськогосподарського обладнання, коли це необхідно. Машини, які використовуються в сільськогосподарських процесах, повинні бути готові до роботи вчасно, інакше можуть бути значні збитки для господарства в цілому.

Крім того, приміщення, призначені для обробки та зберігання харчових продуктів, повинні бути безпечними, чистими та структурно надійними, щоб гарантувати, що продукт ферми безпечний для споживання.

Зокрема, сільськогосподарське обслуговування виконує такі цілі:

- Запобігання поломок і аварій
- Дотримання графіка посіву, внесення добрив, збору врожаю тощо
- Підтримання якості кінцевої продукції шляхом перевірки термометрів, металодетекторів, датчиків та ін.

Ферми працюють на важкій техніці, значна частина якої обслуговується самими фермерами. Крім того, у більшості господарств є будівлі, які необхідно підтримувати в чистоті та добротності. Серед активів, які фермери повинні підтримувати, є:

- Трактори
- Сівалки посівні
- Саджалки
- Прес-підбирачі
- Плуги
- Гноєрозкидачі
- Культиватори
- Комбайни
- Системи поливу
- Сховища
- Силоси
- Розпилювачі
- Конвеєрні системи
- Змішувачі
- Омивачі диму
- Дозатори
- Системи холодильного/температурного контролю

***Загальні профілактичні перевірки для технічного обслуговування обладнання***

Сільгосптехніка може бути як пересувною (трактори, комбайни, плуги), так і стаціонарною (конвеєрні стрічки, міксери, пастеризатори). Незважаючи на

це, кожне обладнання необхідно регулярно перевіряти, щоб переконатися, що воно працює надійно.

Точна частота, з якою вам потрібно буде виконувати планові перевірки вашого обладнання, залежить від рівня його використання, погодних умов, програм тощо.

### ***Перевірка та заміна рідин***

Рідини, які використовуються в обладнанні, необхідно перевіряти, щоб переконатися, що вони чисті та безпечні для використання. Час від часу ці рідини також слід міняти, наприклад, коли вони починають псуватися або накопичувати забруднення.

Деякі з рідин, які фермери повинні перевірити, включають:

- Моторне масло (щодня)
- Трансмісійна рідина (щодня)
- Охолоджуючі рідини (щорічно)
- Гідравлічна рідина (кожні пару років)

### ***Змащування рухомих частин***

Змащення є життєво важливим аспектом ефективної та надійної роботи сільськогосподарського обладнання. Як правило, будь-які рухомі частини вашого обладнання потребують періодичного змащування. Час змащування залежить від кожного обладнання, загальних кліматичних умов (наприклад, надзвичайно вологі умови можуть значно скоротити інтервали змащування ) та рівня використання.

Часто посібник оператора для кожної частини обладнання містить приблизні вказівки щодо змащування та інших завдань з профілактичного обслуговування . Ці часові рамки можуть дати вам базову лінію для роботи, коли ви почнете працювати зі своїм планом профілактичного обслуговування.

### ***Перевірка та зміна фільтрів***

Щоб забезпечити ефективну роботу машин, використовуються різні фільтри для очищення рідин, таких як паливо та мастила, від забруднень. Масляні

фільтри зазвичай замінюють щоразу, коли ви відключаєте масло — приблизно раз на 100 годин, залежно від використання.

Повітряні фільтри, з іншого боку, значно відрізнятимуться залежно від використання. Їх потрібно буде замінювати так часто, як вони засмічуються, що може коливатися від кожні кілька годин до одного разу на місяць. Головне – регулярно перевіряти їх (принаймні щодня), а потім скласти план профілактичного обслуговування на основі отриманих даних.

### ***Перевірка підшипників***

Все, що обертається, будь то колеса трактора чи ролики конвеєрної стрічки, покладається на кулькові підшипники, щоб продовжувати рух плавно. Підшипники з часом зношуються, тому, якщо ви почуєте скрегіт або ваше обертове обладнання почне перегріватися, їх, ймовірно, потрібно буде замінити. Для обслуговування підшипників, як і регулярне змащування, рекомендовані регулярні перевірки. Інтервали часу для перевірки підшипників залежать від вашого обладнання та годин використання, того, наскільки добре ви керуєте його змащуванням, і клімату у вашому оточенні. У посібнику з експлуатації має бути вказаний рекомендований часовий проміжок для початку.

### ***Обладнання для калібрування***

Термометри, термостати, металодетектори, ваги та інші прилади безпеки харчових продуктів повинні постійно бути належним чином відкалібровані. Якщо калібрування вимкнено, це може призвести до проблем із безпекою та здоров'ям, наприклад:

- Помилки при змішуванні консервантів
- Неналежний контроль температури для деяких продуктів
- Внесення сторонніх предметів у харчові продукти

Інтервали калібрування мають відповідати вказівкам, наданим у посібнику користувача для кожного обладнання.

### ***Огляд пошкоджень***

Деталі з часом зношуються. Регулярно перевіряйте своє обладнання на наявність наступного:

- Слабкий натяг і тріщини на ременях і ланцюгах
- Дивні звуки або запахи
- Витоки в шлангах, паливо/маслопроводах, циліндрах і гідравлічних лініях
- Виймки, поломки та інші ознаки зносу обладнання
- Ослаблені або зламані шпильки та болти

Якщо ви виявите щось несправне, відремонтуйте його якнайшвидше.

### ***Обладнання для утеплення***

Щороку перед зимою важливо переконатися, що ваше обладнання готове до холодних місяців, що часто передбачає тривале зберігання певних машин. Деякі із завдань підготовки до зими, які фермери зазвичай повинні виконувати, включають:

- Зміна дизельного палива з №2 на №1
- Або від'єднати акумулятори, або залишити їх зарядженими протягом сезону
- Очищення важкого обладнання
- Злив і очищення обладнання для внесення пестицидів
- Перевірити антифриз і гідравлічні рідини, при необхідності їх замінити
- Спорожнення резервуара вихлопної рідини дизеля (за потреби)
- Нафтове обладнання для зберігання
- Виконання будь-якого капітального ремонту
- Виконання інших планових робіт з профілактичного обслуговування

Якщо ви збираєтеся використовувати обладнання протягом зими, переконайтеся, що воно готове до продовження роботи в мороз, особливо якщо ви перебуваєте в регіоні з високим рівнем снігопадів і мінусовою температурою.

### ***Інше планове технічне обслуговування***

Транспортні засоби та рухоме обладнання потребують окремого регулярного обслуговування, і ці завдання часто прості та зрозумілі. Наприклад, у автомобілях може знадобитися час від часу міняти свічки запалювання та акумулятори.

Прибирання – ще одне важливе завдання, яке слід проводити регулярно. Прості завдання з очищення можна виконувати щодня, тоді як більш ретельне очищення часто виконується щотижня або щомісяця.

### ***Утримання майна***

Інше регулярне технічне обслуговування має здійснюватися на постійній основі. Деякі завдання можна виконувати щодня, а інші – рідше. Деякі з цих регулярних завдань з утримання будівлі включають:

- Скошування, виривання бур'янів, загальний благоустрій
- Прибирання снігу в зимові місяці
- Генеральне прибирання та роботи по прибиранню
- Вивіз сміття

Під час виконання регулярного технічного обслуговування будівлі переконайтеся, що всі ремонтні роботи виконуються таким чином, щоб унеможливити харчові продукти від забруднення або псування. Більш конкретну інформацію щодо обслуговування будівлі можна знайти тут .

### ***Плануйте завдання з технічного обслуговування заздалегідь***

Попереднє планування завдань з технічного обслуговування може допомогти запобігти нещасним випадкам, заблокувавши певний час для виконання завдання, наприклад, коли обладнання не використовується, і переконавшись, що у вас під рукою є потрібні інструменти. Планове технічне обслуговування також допомагає зменшити кількість незапланованих завдань з техобслуговування, які можуть виникнути внаслідок поломки машини.

Таким чином, технічне обслуговування відіграє життєво важливу роль у сільському господарстві, оскільки підтримує обладнання в надійному та робочому стані. Завдяки раціональному плануванню та дотриманню правил техніки безпеки фермери можуть виконувати завдання з технічного обслуговування свого обладнання та будівель з мінімальним ризиком для своєї безпеки.

## **1.6. Висновки:**

1. Метою працівників, що займаються подрібненням зерна на підприємствах АПК, є забезпечення кращої роботи обладнання для переробки борошна в майбутньому, продовжити термін служби обладнання та збільшити його переробну потужність.

2. Під час подрібнення зерна потрібно уникати технологічних процесів, пов'язаних з утворенням пилу, запахів та інших забруднюючих речовин, що може привести до забруднення навколишнього середовища та негативно вплинути на нього.

3. Технічне обслуговування борошномельного обладнання значною мірою допоможе збільшити термін служби борошномельного заводу та окремої борошно обробної машини. Тому під час щоденної обробки та виробництва повинно регулярно обслуговувати борошномельне обладнання.

## **1.7. Мета роботи та задачі дослідження**

**Метою** магістерської дипломної роботи є покращання відомих будов машин для подрібнення зерна, шляхом використання сучасних науково-технічних досягнень в межах існуючої проблеми.

Для досягнення існуючої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- здійснити літературно-патентні дослідження згідно більш ефективних конструктивних рішень виробів (крупорушок);
- удосконалити конструкцію обраного пристрою і технологію подрібнення зерна екологічно небезпечними технологіями.

## РОЗДІЛ 2

### ПОКРАЩАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗМЕНШЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ КОРМОДРОБАРОК

#### 2.1. Аналіз найбільш перспективних методів переробки зерна

В технології виготовлення корму одним з процесів, що витрачає найбільш енергії є подрібнення. Щоб здійснити подрібнення зерна в великих і малих фермських господарствах використовують подрібнювачі і як показує практика, їх існує велика кількість, як різних типорозмірів, так і різної продуктивності.

Найбільш відомим методом подрібнення зерна є спосіб, що здійснюють молотковими дробарками (МД), які отримали найбільше поширення, та найбільш повно задовольняють вимогам, які пропонують до машин, що подрібнюють і мають низку переваг у порівнянні з аналогічними машинами того ж призначення.

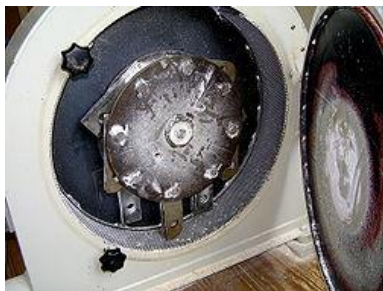
Типи МД можуть включати молоткові дробарки "з висхідним рухом" та "з нижнім рухом":

- «Виконання вгору» – використання перфорованих сит або колосникових решіток для подрібнення м'яких або твердих матеріалів. Матеріал, що подрібнюється, визначає конструкцію ротора, яку можна регулювати залежно від зносу.

- «Вниз по ходу» – найбільше підходить для волокнистих матеріалів завдяки високій концентрації зсувного зусилля всередині агрегату.

Молотковий млин (ММ) — це млин, призначення якого полягає в подрібненні або дробленні матеріалу на дрібніші шматки за допомогою багаторазових ударів невеликих молотків.

Молотковий млин – це, по суті, сталевий барабан, що містить вертикальний або горизонтальний обертовий вал або барабан, на якому встановлені молотки. Молотки можуть вільно гойдатися на кінцях хрестовини або закріплені на центральному роторі. Ротор обертається з високою швидкістю всередині барабана, поки матеріал подається в бункер. Матеріал піддається ударам молоткових стрижнів, що призводить до подрібнення та проходження через сита в барабані вибраного розміру (рис. 2.1).



а



б



в

Рисунок 2.1 - ММ для помелу зерна (а), настільний ММ, що використовується для приготування живильних середовищ (б) і ММ для подрібнення яблук для вичавлювання соку (в)

Ці машини мають численні промислові застосування, зокрема:

- Етанолові рослини (зернові).
- Сільськогосподарська машина, яка перемелює зерно на борошно грубого помелу для годування худоби.
- Виробництво фруктових соків.
- Помелу зерна.
- Виробництво кормів для худоби, птиці та водних тварин.

Залежно від напрямку руху ММ класифікуються на такі типи:

- Реверсивний молотковий млин.
- Нереверсивний молотковий млин.

Хоча ММ класифікуються на два вищезгадані типи, їхня робота та механізм подрібнення майже однакові. Однак їхня конструкція відрізняється за різними параметрами.

Молотковий млин може використовуватися як первинна, вторинна або третинна дробарка.

Дрібнозернові ММ можуть працювати від побутової мережі. Великі молоткові млини, що використовуються в автомобільних шредерах, можуть приводитися в рух дизельними або електричними двигунами потужністю від 1,5 до 3,7 МВт.

Безситовий ММ використовує потік повітря для відділення дрібних частинок від більших. Він розроблений з урахуванням надійності, а також стверджується, що він набагато дешевший та енергоефективніший, ніж звичайні ММ. Конструкція та структура ММ завжди визначаються кінцевим використанням.

МД (ММ) мають низку переваг в порівнянні з іншими виробами для подрібнення зерна, але у них є і суттєві недоліки. При розробці конструкції МД спеціалісти розраховували на те, що молотки будуть контактувати з зерном по декілька разів і це буде корисним для процесу подрібнення.

При детальному аналізі процесу подрібнення з'ясували, що частки крупного розміру, завдяки великій інерційності, влаштовуються в шарі, розташованому на поверхні решета і затуляють подальше просування меншим

частинам. В результаті процес подрібнення якби затухає, якість часток знижується, а енергозатрати значно зростають.

Для покращення якості кінцевого процесу подрібнення і зменшення енерговитрат використовують поетапну технологію, коли зерно поступово руйнують на різних подрібнювачах. В цьому разі результат скорочення енерговитрат підвищений, а навантаження на робочі органи МД зменшується, що пояснюється поступовим зменшенням розмірів часток зерна.

Таким чином, використання багатоступневих способів зменшення розмірів зерна і інших кормів вимагає застосування декількох окремих машин (подрібнювачів), що в кінцевому результаті потребує більш складного і більш вартісного обладнання.

## **2.2. Удосконалення технології подрібнення зерна**

Для усунення недоліків, які описані вище при використанні для подрібнення зерна подрібнювачів типу молоткових млинів і молоткових дробарок, потрібно провести модернізацію їх робочих органів, яка полягає в зміні параметрів якості поверхневих шарів молотка і гребінки з якими контактує зерно.

Для зміни параметрів поверхневих шарів деталей дуже доцільним може бути метод електроіскрового легування (ЕІЛ), який с кожним роком набирає все більшої популярності ) [18-20].

Технологія ЕІЛ – це відносно новий метод ремонту та зміцнення поверхні металевих матеріалів. Цей метод має наступні переваги: просте обладнання, зручне в експлуатації та широкого спектру застосування. Леговане покриття має підвищену зносостійкість, гарну корозійну стійкість, відмінні характеристики тертя та інші особливі властивості, тому воно має кращу практичну цінність та широкі перспективи застосування [21- 23].

Удосконалення технології подрібнення зерна пов'язане з удосконалення конструкції МД. Деталі МД, які контактують з зерном, зношуються і

вибраковуюються за рахунок абразивного зношування. Абразивні частки, які в великій кількості зустрічаються в зерні, дряпають поверхні робочих органів молотка і гребінки. Захистити поверхні від абразиву можливо тільки за рахунок нанесення на них твердих зносостійких покриттів. В такому разі збільшиться не тільки період безаварійної роботи обладнання, а і стануть меншими енергозатрати, тому що подрібнення буде відбуватись не поетапно на декількох МД або ММ, а на одній установці, що приведе і до покращення якості кінцевого продукту.

При нанесенні покриття слід виконати наступні вимоги. При просуванні зерна між контактуючими поверхнями молотка і гребінки, спочатку, на першому етапі, величина шорсткості повинна бути невеликою, щоб тільки пошкрябати зерно і розколоти, а далі, на другому етапі, шорсткість повинна збільшуватись, щоб контактувати уже з меншим розміром зруйнованого на попередньому етапі зерном. В подальшому, на третьому етапі, коли зменшені частинки зерна попадають в ще вужчий проміжок, шорсткість повинна остаточно збільшитись, щоб зруйнувати частинки до потрібного розміру.

Таким чином, запропонований спосіб подрібнення зерна має наступні переваги перед іншими:

- зростає зносостійкість поверхонь молотка і гребінки проти абразивного зносу;
- підвищується якість помелених часток зерна;
- завдяки виникненню на поверхнях зерен концентраторів напружень (подряпин), зменшується зусилля для його руйнування, тобто зерно руйнується за один удар, а не за декілька;
- зростає строк використання МД без ремонту;
- зменшуються затрати енергії.

### **2.3. Методика проведення експериментальних дослідження**

При проведенні експериментальних досліджень виготовлялись зразки з вуглецевої сталі 65Г розміром 15,0 x 15,0 x 10,0 мм, які проходили термічну обробку (загартування при 840,0 °С в маслі з наступною відпусткою при 350,0 °С). Покриття наносили методом ЕІЛ на установці марки «Елітрон-52А», режими якої зведені в таблицю 2.1.

Для нанесення покриття виконували електроди-інструменти (ЕІ) у вигляді пластин з твердого сплаву Т15К6, які використовують для напайки на інструменти (рис. 2.2). Матеріал Т15К6 стійкий проти абразивного зносу.

Таблиця 2.1 – Режими установки Елітрон-52А», що використовували для нанесення зносостійких покриттів з твердого сплаву Т15К6

Енергія розряду, $W_p$ , Дж	0,15	0,55	3,6	4,3
Продуктивність, $Q$ , $\text{см}^2/\text{хв}$	0,7	1,2	1,7	2,3



Рисунок 2.2 – Твердосплавна пластина для напаявання з твердого сплаву Т15К6

Товщину сформованого на зразках покриття визначали за допомогою мікрометра, шорсткість вимірювали за допомогою профілограм по профілографу-профілометру моделі 201. Мікроструктуру і мікротвердість нанесеного покриття досліджували, відповідно, на мікроскопі «Неофот-2» і мікротвердомірі ПМТ-3.

## 2.4. Результати досліджень і їх обговорення

Результати проведених досліджень, згідно параметрів якості нанесених покриттів ЕІ з твердого сплаву Т15К6 на поверхні зразків сталі 65Г, в залежності від режимів ЕІЛ зведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри якості поверхневих шарів покриттів робочих інструментів молоткової дробарки

№ режиму	$W_p$ , Дж	$Q$ , см <sup>2</sup> /хв	Глибина покриття, мкм	Rz, мкм	Мікротвердість, МПа	Суцільність, %
I-й	0,15	0,7	20	6	14500	90
II-й	0,55	1,2	120	20	13500	85
III-й	3,6	1,7	190	63	12050	75
IV-й	4,3	2,3	230	116	11050	70

В результаті аналізу таблиці 2.2 встановлено, що зі збільшенням  $W_p$ , підвищується глибина покриття і величина шорсткості його поверхні. При цьому величина мікротвердості і суцільності поступово знижуються.

Відмічається що в МД, як і в ММ основними робочими органами є ротор на якому закріплюються молотки (рис. 2.3) Складовими частками ротору є: вал (4) на якому розташовуються диски (8), в які вставлені гвинти (6) на яких закріплені молотки (7). Ротор розташовується нижче бункеру, а ще нижче знаходиться решето (12).

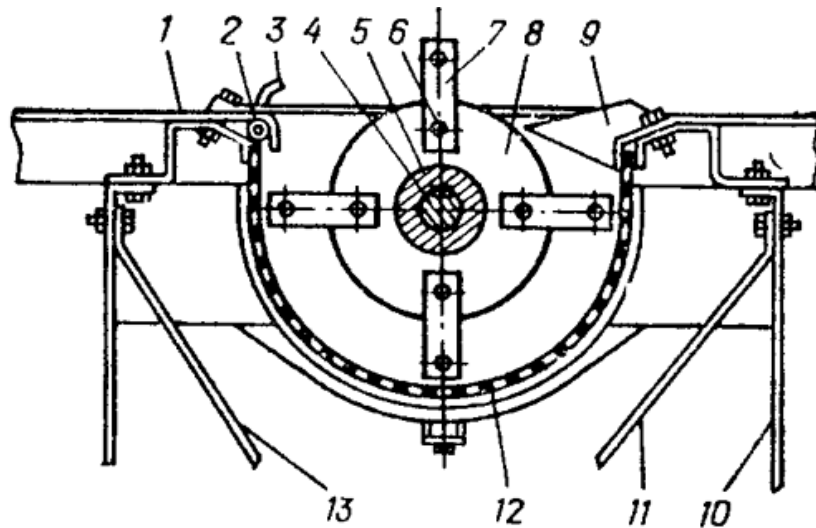


Рисунок 2.1 [1] - Виріб для подрібнення зерна

Виріб для подрібнення зерна працює в такій послідовності. Під час обертання бункеру зерно потрапляє на поверхню ротору, після цього просувається, за допомогою молотків, між поверхнями з покриттями гребінки і збирається в спеціальній камері, де в подальшому, завдяки діє молотків і виступів шорсткості гребінки, а також при просуванні в отвори решета повністю розділяється на мілкі частки, тобто подрібнюється. Зміною діаметрів отворів в решеті (від  $\varnothing 20,0$  до  $\varnothing 75,0$  мм), в залежності від потреб, можна регулювати розмір частинок.

Після подрібнення частки зерна подаються на транспортерну стрічку і переміщуються в залежності від потреб виробництва куди потрібно.

*Технологічні рекомендації виконання запропонованого методу.*

Для нанесення покриттів на поверхні молотка і гребінки потрібно ділянки, на які буде нанесене покриття ретельно очистити від бруду та ржавих міст. Після цього закріпити оброблювану деталь таким чином, щоб забезпечити їй роль катоду. Потім вставити ЕІ (анод) в вібратор установки, виставити за допомогою потрібних тумблерів потрібний режим і провести процес нанесення покриття на ділянки вказані на рисунках 2.3 і 2.4. Цифри вказані на поверхнях молотка і гребінки відповідають режимам, нанесення покриттів згідно таблиці 2.2.

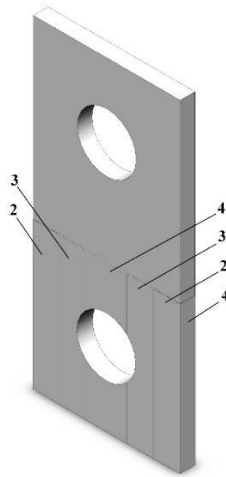


Рисунок 2.3 – Поверхні молотка, на які потрібно нанести покриття з твердого сплаву Т15К6

Ширина покриття, нанесеного на окремому режимі, складає від 5,0 до 7,0 мм.

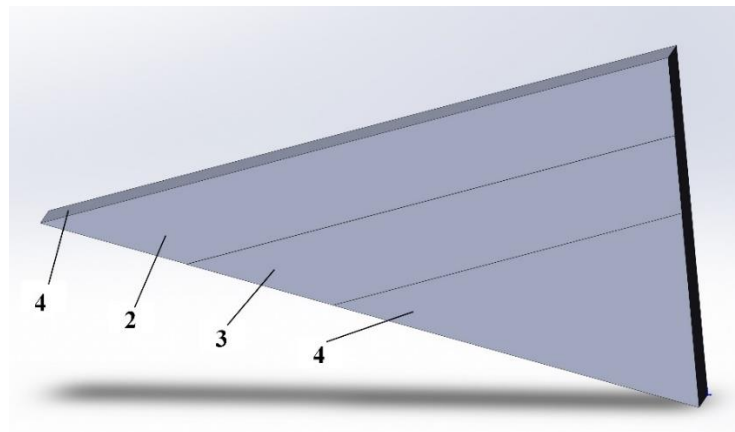


Рисунок 2.4 – – Поверхні гребінки, на які потрібно нанести покриття з твердого сплаву Т15К6

## 2.5. Висновки:

1. В результаті аналізу існуючих технологій і обладнання для подрібнення зерна запропонована нова конструкція молоткової дробарки, яка дозволяє значно покращити якість подрібнення.

2. Удосконалена конструкція молоткової дробарки знижує енергоємність процесу подрібнення, усуває необхідність подальшого подрібнення, і збільшує довговічність міжремонтних періодів.

3. Розроблені технологічні рекомендації нанесення спеціальних зносостійких покриттів на робочі органи дробарки для впровадження її у виробництво.

## **РОЗДІЛ 3**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА СТАНДАРТИ У БОРОШНОМЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

#### **3.1. Мета захисту працівників, бізнесу та виробництва в бізнесі від будь-якої небезпеки та пошкодження**

Безпека праці все ще не має достатнього значення в країнах, що розвиваються, або слаборозвинених країнах, тоді як це дуже важлива концепція для бізнесу в розвинутих країнах. Тому внаслідок нещасних випадків на виробництві продовжує відбуватися велика кількість втрат, втрат кінцівок і травм. Єдиний спосіб, за допомогою якого підприємства можуть позбутися нещасних випадків на виробництві, які спричиняють подібні збитки, - це застосувати належну систему охорони праці. Поняття охорони праці включає

захист працівників підприємства, самого підприємства та виробництва від будь-яких небезпек і пошкоджень. Але бізнес і безпека виробництва відходять на другий план, оскільки життя людини – це перш за все. Таким чином, доцільніше обговорювати безпеку праці з підходом «пріоритету безпеки працівників». Тоді як будь-які фінансові втрати можуть бути компенсовані, немає можливості компенсувати людське життя. Підприємства повинні прагнути запобігти типовим небезпекам, передбачити можливі ризики та усунути або мінімізувати ці ризики під час проведення досліджень безпеки праці.

### **3.2. Ризики безпеки праці на млинах.**

Млини входять до переліку класів небезпеки на робочому місці, опублікованого Генеральним управлінням із розробки законодавства та публікації в Туреччині, і розглядаються у зразку звіту про оцінку ризику, складеного для борошномельного заводу; обговорюються можливі джерела ризику, які можуть виникнути в різних частинах заводу, таких як офісна будівля, котельня, транспортування та зберігання сировини, виробництво, лабораторія, упаковка та транспортування.

*Електричні установки та системи пожежогасіння.* Основними елементами, які можуть становити небезпеку на всій території підприємства, є електричні панелі та установки. Можливий витік електричного струму в цих частинах може призвести до серйозних наслідків, таких як травмування або смерть. Запобіжні заходи, яких слід вживати щодо цієї проблеми, включають щорічне вимірювання електричного заземлення, регулярне технічне обслуговування електричних панелей, розвішування попереджувальних знаків на електричних щитах, розміщення ізоляційних килимків перед електричними щитами та виконання технічного обслуговування уповноваженим персоналом.

Ще один фактор ризику – *система пожежогасіння*. Відсутність систем пожежогасіння, важкодоступне розміщення цих систем або нехтування цими системами перешкоджатиме можливому втручання у разі пожежі. В результаті

цього; можливі травми, смерть або матеріальні збитки. Щоб не зіткнутися з цими ризиками; У робочих приміщеннях і на відкритому повітрі необхідно мати ефективне та відповідне протипожежне обладнання та пожежні сповіщувачі та системи сигналізації, залежно від розміру робочого місця, характеру виконуваної роботи та фізичних і хімічних властивостей матеріалів, що використовуються, і кількості працівників. Пожежним інвентарем слід користуватися легко, розміщувати його на видних і легкодоступних місцях і перед ними не повинно бути перешкод. Мотопомпи та мотопомпи з трубопроводом, який забирає воду, необхідно постійно утримувати на робочих місцях у справному стані. Мотопомпи слід перевіряти принаймні кожні 6 місяців, а дати перевірки повинні бути записані на мотопомпі. Пожежні гідранти на робочих місцях повинні знаходитися в легкодоступних місцях, а установка повинна бути захищена, щоб запобігти замерзанню води в холодну погоду. Пожежні гідранти слід часто відкривати та опорожнювати, щоб таким чином запобігти накопиченню залишків у пирогах та рослинах. Пожежні рукави в достатній кількості повинні зберігатися у відповідних місцях робочих місць; пожежні шланги, пожежні гідранти та інші з'єднання протипожежного обладнання (записи та клапани) повинні відповідати місцевим протипожежним нормам.

#### *Системи блискавки*

Відсутність системи блискавки (гromовідводу) на заводах і недостатній періодичний контроль цих систем є ще одним фактором ризику. Можлива смуга блискавки, пожежа та вибухи внаслідок цього можуть призвести до травм, смерті та матеріальних збитків. Щоб не пережити ці ситуації; робоче обладнання, використання якого може спричинити розряд блискавки, має бути захищене відповідними засобами від впливу блискавки. Гromовідводи та інші захисні установки від блискавки повинні перевірятися кваліфікованим персоналом принаймні раз на рік.

#### *Попереджувальні та попереджувальні знаки та щити.*

Відсутність попереджувальних і попереджувальних знаків і табло збільшує нещасні випадки на виробництві. Тому; форма та колір знаків, які будуть використовуватися для заборон, попереджень, наказів, шляхів евакуації у випадку надзвичайної ситуації або того, що вказує обладнання для гасіння пожежі, повинні бути розроблені відповідно до їх конкретних цілей. Знаки повинні бути виготовлені з ударостійкого та атмосферостійкого матеріалу, який підходить для навколишнього середовища. Розмір, а також колориметричні та фотометричні характеристики знаків забезпечать їхню видимість і розуміння.

*Душові, раковини, туалети та роздягальні.*

Душові, раковини, туалети, роздягальні та шафи для одягу важливі з точки зору інфекційних захворювань. Ці місця ефективні при підвищенні професійних захворювань, зараженні різними бактеріями і шкідливими мікроорганізмами. Таким чином, аспіраційні та вентиляційні пристрої, придатні для належної вентиляції в душових кабінах, повинні зберігатися, а також слід запобігати запаху та бруду. Душові кабіни повинні бути достатньо підігріті відповідно до сезону, а температура повинна бути не нижче 25<sup>0</sup>С. Дуже важливо, щоб гаряча та холодна проточна вода в душових кабінах була в хорошому стані та йшла з достатнім тиском. Мило та інші матеріали, необхідні для прийняття душу, повинен надати роботодавець. Чисті рушники для використання в душових кабінах зберігатися в спеціальних шафах; використані слід вимити та висушити, а потім використовувати хтось інший, перш ніж добре очистити. Спеціальні кошики для брудних рушників і подібних матеріалів, а також спеціальні урни для сміття, верхня частина яких затискається, повинні зберігатися в шафках для душу. Окрім регулярного чищення та обслуговування, душові кабіни слід мити, добре чистити та дезінфікувати кожні 15 днів. Каналізаційні системи повинні відповідати нормам, а вигрібні ями повинні бути дозволені лише без каналізаційної системи та з'єднань. Не можна будувати вигрібні ями на 30 метрів ближче до місць зберігання або переробки харчових продуктів. Туалети працівників повинні бути зачинені, а прибирання в них повинно проводитися згідно з розпорядженням, підготовленим роботодавцем. На отруйних,

шкідливих, запилених і брудних робочих місцях; працівники повинні мати 2 окремі шафи, не суміжні для окремого розміщення робочого та іншого одягу. Слід проводити технічне обслуговування шаф, гардеробів і шаф, а працівники не повинні працювати в мокрому одязі.

#### *Позмінна робота.*

Позмінна робота викликає безсоння та втому, що призводить до необережності під час роботи та може спричинити нещасні випадки на виробництві. Тому в нічні зміни працівники повинні працювати не більше 7,5 годин. На робочих місцях з денним і нічним режимом роботи, на яких робочі бригади працюють позмінно, працівники, які працюють у нічний час не більше одного тижня, повинні працювати в денну зміну наступного другого робочого тижня. Двотижневе чергування з денними та нічними змінами може бути застосовано для кваліфікації та виконання робіт з огляду на гігієну та безпеку праці. При зміні зміни працівники перед початком роботи повинні відпочивати не менше 11 годин безперервно. Працівники також повинні мати перерви. Ці перерви включені в законодавчі норми багатьох країн.

#### *Маршрути та двері аварійного виходу.*

Неправильні маршрути та двері аварійного виходу можуть призвести до того, що працівники не зможуть залишити небезпечну зону в разі можливої небезпеки. Маршрути аварійних виходів і двері повинні бути відкриті назовні або в безпечне місце, і не повинно бути жодних перешкод, які перешкоджають виходу. У будь-якому випадку небезпеки необхідно забезпечити всім працівникам можливість негайно та безпечно залишити робоче місце. Кількість, розмір і розташування аварійних шляхів і дверей повинні відповідати кваліфікації виконуваної роботи, розміру робочого місця і чисельності працівників. Рейкові або поворотні двері слід використовувати як аварійні двері, двері повинні відкриватися назовні, їх не можна замикати чи зав'язувати, а в разі надзвичайної ситуації працівники повинні швидко та легко відкривати. Необхідно зберігати запасну систему

освітлення, яка б забезпечувала достатнє освітлення на випадок відключення електроенергії на аварійному шляху та двері, які необхідно освітлити.

#### *Паливний бак.*

Паливні баки поєднують ризики пожежі та вибуху. Таким чином, сховища для палива на землі повинні бути розташовані на твердій основі та оточені відповідними захисними стінами. Стелю цих сховищ слід робити з листового заліза, тоншого за бічні. Обладнання для пожежогасіння з дистанційним керуванням, напірний клапан, який автоматично відкривається і закривається при певній зміні тиску, драбина, що забезпечує комфортний підйом до вимірювального отвору, перила навколо підлоги та подібне захисне обладнання повинні зберігатися в сховищах на землі.

#### *Навчання з питань гігієни та безпеки праці*

Відсутність навчання працівників з питань гігієни та безпеки праці є дієвим чинником збільшення нещасних випадків на виробництві. Для працівників має бути проведено навчання з питань охорони праці. Таке навчання слід проводити особливо перед початком роботи, у разі зміни робочого місця або роботи, зміни робочого обладнання або застосування нової технології. Навчання слід поновлювати відповідно до зміни та формування нових ризиків і повторювати регулярно, якщо це необхідно. Особливо необхідно навчити представників працівників.

#### *Недостатня вентиляція та невідповідна температура навколишнього середовища.*

Недостатня вентиляція та невідповідна температура навколишнього середовища спричиняють робочий стрес, неуважність та задуху працівників, що призводить до нещасних випадків на виробництві. У закритих робочих місцях має бути забезпечена достатня кількість свіжого повітря, яка необхідна працівникам залежно від способу роботи та роботи, яку вони виконують. Коли використовується система примусової вентиляції, система також повинна весь

час перебувати в належному стані; якщо несправність системи вентиляції є небезпечною для здоров'я працівників, повинна бути система попередження, яка повідомляє про несправність. Потік повітря в системах штучної вентиляції не повинен заважати працівникам. Залишки та забруднення, які можуть завдати шкоди здоров'ю працівників, забруднюючи повітря робочого середовища, слід викидати назовні. Температура робочого середовища повинна відповідати способам роботи та зусиллям працівників. У місцях відпочинку, роздягальнях, душових і туалетах, зонах очікування, буфетах, їдальнях і кімнатах першої медичної допомоги повинна бути достатня температура відповідно до цілей використання; Освітлення вікон і стелі повинно запобігати несприятливому впливу сонячного світла в залежності від робочого місця і особливостей виконуваної роботи.

#### *Недостатнє освітлення.*

Недостатнє освітлення спричиняє погану видимість і, таким чином, збільшує кількість нещасних випадків на виробництві. Важливо, щоб робочі місця були достатньо освітлені денним світлом. Правильне та достатнє освітлення штучним світлом слід забезпечувати в ситуаціях, коли люди не можуть отримати належну користь від денного світла через характер роботи чи конструкцію робочого місця, або під час нічних змін. Системи освітлення на робочих місцях і в проходах не повинні створювати ризик нещасних випадків для працівників і повинні бути розміщені належним чином. Слід зберігати запасну систему освітлення, яка б забезпечувала аварійне та достатнє освітлення на випадок будь-якої несправності системи освітлення, яка може становити ризик для працівників.

#### *Слизькі поверхні.*

Слизькі поверхні можуть спричинити травми внаслідок падіння. Таким чином; підлогові покриття та покриття повинні бути твердими, сухими, максимально рівними та неслизькими; не повинно бути небезпечного схилу, ями

та перешкоди; поверхні повинні бути виготовлені з матеріалу, придатного для очищення, що забезпечує належні гігієнічні умови.

#### *Рух пішоходів і транспортних засобів.*

Слід брати до уваги рух пішоходів і транспортних засобів, оскільки вони створюють ризик зіткнення та аварії. Правила, які б забезпечували безпечний рух пішоходів і транспортних засобів у закритих і відкритих приміщеннях; має бути достатня відстань між дорогами та дверима, відкритими для руху транспортних засобів і пішохідних проходів. Необхідно запобігти входу людей, які не мають права, у небезпечні зони, де існує ризик падіння матеріалу або працівників залежно від особливостей виконуваної роботи, за допомогою відповідних інструментів та обладнання. Необхідно вжити відповідних заходів для захисту людей, які мають повноваження входити в небезпечні зони, і ці зони повинні бути чітко позначені.

#### *Відсутність оглядів працівників.*

Регулярне обстеження працівників мінімізує ризик збільшення професійних захворювань. Працівників, які не отримують висновку про стан здоров'я від лікаря з питань охорони здоров'я, не можна допускати до роботи, періодичні огляди стану здоров'я найнятих працівників слід проводити один раз на три місяці, результати яких повинні бути включені до звітів про стан здоров'я. Ті, у кого під час обстеження виявлено бактеріоносійство, повинні негайно отримати лікування, а ті, хто закінчили лікування і не можуть отримати чистий стан здоров'я, не повинні бути допущені до роботи. Тих, хто має запальні захворювання, захворювання шкіри або діарею, необхідно направити в лікувальний заклад для обстеження.

#### *Котельня.*

Невідповідне розташування котельні або недоглянутий котел створює ризик пожежі та вибуху. Таким чином; всі котли, що використовуються на робочому місці, повинні зберігатися в окремій частині або будівлі, стійкій до пожежі та

вибуху, а працівники не повинні працювати на поверсі над котельнею. Стелі котелень повинні бути достатньо високими, щоб у разі потреби було зручно працювати з котлом, котельні повинні постійно провітрюватися, а якщо вентиляції самої по собі недостатньо, необхідно провести правильну аспіраційну установку. Перед установкою котлів або в разі заміни та технічного обслуговування їх необхідно перевірити та засвідчити належний і безпечний робочий стан котлів. Необхідно проводити періодичне технічне обслуговування принаймні один раз на рік, а всі ремонти та технічне обслуговування необхідно реєструвати.

## **РОЗДІЛ 4**

### **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА**

#### **4.1. Нормування технології нанесення покриття на робочі органи дробарок**

Перелік матеріалів потрібних для нанесення покриттів на робочі органи (РО) дробарок (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Матеріали та обладнання для нанесення покриттів на РО дробарок

Обладнання	Вартість,
------------	-----------

	грн
Установка «УІЛВ-7А»	15000
Інше	
Електроенергія, кВт/год	35
Твердий сплав Т15К6	10
$\Sigma$	15045

Поверхня РО дробарки, на яку потрібно наносити покриття = 500 см<sup>2</sup>

#### 4.2 Розрахунок собівартості зміцнення

Собівартість виготовлення 1,0 РО дробарки без покриття

$$C_{\text{баз}} = 50,0 \text{ грн.}$$

Термін роботи 1,0 РО дробарки без покриття складає

$$T_{\text{баз}} = 0,3 \text{ рок.}$$

Собівартість затрат для зміцнення 1,0 РО дробарки буде:

$$C_{\text{мат}} = 10,0 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальна собівартість РО дробарки буде:

$$C_{\text{нов}} = C_{\text{баз}} + C_{\text{мат}} = 50,0 + 10,0 = 60,0 \text{ грн} \quad (4.1)$$

Враховуючи, що 1 РО дробарки буде працювати в п'ять разів довше, то

$$T_{\text{нов}} = T_{\text{баз}} \times 5 = 0,3 \times 5,0 = 1,50 \text{ років.} \quad (4.2)$$

#### 4.3. Розрахунок економічної ефективності

$$E = C_{\text{баз}} : T_{\text{баз}} - C_{\text{нов}} : T_{\text{нов}} = 50 : 0,3 - 60 : 1,5 = 127,0 \text{ грн} \quad (4.3)$$

#### 4.4 Розрахунок окупності капітальних витрат, (Фок)

$$\text{Фок} = C_{\text{об}} : E = 15045 : 127 = \sim 118 \text{ шт.,} \quad (4.4)$$

де  $C_{\text{об}} = 15045$  грн (табл. 4.1)

Згідно того, що два працівника за добу зміцнюють приблизно 10,0

молотків, то добова окупність складе:

$T_{доб} = \Phi_{ок}: 10 = 118 : 10 = \sim 12$  діб.

Таким чином. Економічна ефективність нової технології подрібнення зерна буде 127,0 грн на один РО дробарки, а окупність задіяного обладнання  $\sim 12,0$  діб.

### **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:**

1. Метою працівників, що займаються подрібненням зерна на підприємствах АПК, є забезпечення кращої роботи обладнання, продовжити його термін служби та збільшити переробну потужність.

2. Під час подрібнення зерна потрібно уникати технологічних процесів, пов'язаних з утворенням пилу, неприємних запахів та інших речовин, що може привести до негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Своєчасне технічне обслуговування борошномельного обладнання значною мірою впливає. як на термін служби борошномельного заводу, так і окремої борошно обробної машини.

4. В результаті аналізу існуючих технологій і сучасного обладнання для подрібнення зерна, запропонована нова конструкція молоткової дробарки, яка дозволяє значно покращити якість подрібнення.

5. Удосконалена конструкція молоткової дробарки знижує енергоємність процесу подрібнення, усуває необхідність подальшого подрібнення, і збільшує довговічність міжремонтних періодів.

6. Розроблені технологічні рекомендації нанесення спеціальних зносостійких покриттів на робочі органи дробарки підтверджені економічним ефектом пропонуються для впровадження у виробництво.

7. Результати проведених досліджень опубліковані в двох тезах (додаток Б).

### **Література:**

1. Забезпечення захисту поверхонь торцевих імпульсних ущільнень турбомашин шляхом формування зносостійких наноструктур : монографія / В. Б. Тарельник, Є. В. Коноплянченко, О. П. Гапонова, Н. В. Тарельник ; за заг. ред. В. Б. Тарельника. Суми : Університетська книга, 2022. 260 с.
2. Проблеми безпечної експлуатації компресорного та насосного обладнання в сучасній промисловості : монографія / В. С. Марцинковський та ін. ; за ред. В. Б. Тарельника, Є. В. Коноплянченка. Суми : ФЛП Литовченко Е. Б., 2020. 410 с.
3. Тарельник Н. В. Технологічні особливості модифікації поверхонь деталей насосів атомних електростанцій : монографія. Суми : Університетська книга, 2024. 200 с.

4. Галузеве машинобудування: підручник для аспірантів спеціальності / В.Б. Тарельник, доц. Є.В. Коноплянченко, М.В. Зубко та ін.; за заг. Ред. В.Б. Тарельника, Ю.І. Данька. Видавництво СНАУ, 2022.- 468 с.
5. Structure and properties of powder gas-plasma coatings based on nickel / D. B. Hlushkova et al. Problems of Atomic Science and Technology. 2022. Vol. 140, Issue 4. P. 125–130.
6. Aluminizing of Metal Surfaces by Electric-Spark Alloying / V. B. Tarelnyk, O. P. Gaponova, N. V. Tarelnyk, O. M. Myslyvchenko. Progress in Physics of Metals. 2023. Vol. 24, No. 2. P. 282–318. URL: <https://doi.org/10.15407/ufm.24.02.282>.
7. Gao et al., 2020 W. Gao , F. Chen , X. Wang , K. Meng Recent advances in food powder processing using ultrafine grinding technologies: a review comp. Rev. Food Sci. Food Saf. , 19 ( 4 ) ( 2020 ) , pp. 2222-2255 , 10.1111 / 1541-4337.12580 View at publisherView in Scopus Google Scholar
8. Спосіб азотування поверхонь сталевих деталей : пат. на корисну модель 145506 UA, МПК С23С 8/00, С23С 8/26 (2006.01), С23С 14/06 (2006.01) / В. Б. Тарельник, В. С. Марцинковський, О. П. Гапонова, О. А. Саржанов, Є. В. Коноплянченко, О. О. Гапон, А. Д. Лазаренко, М. О. Мікуліна. № u202005065 ; заявл. 04.08.2020 ; опубл. 10.12.2020, Бюл. № 23.
9. New Process for Nitriding Steel Parts / V. Tarelnyk et al. Nanomaterials: Applications and Properties : Proceedings of the 2021 IEEE 11th International Conference, NAP, 2021.
10. Спосіб нітроцементації поверхонь сталевих деталей : пат. на корисну модель 146373 UA, МПК С23С 8/00, С23С 8/22 (2006.01), С23С 8/26 (2006.01), С23С 14/06 (2006.01) / В. Б. Тарельник, В. С. Марцинковський, О. П. Гапонова, О. А. Саржанов, Є. В. Коноплянченко, О. О. Гапон, А. Д. Лазаренко, М. О. Мікуліна. № u202005096 ; заявл. 06.08.2020 ; опубл. 17.02.2021, Бюл. № 7.
11. Гао та ін., 2020 В. Гао , Ф. Чен , Х. Ван , К. Менг Останні досягнення в обробці харчових порошків за допомогою технологій надтонкого помелу: огляд компр. Rev. Food Sci. Food Saf. , 19 ( 4 ) ( 2020 ) , стор. 2222-2255 , 10.1111 / 1541-4337.12580 View at publisherПереглянути в Scopus Google Scholar

12. Підвищення ефективності технології нітроцементації електроіскровим легуванням / О. П. Гапонова, В. О. Охріменко, Н. В. Тарельник, М. Л. Шуляк. Вісник СНАУ. Суми : СНАУ, 2024. Вип. 2 (56). С. 27–33. URL: <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.2.4>.
13. Спосіб модифікації поверхневих шарів деталей машин методом електроіскрового легування (ЕІЛ) металевим електродом інструментом у спеціальному технологічному середовищі (СТС) з рівномірно розподіленими вуглецевими нанотрубками : пат. UA № 155786 U Україна, МПК (2024.01) B23H 1/00 B23H 9/00 B82B 1/00 / О. П. Гапонова, В. Б. Тарельник, Н. В. Тарельник, П. Фурманчик, В. О. Охріменко, А. В. Ткаченко (UA). № u202301024 ; заявл. u202301024 ; опубл. 10.04.2024, Бюл. № 15.
14. Спосіб алітування сталевих деталей : пат. UA № 153740 U Україна, МПК B23H 1/00, B23H9,00, C23C10/48 / Н. В. Тарельник, О. П. Гапонова, Т. І. Жиленко (UA), П. Фурманчик, Гоффман Яцек (PL). № u202204554 ; заявл. 02.12.2022 ; опубл. 23.08.2023, Бюл. № 34.
15. Ali et al., 2021 D. Ali, J. M. Farber, J. Kim, N. Parteau, R. Koepe Qualitative risk assessment of liquid nitrogen in foods and beverages Food Protect. Trends, 41 (3) (2021), pp. 293–304 Cross-referenced in Scopus Google Scholar
16. Gao et al., 2020 W. Gao, F. Chen, X. Wang, K. Meng Recent advances in food powder processing using ultrafine grinding technologies: a review comp. Rev. Food Sci. Food Saf., 19 (4) (2020), pp. 2222-2255, 10.1111/1541-4337.12580 View at publisherView at Scopus Google Scholar.
17. Yurchenko V. I., Yurchenko E. V., Dikusa A. I. Thick-Layer Nanostructured Electrospark Coatings of Aluminum and Its Alloys. Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2020. Vol. 56. P. 656–664.
18. Спосіб азотування сталевих деталей : пат. UA № 150093 U Україна, МПК (2022.01) C23C 28/00, C23C 10/48 (2006.01) / В. Б. Тарельник, В. С. Марцинковський, О. П. Гапонова, Є. В. Коноплянченко, О. А. Саржанов, Н. В. Тарельник, М. О. Мікуліна, А. Д. Лазаренко, А. Д. Поливаний (UA). № u202104711 ; заявл. 17.08.2021 ; опубл. 29.12.2021, Бюл. № 52

19. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / За ред. Саблука П.Т., Мазоренка Д.І., Мазнева Г.Є.. – К.: Інститут аграрної економіки, 2008. – 709 с.
20. V. B. Tarel'nyk, O. P. Gaponova, V. B. Loboda, E. V. Konoplyanchenko, V. S. Martsinkovskii, Yu. I. Semirnenko, N. V. Tarel'nyk, M. A. Mikulina, and B. A. Sarzhanov, *Surf. Eng. Applied Electrochemistry*, 57: 173 (2021).
21. Zhang, Y., Li, L., Chang, Q., Wang, X., Zhao, Y., Zhu, S., Xu, A., & Gao, X. (2021). Research Status and Prospect of Electro-Spark Deposition Technology. *Surface Technology*, 50(1): 150-161. doi: <https://doi.org/10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2021.01.012>
22. Zhang, J., Zhang, L., Liu, H., Rong, Y., Jiao, K., & Shi, Y. (2020). Microstructure and Degradability of Aluminum Alloy Repaired by Electro-Spark Deposition. *Surface Technology*, 49(10): 224-232. doi: <https://doi.org/10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2020.10.025>
23. Kuptsov, K.A., Sheveyko, A.N., & Manakova, O.S. (2020). Comparative Investigation of Single-layer and Multilayer Nb-doped TiC Coatings Deposited by Pulsed Vacuum Deposition Techniques. *Surface and Coatings Technology*, 385: 1-10.

**Додатки**