

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технологічного обладнання, машинобудування та безпеки
життєдіяльності



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА
на тему **Модернізація луцильної машини**

Здобувач Лівінець Сергій Олександрович
(прізвище, ініціали)

IV курсу МЗХ – 41 групи

Керівник: доцент Шипко І.М.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доцент Шипко І.М.
(посада, прізвище та ініціали)

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від «15» червня 2026р. протокол № 14

Завідувач(ка) кафедри ТОМта БЖД Олег Гапонюк

Одеса 2026

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут: Навчально-науковий інститут зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза

Кафедра: Кафедра технологічного обладнання, машинобудування та безпеки життєдіяльності

Ступень вищої освіти: Бакалавр

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма «Енергетичний менеджмент та IT-сервіс обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТОМ та БЖД

д.т.н. проф. Гапонюк О.І. _____

«_____» _____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лівінець Сергій Олександрович

1. Тема роботи Модернізація луцильної машини

Затверджена наказом академії від 21.10.2025р. наказ № 572-03

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи 01.06.2026р.

3. Вихідні дані роботи Удосконалити конструкцію луцильної машини типу А1-ЗШН-3

4. Перелік питань, які потрібно розробити

У відповідності з методичними вказівками до кваліфікаційної роботи, в тому числі, виконати розділ охорони праці.

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

1. Схема потокової лінії – 0,5 лист ф. А1; 2. Схема кінематична – 0,5 лист ф. А1;

3. Загальний вигляд машини – 1 лист ф. А1; 4. Перерізи (складальне креслення) - 3 лист ф.

А1;

Всього 5 листів Ф.А-1.

Продовження додатка 2

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Безпека обслуговування та охорона праці	Доц. Шипко І.М.		

7. Дата видачі

завдання 01.03.2026р.

Керівник _____ Шипко І.М

Завдання прийняв до виконання _____ Лівінець С.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Сучасний стан питання по темі кваліфікаційної роботи	01.03. – 15.03.26	
2.	Критичний огляд існуючого обладнання	16.03. – 25.03.26	
3.	Опис винаходів та патентів	26.03. – 03.04.26	
4.	Технічне завдання	04.04. – 15.04.26	
5.	Ескізний проект	16.04. – 25.04.26	
6.	Технічний проект	26.04. – 30.04.26	
7.	Розрахунки	01.05. – 14.05.26	
8.	Охорона праці	15.05. – 01.06.26	

Здобувач – дипломник _____ Лівінець С.О.

Керівник роботи _____ Шипко І.М.

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.
Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач-дипломник _____ Лівінець С.О.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Сучасний стан та перспективи розвитку луцильних машин.....	6
2. Технічне завдання.....	27
3. Технічна пропозиція.....	29
4. Ескізний проект.....	31
5. Технічний проект.....	35
6. Охорона праці.....	43
Література.....	63
Специфікація.....	64

					<i>КРБ.ТОЗВ.1.689-03.1.2</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Лівінець С.О.</i>			<i>Модернізація луцильної машини</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Шипко І.М.</i>				4	49	
<i>Кон.економ</i>						ОНТУ		
<i>Кон. БЖД</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Гапонюк О.І.</i>						

Вступ

Кваліфікаційна робота є важливим етапом професійної підготовки здобувачів вищої освіти. Її виконання спрямоване на закріплення теоретичних знань і практичних навичок, отриманих під час вивчення загальнотехнічних та фахових дисциплін, а також на розвиток умінь самостійного аналізу, проектування й удосконалення технологічного обладнання.

У технології виробництва круп'яної продукції однією з ключових операцій є процес лушення зерна. Саме ця стадія значною мірою впливає на якісні характеристики готової продукції, продуктивність технологічної лінії та економічну ефективність виробництва загалом. Від правильного вибору способу лушення залежить ступінь відокремлення оболонки, рівень пошкодження ядра та величина виходу готової крупи. Різноманітність фізико-механічних властивостей зернових культур, відмінності у структурі оболонки і ядра, а також широкий асортимент круп'яної продукції зумовили необхідність створення спеціалізованого обладнання для переробки окремих культур. Одночасно актуальним залишається розроблення універсальних машин, здатних ефективно працювати з декількома видами зерна, що мають подібні технологічні характеристики.

У сучасних умовах особливого значення набуває використання компактного та енергоефективного обладнання, орієнтованого як на великі підприємства, так і на малі виробництва. Перевага надається технічним рішенням, у яких декілька технологічних операцій об'єднано в єдину конструкцію, що сприяє підвищенню продуктивності, зниженню енерговитрат та спрощенню процесу обслуговування. Процес лушення передбачає видалення квіткових, плодових і насінневих оболонок із поверхні зернівки при максимальному збереженні цілісності ядра. Оскільки саме ядро містить основну частину поживних речовин, важливим завданням є мінімізація його механічного пошкодження. Отже, ефективність використання зернової сировини значною мірою визначається правильністю вибору конструкції обладнання, режимів роботи та способів реалізації технологічного процесу.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

ЛУЩИЛЬНИХ МАШИН

1.1 Опис робочого процесу та робочих операцій, що реалізуються машиною

Однією з важливих стадій підготовки зерна до подальшої переробки є його сортування за геометричними розмірами, або калібрування. Розділення зернової маси на окремі фракції дозволяє підвищити ефективність технологічного процесу, оскільки для зерен однакових розмірів можна точніше встановити параметри роботи луцильного обладнання, зокрема величину робочого зазору. Процес калібрування сприяє більш результативному вилученню сторонніх домішок.

Вибір способу луцення визначається фізико-механічними властивостями зерна, міцністю з'єднання оболонки з ядром, структурою зернівки, а також вимогами до готової продукції. Основною метою технологічного процесу є досягнення максимального ступеня видалення оболонок при мінімальному пошкодженні ядра. Для реалізації зазначених операцій у борошномельній та круп'яній промисловості застосовуються різні типи луцильного обладнання. Однією з таких машин є луцильна машина А1-ЗШН, яка використовується для обробки зерна жита та пшениці на борошномельних підприємствах, шліфування ячменю під час виготовлення перлової крупи, а також для переробки зерна на комбікормових виробництвах. Принцип роботи машини А1-ЗШН полягає у механічній дії абразивних робочих органів на зерно. Продукт через завантажувальний патрубок надходить до робочої камери, де його подача регулюється шибберною заслінкою. Після цього зернова маса спрямовується на систему абразивних елементів, розташованих на роторі. Конструкція включає один конічний та декілька циліндричних абразивних кругів, які забезпечують поступову обробку зерна. У процесі обертання ротора зерно під дією відцентрових сил переміщується до внутрішньої поверхні ситового циліндра. Подальший рух продукту відбувається в просторі між абразивними кругами та нерухомим ситовим циліндром у напрямку до вихідного патрубку. Для

досягнення необхідного ступеня очищення в окремих випадках передбачається багаторазове проходження продукту через робочу зону машини.

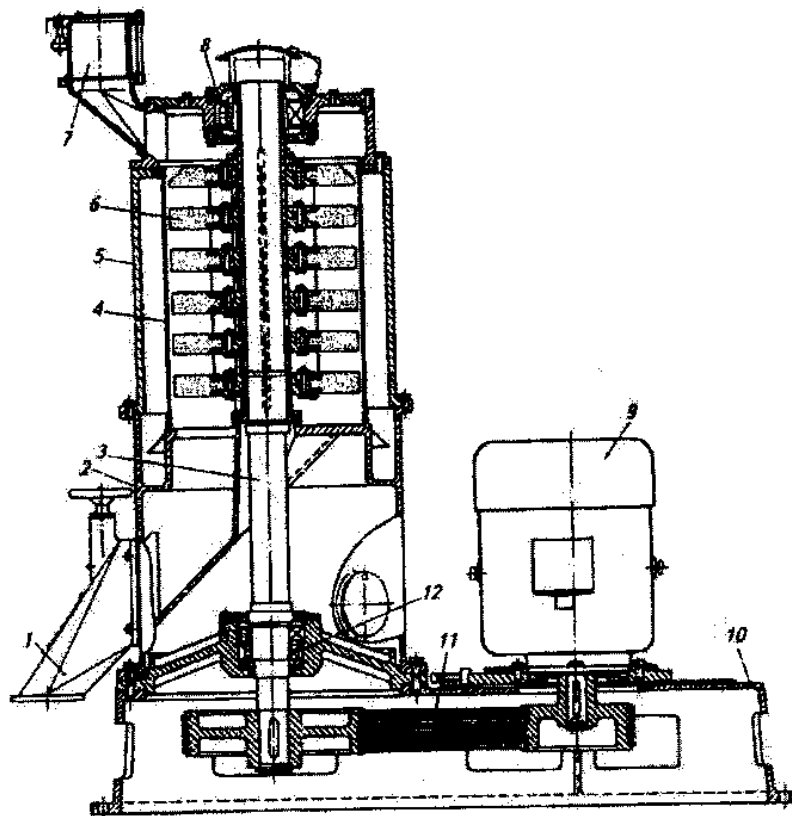


Рис .1 Луцильна машина А1-ЗШН

1-випускний патрубок; 2-корпус; 3-вал; 4- ситовий циліндр; 5- корпус робочої; 6 абразивний круг; 7-приймальний патрубок; 8, 12-підшипникові опори; 9- електродвигун; 10 - станина; 11-клинопасова передача.

Тривалість перебування зерна в робочому просторі визначається площею поперечного перерізу випускного отвору, яка регулюється спеціальною заслінкою. Зменшення перерізу сприяє підвищенню ступеня лущення, однак може призвести до збільшення частки подрібненого ядра. Зі збільшенням площі проходу інтенсивність обробки, навпаки, зменшується.

Важливу роль у роботі обладнання відіграє аспіраційна система. Повітряний потік, який створюється крильчаткою, проходить через шар продукту, сприяючи видаленню лущиння, пилу та мучки. Повітря транспортується через отвори ситового циліндра та виводиться з машини через патрубок відсмоктування.

Одночасно регулювання інтенсивності повітряного потоку здійснюється за допомогою спеціальних клапанів підсмоктування.

Підвищення швидкості повітряного потоку сприяє збільшенню сили притискання зерна до робочої поверхні, що позитивно впливає на інтенсивність лушення. При відкритті діафрагм частина повітря надходить через клапани, унаслідок чого зменшується вплив потоку на зерно та, відповідно, ефективність обробки. Основна механічна дія на зерно здійснюється за рахунок тертя об абразивні поверхні робочих дисків. Робочі органи мають значну зносостійкість і забезпечують стабільне виконання технологічної операції

Лущильна машина А1-ЗШН виготовляється у декількох модифікаціях, що відрізняються зернистістю абразивних кругів. Вибір конкретного виконання залежить від виду продукції та технологічного призначення обладнання. Для борошномельного виробництва використовують круги меншої зернистості, тоді як у комбікормовому виробництві застосовуються абразивні елементи з іншими параметрами обробки.

В технологічних схемах виробництва ячмінної крупи лущильні машини використовуються на декількох етапах технологічного процесу. З ячменю отримують перлову та ячну крупу, які класифікуються за крупністю на окремі номери. Для сортування продукту використовуються комплекти сит із різними розмірами отворів, що дозволяє розподіляти готову продукцію відповідно до встановлених стандартів. Під час виробництва ячної крупи лущений ячмінь послідовно проходить процес дроблення на вальцьових верстатах із подальшим сортуванням. Технологія виготовлення перлової крупи включає очищення зерна від домішок, сепарацію, лушення, шліфування та полірування. Перед лушенням зерно проходить кілька ступенів очищення, під час яких вилучаються бур'янисті, мінеральні та інші сторонні домішки. У разі необхідності застосовують каменевідділювальні машини та спеціальні установки для видалення важковідокремлюваних включень.

Процес лушення ячменю, як правило, виконується у декілька етапів. На початкових стадіях використовуються обладнання з більш грубою абразивною

поверхнею, а на завершальних — машини для шліфування та полірування, які забезпечують отримання продукту з високими показниками якості.

Після кожного етапу обробки продукт піддається аспірації для відокремлення лушпиння та дрібнодисперсних частинок. Лущений ячмінь, або пенсак, надалі надходить на шліфувальні та полірувальні системи, де формується кінцева структура крупи. Сучасні технологічні лінії дозволяють забезпечити високий вихід готової продукції, знизити частку дробленого зерна та мінімізувати енерговитрати. Практика використання машин типу А1-ЗШН свідчить про їх достатньо високу продуктивність, економічність та ефективність у виробництві круп'яної продукції.

1.2 Технічні вимоги та умови на сировину, напівфабрикати та готову продукцію оброблювані лушильною машиною

Контроль якості круп, побічних продуктів та відходів є важливою складовою технологічного процесу переробки зерна. Основним призначенням цієї операції є додаткове очищення готової продукції від сторонніх домішок, відокремлення подрібненого ядра, нелущених зерен, а також вилучення придатної для подальшого використання частини з побічних продуктів виробництва. Контроль цільної крупи здійснюється у просіювальних машинах, де відбувається відділення крупних і дрібних домішок, а також фракцій подрібненого ядра. Для ефективного усунення легких частинок і пилоподібних домішок застосовуються повітряні сепаратори. У деяких випадках для видалення залишкових нелущених зерен використовують круповідокремлювальні машини, які особливо ефективні під час обробки рису та вівса. Для подрібнених круп технологічний контроль має певні особливості. Оскільки у дробленій продукції кількість цілих зернин незначна, використання круповідокремлювального обладнання є недоцільним. Побічні продукти, зокрема мучка та лушпиння, додатково очищують у просіювальних машинах та аспіраційних системах. У результаті таких операцій забезпечується відповідність продукції нормативним вимогам щодо вмісту сторонніх включень. Дроблені номерні крупи, серед яких перлова, ячна, пшенична, кукурудзяна та шліфувана, підлягають класифікації за

розміром частинок. Для цього використовують комплекти сит із відповідними діаметрами отворів, що дозволяє розподілити продукцію за встановленими категоріями крупності. Після сортування крупа проходить додаткове очищення в аспіраторах для вилучення легких домішок. Перед відвантаженням споживачеві всі види продукції, включаючи крупу, побічні продукти та відходи, підлягають обов'язковому контролю. Це дозволяє мінімізувати вміст небажаних включень і забезпечити стабільну якість кінцевої продукції.

Фізико-механічні властивості круп суттєво відрізняються від характеристик зерна, що впливає на особливості їх очищення. Відмінності у щільності, аеродинамічних властивостях та формі частинок створюють інші умови для відокремлення домішок. Практичні дослідження підтверджують достатньо високу ефективність контролю круп'яної продукції за умови правильного підбору технологічних параметрів. У деяких видах продукції, зокрема рисовій та гороховій крупі, можуть траплятися пошкоджені або зіпсовані ядра, які мають темніше забарвлення. Для їх виявлення та видалення дедалі частіше застосовуються фотоелектронні сепаратори, які забезпечують автоматизоване сортування за кольором. Розвиток сучасних технологій сприяв підвищенню продуктивності такого обладнання та збільшенню його надійності. Перед надходженням зерна на переробку в умовах елеваторів і зернових складів формують окремі партії сировини з близькими технологічними властивостями. Недоцільним є змішування зерна, що суттєво відрізняється за крупністю, вологістю, вмістом домішок або фізичними характеристиками, оскільки це негативно впливає на стабільність технологічного процесу та якість готової продукції.

Схема підготовки зерна до переробки може включати очищення від домішок, сушіння, зволоження, гідротермічну обробку та попереднє лушення. Для реалізації зазначених операцій використовують комплекс спеціалізованого обладнання, серед якого сепаратори, оббивальні машини, каменевідділювачі, сушильні установки, охолоджувачі, апарати для зволоження та магнітні сепаратори. Ефективність процесу лушення визначається ступенем видалення оболонки із зерна. Для ячменю показником якості є кількість зерен із повністю

видаленими квітковими плівками, тоді як для пшениці ефективність оцінюють за зміною зольності. До технологічних характеристик зернової сировини висуваються певні вимоги. Зокрема, геометричні параметри зерна повинні відповідати встановленим межах: довжина — від 4,8 до 8,0 мм, ширина — від 1,6 до 4,0 мм, товщина — від 1,5 до 3,3 мм. Щільність зерна зазвичай перебуває в межах $1,2-1,5 \cdot 10^3$ кг/м³, а маса тисячі зерен становить приблизно 20–40 г. Ячмінь належить до найбільш поширених зернових культур, що використовуються у виробництві круп. Його фізичні характеристики змінюються залежно від ступеня стиглості, вологості та структурних особливостей зернівки. Встановлено, що щільність голозерних форм ячменю є вищою порівняно з плівчастими. Під час зволоження зерна відбувається зміна його щільності та інших фізичних показників. Підвищення вологості зерна до певного рівня супроводжується зниженням щільності та зміною шпаруватості зернової маси. При цьому характер взаємозв'язку між густиною, щільністю та пористістю зерна не є однозначним і залежить від умов зберігання та технологічної підготовки.

Теплофізичні характеристики ячменю також мають важливе значення для технологічних процесів, особливо при сушінні та гідротермічній обробці. Питома теплоємність зерна змінюється залежно від температури й вологості, що необхідно враховувати при виборі режимів термічного впливу. Круп'яна продукція з ячменю характеризується різними фізичними показниками залежно від номера круп. Відмінності спостерігаються у щільності, шпаруватості та вологості, що впливає на умови зберігання, транспортування та подальшої переробки.

Таким чином, забезпечення стабільної якості сировини, контроль технологічних параметрів та дотримання вимог до фізичних властивостей зерна є важливими умовами ефективної роботи луцильного обладнання та отримання круп'яної продукції високої якості.

1.3 Критичний огляд в області лущильних машин

1.3.1 Функціональні схеми та конструкції лущильних машин

Класифікація лущильного обладнання базується на характері механічного впливу робочих органів на зерно. Вибір конструкції машини визначається особливостями з'єднання оболонки з ядром, фізико-механічними властивостями зернової культури, міцністю зернівки та вимогами до готової продукції. Різні способи лущення дозволяють забезпечити необхідний ступінь очищення при мінімальному пошкодженні ядра. Одним із найбільш поширених типів обладнання для лущення зерна є лущильний постав, у якому основними робочими органами виступають два жорна, виготовлені з чавуну та покриті абразивним шаром. Обробка зерна здійснюється внаслідок механічного впливу між рухомим та нерухомим дисками.

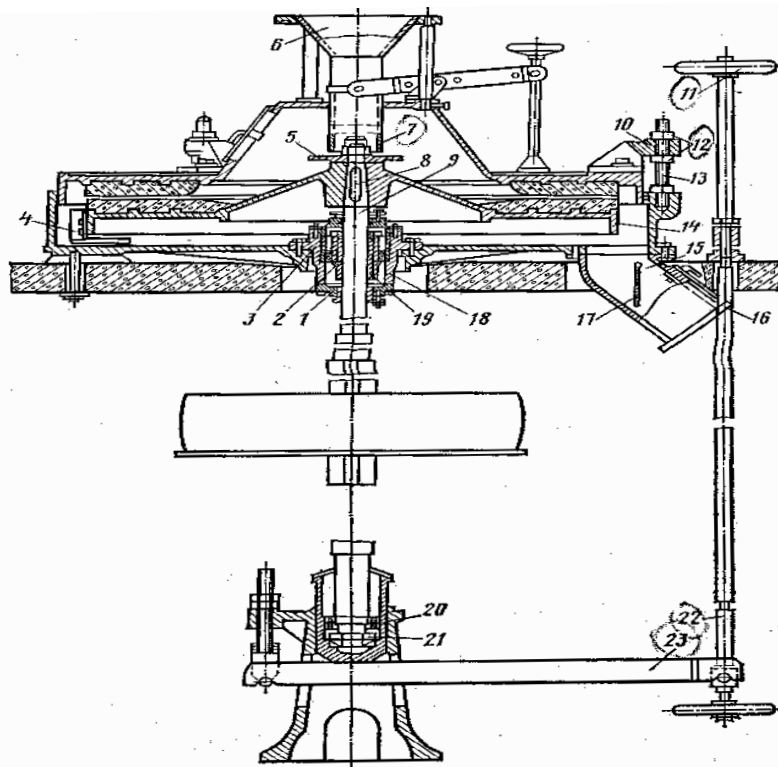


Рис.3 Лущильний постав

1- кришка, 2-втулка, 3-корпус маховик, 4-гайки, 5-гвинт, 6-жорнов, 7-випускний патрубок, 8-лоток, 9-клапан, 10-кронштейн, 11-вал, 12-кронштейн, 13-гвинт, 14-патрубок, 15-шпонка, 16-патрубок, 17-вал, 18-кронштейн, 19-шпонка, 20-підшипник, 21-підп'ятник, 22-важіль, 23-важіль, тарілка.

Нижнє жорно встановлюється на вертикальному валу та приводиться в обертання за допомогою приводу. Верхнє жорно закріплюється нерухомо, а регулювання відстані між дисками виконується спеціальним механізмом. Така конструкція дає можливість змінювати інтенсивність впливу на зерно залежно від його виду та технологічних вимог.

Продукт надходить до приймальної воронки, після чого рівномірно розподіляється по поверхні робочої зони. У просторі між жорнами зерно піддається дії сил тертя, що забезпечує поступове руйнування оболонки. Після завершення процесу продукт виводиться через спеціальні випускні отвори.

Серед переваг луцильного поставу можна відзначити простоту конструкції, надійність експлуатації та можливість регулювання робочого зазору. Водночас до недоліків належить значне механічне навантаження на зерно, що в окремих випадках може спричинити підвищене дроблення ядра.

Для луцення окремих видів круп'яних культур, зокрема проса та гречки, застосовуються вальцедекові верстати. Одним із представників такого обладнання є верстат СВУ-2, принцип роботи якого базується на взаємодії обертового барабана та нерухомої деки.

Зернова маса через завантажувальний бункер надходить у робочу зону, де відбувається її переміщення між поверхнею барабана та декою. Луцення здійснюється завдяки тертю та механічному стисканню зерна. Особливістю конструкції є можливість зміни геометрії робочого простору шляхом регулювання положення деки.

Залежно від культури, що переробляється, форму робочої зони адаптують до технологічних потреб. Наприклад, під час луцення гречки використовують серпоподібну форму зазору, тоді як для проса або рису більш доцільною є клиноподібна конфігурація. Перевагою вальцедекових верстатів є досить висока ефективність обробки зерна та можливість гнучкого налаштування параметрів роботи. Разом із тим конструкція потребує ретельного регулювання та періодичного технічного обслуговування робочих поверхонь.

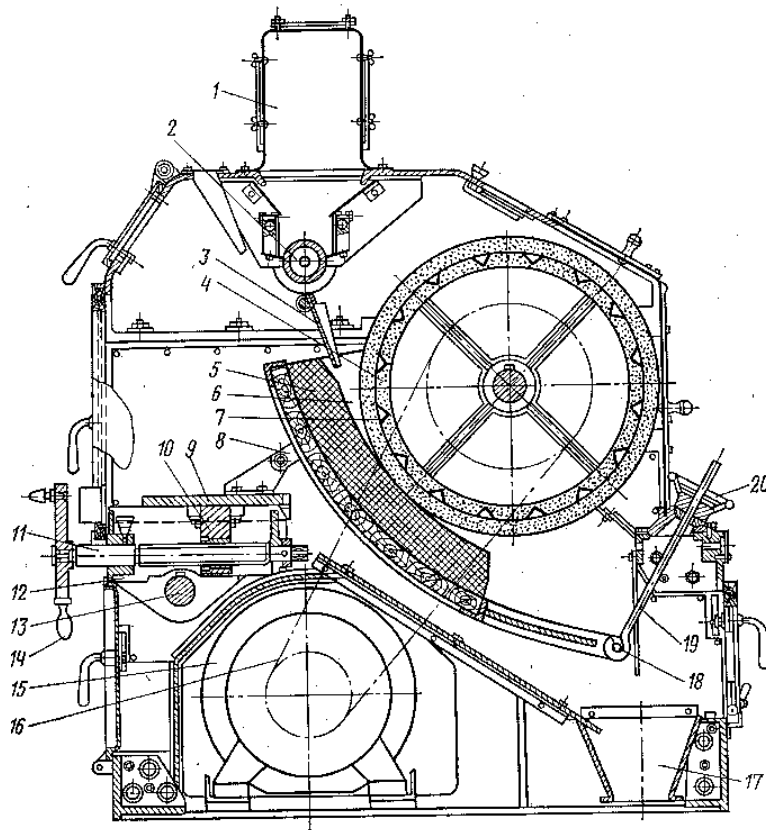


Рис 4. Вальцедековий верстат СВУ-2.

1 приймальний бункер; 2 - живлячий валок; 3- заслінка; 4- барабан; 5-дека; 6- робоча зона; 7- косинець; 8- декатримач; 9-рухлива частина; 10-гайка; 11 - гвинт; 12 - супорт; 13- вісь; 14 - штурвал; 15-електродигатель; 16- клинопасова передача; 17 - патрубок; 18 - штир; 19 - тяга; 20 - маховик.

Луцильна машина ЗРД-2,5 використовується переважно для переробки проса та рису. Робочий процес реалізується за рахунок взаємодії двох валків, що обертаються назустріч один одному з різною швидкістю.

Підготовлене зерно через приймальний пристрій подається в бункер, після чого надходить у робочий зазор між валками. Інтенсивність обробки регулюється зміною відстані між робочими поверхнями. У результаті механічного впливу оболонка відокремлюється від ядра, а готовий продукт транспортується до наступних технологічних операцій. Конструкція машини дозволяє забезпечити стабільність технологічного процесу та рівномірність луцення. Разом із цим ефективність роботи значною мірою залежить від

точності встановлення робочого зазору та фізичних характеристик зернової сировини.

Для завершальної обробки круп'яної продукції широко застосовуються шліфувальні машини типу А1-БШМ-2,5. Основне призначення обладнання полягає у шліфуванні луценого зерна, зокрема рисової крупи, а також покращенні зовнішнього вигляду готової продукції. Конструктивно машина складається з двох робочих секцій, кожна з яких містить систему подачі продукту, ситовий і шліфувальний барабани, а також механізми виведення продукту.

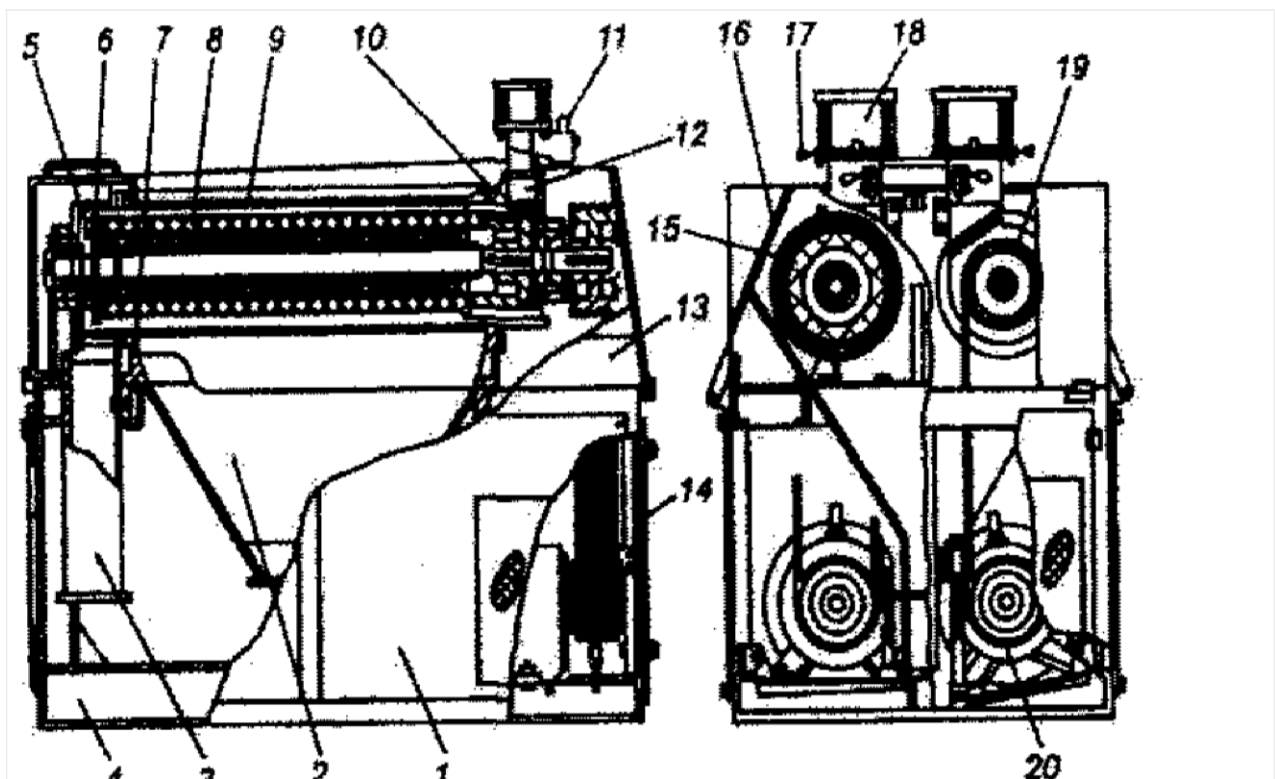


Рис. 6 Шліфувальна машина А1-БШМ-2,5

1,7 - стінки; 2 бункер; 3-випускний патрубок; 4-рама; 5-крильчатка; 6-розвантажувач; 8 - шліфувальний барабан; 9 - ситовий барабан; 10-шнековий живильник; 11,17 - заслінки; 12-приймальний патрубок; 13- огороження; 14 - дверцята; 15, 19 - шліфувальні секції; 16 - відкидна кришка; 18- живильники; 20 - електродвигун.

Принцип роботи полягає у проходженні зерна через простір між ситовим барабаном 9 та абразивною поверхнею шліфувального барабана 8. У процесі руху відбувається інтенсивне механічне очищення поверхні зерна, зменшення залишкової шорсткості та покращення товарного вигляду крупи.

Серед переваг даного обладнання можна виділити високу якість обробки, стабільність технологічного режиму та можливість роботи з різними видами зернових культур. Недоліком є відносно складна конструкція.

Луцильна машина ЗШН-1,5 є удосконаленим варіантом обладнання для луцення зерна та використовується для обробки різних круп'яних культур. Продукт надходить до машини через завантажувальний патрубок і спрямовується в робочу зону, де розташовані абразивні диски різної конфігурації. Унаслідок обертання ротора зерно переміщується до ситового циліндра під дією відцентрових сил і проходить інтенсивну механічну обробку.

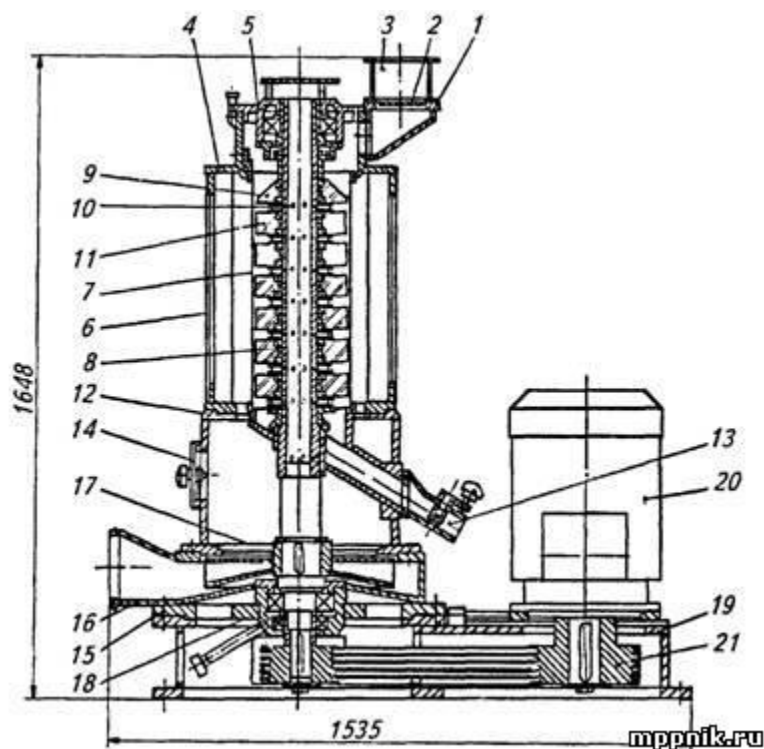


Рис. 6 Луцильна машина ЗШН-1,5

1-випускний патрубок; 2-корпус; 3-оглядовий стакан; 4- кришка; 5- корпус робочої; 6 корпус; 7-приймальний патрубок; 8, 12-підшипникові опори; 9- конічний абразивний круг; 10 вал; 11-абразивні кола.

Тривалість перебування продукту в робочій зоні залежить від регулювання випускного отвору 13. Зменшення площі виходу збільшує час контакту зерна з абразивними поверхнями, що сприяє підвищенню ступеня луцення, однак може викликати збільшення кількості подрібнених зерен.

Важливою конструктивною особливістю машини є наявність аспіраційної системи. Повітряний потік проходить через шар продукту, видаляючи пил, мучку та частинки оболонки. Інтенсивність аспірації регулюється спеціальними клапанами, що дозволяє оптимізувати процес обробки. Основна дія на зерно реалізується завдяки контакту з абразивними дисками, виготовленими на основі карбїду кремнію. Застосування таких матеріалів забезпечує високу зносостійкість робочих поверхонь і стабільність технологічних характеристик.

Отже, аналіз існуючих конструкцій луцильного обладнання показує, що кожен тип машин має свої особливості, переваги та недоліки. Вибір конкретної конструкції визначається видом зернової культури, необхідним ступенем луцення, продуктивністю обладнання та вимогами до якості готової продукції. Перспективним напрямом удосконалення луцильних машин є підвищення ефективності обробки при одночасному зменшенні енерговитрат і пошкодженні зерна.

1.3.2. Опис винаходів та патентів

Пристрій для переробки зерна

(Патент UA 2060823)

Автори патенту: Вашкевич В.В. Злочевський В.Л.

Сутність винаходу: пристрій для переробки зерна містить розміщені в корпусі жорстко закріпленій верхній горизонтальний диск з диском, розсікач, жорстко при розсівання. Механізм регулювання зазору між дисками жорстко закріпленій на розсіві та з'єднаний з вертикальним валом, виконаним шліцевим. 1 з. п. ф-ли, 1 іл.

Винахід відноситься до переробки зерна, зокрема до конструкцій пристроїв для переробки зерна, і може бути використане в зернопереробній промисловості та сільському господарстві для виробництва борошна та крупи.

Відомо пристрій для лущення вівса і рису, що містить приймальний і випускний патрубкі, привод, розміщені в корпусі жорстко закріпленій верхній горизонтальний диск з приймальним отвором в центрі і горизонтальний нижній диск, закріпленій співвісно на вертикальному валу з можливістю обертального руху навколо своєї осі. Робочі поверхні дисків покриті абразивною вагою. Зерно входить через отвір у центрі верхнього диска, розкидається тарілкою, падає на нижній диск, що обертається і під впливом відцентрової сили спрямовується в робочу зону, де піддається лущення (Технологія переробки зерна / Под ред. М.А. Єгорова. 2, изд. 144-145, рис.

Недоліком цього пристрою є низька якість лущення, тому що нижній горизонтальний диск здійснює лише обертальний рух.

Найбільш близьким до пропонованого пристрою по технічній сутності і досягається результату є лущення зерна, що містить привід, приймальний і випускні патрубкі, розміщені в корпусі, жорстко закріпленій на ньому верхній горизонтальний абразивний диск з приймальним отвором в центрі і нижній горизонтальний абразивний диск, закріпленій і обертального руху навколо осі, механізм регулювання зазору між дисками. Механізм регулювання зазору між дисками виконаний у вигляді гвинтів та різьбових муфт та забезпечує жорстке

закріплення верхнього абразивного диска на корпусі. Лушник забезпечений встановленим співвісно з верхнім диском і з'єднаним з приводом додатковим вертикальним валом з водилом, жорстко закріпленим на ньому, обмежувачем сходу з нижнього диска, розміщеним у зазорі між дисками по контуру нижнього диска з боку приймального отвору, і триланковим планетарним механізмом, центральну валу, а сателітне ланка з'єднане з основним валом, встановленим шарнірно на воді. Відстань між валами не перевищує різниці радіусів дисків і різниці радіусів нижнього диска та приймального отвору (авт.св. СРСР N 1710130, кл. 02 3/02).

Недоліками лушення зерна є складність конструкції через наявність планетарного механізму і низькі функціональні можливості, оскільки для забезпечення сортування продуктів лушення необхідний механізм для подачі продуктів лушення в розсів, розміщений окремо від лушення.

Сутність винаходу полягає в тому, що пристрій для переробки зерна, що містить привід приймальний і випускні патрубки, розміщені в корпусі жорстко закріплений верхній горизонтальний диск з приймальним отвором в центрі і нижній горизонтальний диск, закріплений співвісно на вертикальному валу з можливістю одночасних кругового поступального руху і обертального руху навколо, обертального руху розсівання, жорстко прикріпленим до корпусу, і коливачем, розміщеним між корпусом і розсіванням. При цьому механізм регулювання зазору між дисками жорстко закріплений на розсіві та з'єднаний з вертикальним шліцевим валом. Крім того, механізм регулювання проміжку між дисками може бути виконаний у вигляді підйомника.

Технічним результатом є спрощення конструкції та розширення функціональних можливостей пристрою.

Спрощення конструкції пристрою для переробки зерна забезпечується шляхом введення коливача, розміщеного між корпусом та розсіванням. Введений у пристрій коливач повідомляє одночасні круговий поступальний рух та обертальний рух навколо своєї осі нижньому горизонтальному диску, а також повідомляє коливання розсіву, жорстко прикріпленого до корпусу, в якому розміщені диски. Таким чином усувається необхідність застосування

планетарного механізму, що повідомляє такий же складний рух нижньому горизонтальному диску в прототипі.

Розширення функціональних можливостей пристрою досягається введенням розсіву, призначеного для сортування продуктів лушення та подрібнення, жорстко прикріпленого до корпусу з горизонтальними дисками, призначеними для лушення та подрібнення зерна. Механізм регулювання зазору між дисками, жорстко закріплений на розсіві і з'єднаний з вертикальним шліцевим валом, на якому розміщений нижній горизонтальний диск, дозволяє агрегатувати розсівання з корпусом, у якому розміщені диски. Коливач при цьому повідомляє рух розсіву та горизонтальному диску.

На кресленні зображено пристрій переробки зерна.

Пристрій для переробки зерна містить станину 1, до якої на тягах 2 підвішений корпус 3. Приймальний патрубок 4 прикріплений до станини 1. У корпусі 3 розміщені жорстко прикріплений до приймального патрубка 4 верхній горизонтальний диск 5 з приймальним отвором в центрі і нижній горизонтальний диск 6, можливістю одночасних кругового поступального руху та обертального руху навколо своєї осі. Шлицевий вал 7 забезпечений шлицевою втулкою 8. До корпусу 3 жорсткими зв'язками 9 прикріплений розсів 10. Розсівання містить 10 сита, натягнуті на окремі рамки, зібрані і скріплені між собою по висоті стяжками (не показані). Живильник 11 зверху з'єднаний з корпусом 3, а знизу герметично прикріплений до розсіву 10.

Між корпусом 3 і розсівом 10 розміщений коливальник 12, виконаний у вигляді дебалансу 13, встановленого на веденому шківі 14. зв'язку 9 є також огороженням коливача 12. Електродвигун 16 встановлений на жорсткому зв'язку 9. Вертикальний шлицевий вал 7 спирається нижнім хвостовиком на механізм 17 регулювання зазору між дисками 5 і 6, жорстко закріплений на розсіві 10. Механізм 17 регулювання зазору може бути виконаний у вигляді підйомника, що функціонує за принципом домкрата або ричага витягу має регульовальну ручку 18. Випускні патрубки 19 і 20 відповідно для сходових та проходових фракцій жорстко закріплені на розсіві 10. Шлицева втулка 8 призначена для установки підшипників 21.

Пристрій для переробки зерна працює в такий спосіб.

Електродвигун 16 через провідний 15 і ведений 14 шків, з'єднані гнучким зв'язком, передає обертання на вертикальний шліцевий вал 7. 13, встановленого на веденому шківі 14. Коливач 12 за рахунок появи інерційних сил повідомляє одночасне коливальні рух корпусу 3, підвішеному на тягах 2 до станини 1, і розсіву 10, прикріпленому до корпусу 3 жорстким зв'язками 9. При цьому нижнього горизонтального обертальним рухом навколо своєї осі.

Зазор між робочими поверхнями дисків 5 і 6 встановлюється відповідно до необхідного ступеня впливу на зерно за допомогою механізму регулювання 17 у вигляді підйомника, що працює за принципом домкрата. Переміщення регулювальної ручки механізму 18 17 регулювання зазору впливає на положення вертикального шліцевого валу 7. Відповідне переміщення вертикального шліцевого валу 7 змінює зазор між горизонтальними дисками 5 і 6.

Зерно через приймальний патрубок 4 надходить у приймальний отвір верхнього горизонтального диска 5, жорстко прикріпленого до приймального патрубку 4. З приймального отвору зерно надходить на нижній горизонтальний диск 6 і під дією відцентрової сили, що виникає при обертанні диска 6, і інерційних сил, що виникають між дисками 5 і 6, де піддається руйнівному впливу за допомогою луцення або подрібнення. При цьому траєкторія контактування зерновок з дисками 5 та 6 відповідає замкнутій епіциклоїді. Під дією відцентрової сили зерно поступово рухається до краю нижнього горизонтального диска 6, сходять з нього і транспортується живильником 11 розсівання 10. При просіюванні в розсіві 10 зруйнованого зерна виходять сходова і прохорова фракції, які видаляються з розсіву 10 через випускні патрубки.

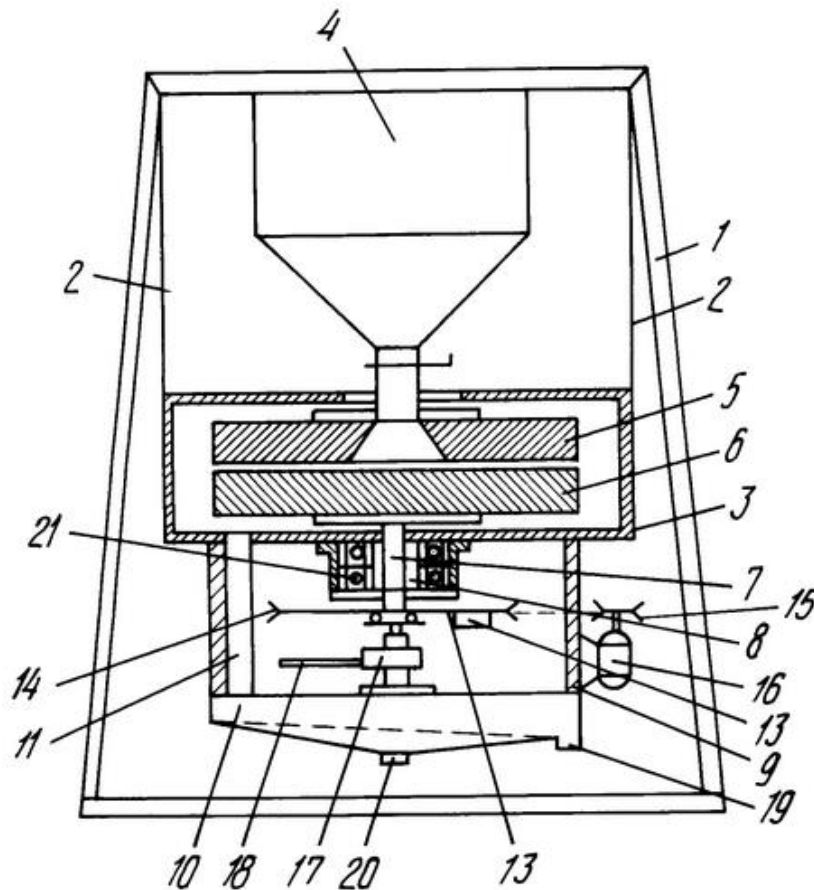
Ступінь руйнівного на зерно залежить від виду вихідного зерна і від виду готової продукції (борошно, крупа).

Винахід є більш простим конструкції та забезпечує розширення функціональних можливостей, оскільки дозволяє лущити та подрібнювати зерно, а також сортувати отримані продукти.

Формула винаходу

1. Пристрій для переробки зерна, що містить привід, приймальний і випускні патрубки, розміщені в корпусі жорстко закріплений верхній горизонтальний диск з прийомним отвором в центрі і нижній горизонтальний диск, закріплений співвісно на вертикальному валу з можливістю одночасних кругового поступального руху забезпечено розсіванням, жорстко прикріпленим до корпусу, і коливачем, розміщеним між корпусом і розсіванням, при цьому механізм регулювання зазору між дисками жорстко закріплений на розсіві та з'єднаний з вертикальним валом, виконаним шліцевим.

2. Пристрій п.1, відрізняється тим, що механізм регулювання зазору між дисками виконаний у вигляді підйомника.



1.3 Результати науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт

Правильне теоретичне обґрунтування окремих елементів процесу подрібнення можливе лише з урахуванням досвіду суміжних галузей науки і техніки.

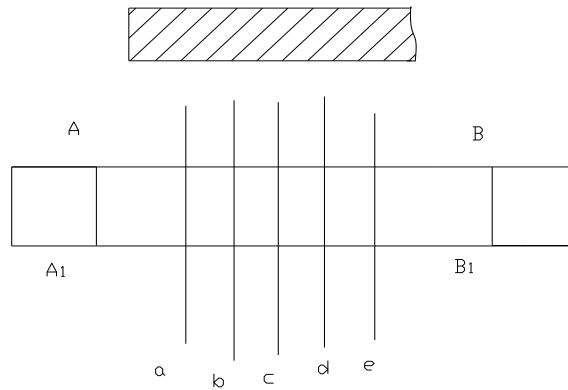


Рис. 10. Схема умовного розрізування абразиву

Аналіз механізму шліфування показує, що робоча поверхня абразиву складається з великої кількості мікрорізців, які взаємодіють із поверхнею оброблюваного матеріалу (рис. 11). Напрямок руху абразиву визначає характер взаємодії ріжучих елементів із матеріалом (рис. 10 б).

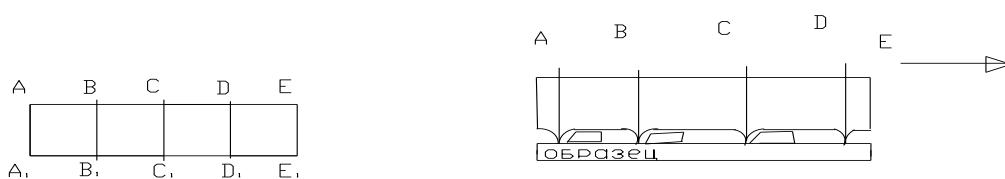


Рис. 11. Схема взаємодії абразиву із поверхнею оброблюваного матеріалу

Правильність цього положення переконливо підтвердив Г. Д. Полосаткін, який довів, що сукупність різців, отриманих перетином абразиву (aa₁), (bb₁), (cc₁) і т. д. (рис. 10 а), фактично являє собою єдиний різець, ріжучі леза якого знімають із поверхні оброблюваного матеріалу суцільний шар.

Чим меншою є довжина абразиву (AB), тим більша кількість різців бере участь у формуванні одного умовного суцільного різця, а його дія наближається до різця з прямолінійною ріжучою кромкою (рис. 11).

На основі аналогії між процесами шліфування та різання Т. Д. Полосаткін запропонував залежність:

$$N = \frac{S - E}{L} M$$

де:

N– Навантаження на зразок, що шліфується.

S-Номінальна площа шліфування

L-Пройдений зразком шлях

M-Маса зішліфованого шару

Маса зішліфованого шару визначається виразом:

$$M = \frac{\varphi}{S_1 N_1 L_1 K_1 \varepsilon}$$

З виразу видно, що величина маси зішліфованого шару залежить від номінальної площі шліфування (S), навантаження (N), довжини обробки (L), а також від параметрів, що визначаються властивостями шліфованої речовини та абразиву.

1.4 Висновок

У технології виробництва круп процес луцення зерна є одним із найважливіших етапів, оскільки суттєво впливає на вихід, якість і товарні властивості готової продукції. Від ефективності виконання цього процесу залежать ступінь очищення зерна від оболонок, кількість битого ядра, рівень втрат та загальні техніко-економічні показники виробництва.

Луцення зерна належить до найбільш енергоємних технологічних операцій круп'яного виробництва. Технологічні режими та конструктивні особливості обладнання, що використовується для луцення, значною мірою визначають продуктивність підприємства, енергетичні витрати та собівартість готової продукції.

На круп'яних заводах широкого застосування набули луцильні верстати типу ЗШН, які характеризуються відносною простотою конструкції, надійністю роботи та достатньою ефективністю обробки зерна.

Режим луцення встановлюється залежно від фізико-механічних властивостей зерна та вимог до якості готової продукції. На ефективність процесу впливають вологість зерна, його структурно-механічні характеристики (крупність, твердість, міцність оболонок), технічний стан обладнання, а також величина навантаження на робочі органи машини.

Процес луцення в луцильних верстатах типу ЗШН відбувається в циліндричному робочому просторі, де зернова маса взаємодіє з ротором і абразивною поверхнею. Видалення оболонок здійснюється внаслідок комплексної дії сил тертя, стискання та зсуву. Співвідношення між зазначеними механічними впливами залежить від швидкості обертання ротора, стану абразивних елементів та конструктивних параметрів робочої зони.

Ефективність роботи луцильних машин оцінюється за такими основними показниками: ступенем луцення зерна, продуктивністю обладнання, виходом придатного ядра та питомими витратами електроенергії. Оптимальний режим роботи повинен забезпечувати максимальний ступінь видалення оболонок при мінімальному пошкодженні ядра та найменших енергетичних витратах.

Основною метою даної розробки є підвищення продуктивності лущильної машини типу ЗШН та зниження експлуатаційних витрат шляхом удосконалення конструкції робочих органів.

Для досягнення поставленої мети запропоновано встановлення гальмівних лопаток, які забезпечують інтенсифікацію взаємодії зерна з робочою поверхнею ротора за рахунок збільшення часу контакту та підвищення притискного зусилля. Це сприяє підвищенню ефективності видалення оболонок і стабілізації процесу лущення.

Крім того, запропоновано заміну традиційних абразивних кіл на полегшені конструкції. Використання таких кіл дозволяє зменшити інерційне навантаження на привідний механізм, знизити енерговитрати та навантаження на вузли машини, а також підвищити стабільність роботи ротора в оптимальних технологічних режимах. У результаті очікується підвищення продуктивності обладнання та зменшення експлуатаційних витрат.

2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА УДОСКОНАЛЕННЯ ЛУЩИЛЬНОЇ МАШИНИ

2.1. Найменування та сфера застосування

Лущильна машина А1-ЗШН призначена для обробки зерна круп'яних культур.

2.2. Підстава для розробки

Завдання на виконання кваліфікаційної роботи.

2.3. Метою роботи є завдання на удосконалення лущильної машини наявне введення розширення його функціональних можливостей, використання для обробки зерна.

2.4. Джерела розробки – набір конструктивних документів у вигляді креслень лущильної машини А1-ЗШН, результати експлуатації існуючої машини та експлуатаційні документи на вказану лущильну машину А1-ЗШН.

2.5. Технічні вимоги

2.5.1. Склад продукції:

- габаритне креслення;
- загальні види машини;
- складальні креслення машини;
- схемні рішення модернізованого зразка А1-ЗШН;
- Розрахунково-пояснювальна записка.

2.5.2. Показники призначення:

Технічні параметри (продуктивність – 0,91кг/с).

2.5.3. Встановлена потужність – 22 квт.

2.5.4. Діаметр та ширина шліфувальних кругів: $D = 400$ мм, $L = 100$ мм.

2.5.5. Частота обертання круга: 970 об/хв

2.5.6. Умови безпеки

Ухвалені конструктивно-функціональні рішення повинні відповідати вимогам охорони праці та екологічної безпеки зернопереробної промисловості.

2.5.7. Вимоги до складових частин продукції

Розробна документація повинна враховувати вимоги до виконання монтажних робіт, технічного обслуговування ремонту та експлуатації розробленої машини.

2.5.8. Умови експлуатації

Розроблена конструкція повинна відповідати можливості адаптації стикування та пристосування для встановлення розробленої машини на діючих підприємствах у лініях переробки зерна на крупи.

2.6. Орієнтовно-економічні показники

Економічний ефект від впровадження розробленої продукції у виробництво та терміни окупності витрат на впровадження.

2.7. Стадії та етапи розробки

2.7.1. Передпроектна стадія (огляд існуючого обладнання на тему проекту).

2.7.2. Технічне завдання модернізації.

2.7.3. Технічне пропозицію можливих варіантів, передбачуваних модернізації.

2.7.4. Ескізний проект.

2.7.5. Технічний проект з розділами робочих креслень технологічної карти виготовлення найбільш складної деталі, розрахунок економічної ефективності, автоматизації технологічного процесу шліфування.

Список опублікованих праць, літературних даних та інших публікацій, що обґрунтовують необхідність модернізації шліфувальника А1-ЗШН та розширення його функціональних можливостей.

3. ТЕХНІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ

3.1. Перший варіант модернізації

Для підвищення продуктивності луцильної машини та збільшення її технологічної ефективності пропонується встановлення додаткових абразивних (наждакових) кіл на робочому валу. Таке конструктивне рішення дозволяє збільшити площу контакту зернового матеріалу з робочою поверхнею ротора, що сприяє інтенсифікації процесу лушення та підвищенню ступеня обробки зерна.

Однак встановлення додаткових абразивних кіл призводить до збільшення висоти абразивного ротора, що, у свою чергу, супроводжується зростанням маси конструкції та її металоємності. Це може викликати додаткові навантаження на привідний механізм і опорні вузли машини, тому потребує відповідного конструктивного обґрунтування та вибору оптимальних параметрів модернізації.

3.2 Другий варіант модернізації

Для підвищення продуктивності луцильної машини та збільшення її технологічної ефективності запропоновано встановлення додаткових абразивних (наждакових) кругів на абразивному валу. Таке конструктивне рішення дозволяє збільшити висоту робочої зони абразивного ротора, що сприяє інтенсифікації процесу обробки зерна та підвищенню ступеня його лушення. Водночас збільшення кількості абразивних елементів може призвести до підвищення металоємності конструкції та навантаження на привідний механізм.

З метою компенсації зростання навантаження на ротор і зниження експлуатаційних витрат у конструкції передбачено використання полегшених абразивних кругів. Застосування таких кругів дозволяє зменшити загальну масу ротора, знизити інерційні навантаження на привід, зменшити енергоспоживання обладнання та покращити умови роботи машини в оптимальних технологічних режимах. Крім того, використання полегшених абразивних елементів сприяє зниженню витрат на обслуговування та заміну робочих органів, що позитивно впливає на техніко-економічні показники роботи луцильної машини типу ЗШН.

Також встановлення полегшених абразивних кругів у поєднанні з додатковими робочими елементами забезпечує більш рівномірну обробку зерна, підвищує інтенсивність луцення та сприяє покращенню якості готової круп'яної продукції.

4.Ескізний проект

4.1. Опис функціональної схеми машини

Лущильна машина призначена для лущення жита та пшениці при об'їйних помолах та житніх сортових помолах на борошномельних заводах, шліфування та полірування ячменю при виробленні перлової крупи. В даний час на базі лущильника А1-ЗШН випускаються його модифікації з різною кількістю, діаметром та матеріалом абразивних кіл для лущення, шліфування, а також на операціях об'їчних машин. Машини цього типу добре себе зарекомендували при обробці зерна та круп'яних культур.

Внаслідок інтенсивного тертя по абразивних колах, по ситовому циліндру та тертя зерна між собою при просуванні зерна вниз лущича до випускного патрубку відбувається відділення верхньої оболонки зерна. У процесі обробки зерно продувається повітрям, що всмоктується через порожнистий вал, основна маса лушпиння і борошна видаляється через отвори ситового циліндра, що потрапляє в кільцеву камеру і далі в систему аспірації.

Принцип обробки сировини в машині заснований на одночасному терті зерна об обертові абразивні круги і нерухомий перфорований циліндр, а також за рахунок тертя зерна між собою.

Вихідна сировина (зерно), що підлягає обробці, надходить у робочу зону між абразивними колами, що обертаються, і нерухомим перфорованим циліндром (ситом), де завдяки інтенсивному тертю при русі зерна відбувається відділення верхніх оболонок зерна, основна маса яких видаляється аспіраційною системою машини.

За допомогою гальмівних лопаток одночасно регулюється продуктивність та технологічний ефект процесу лущення.

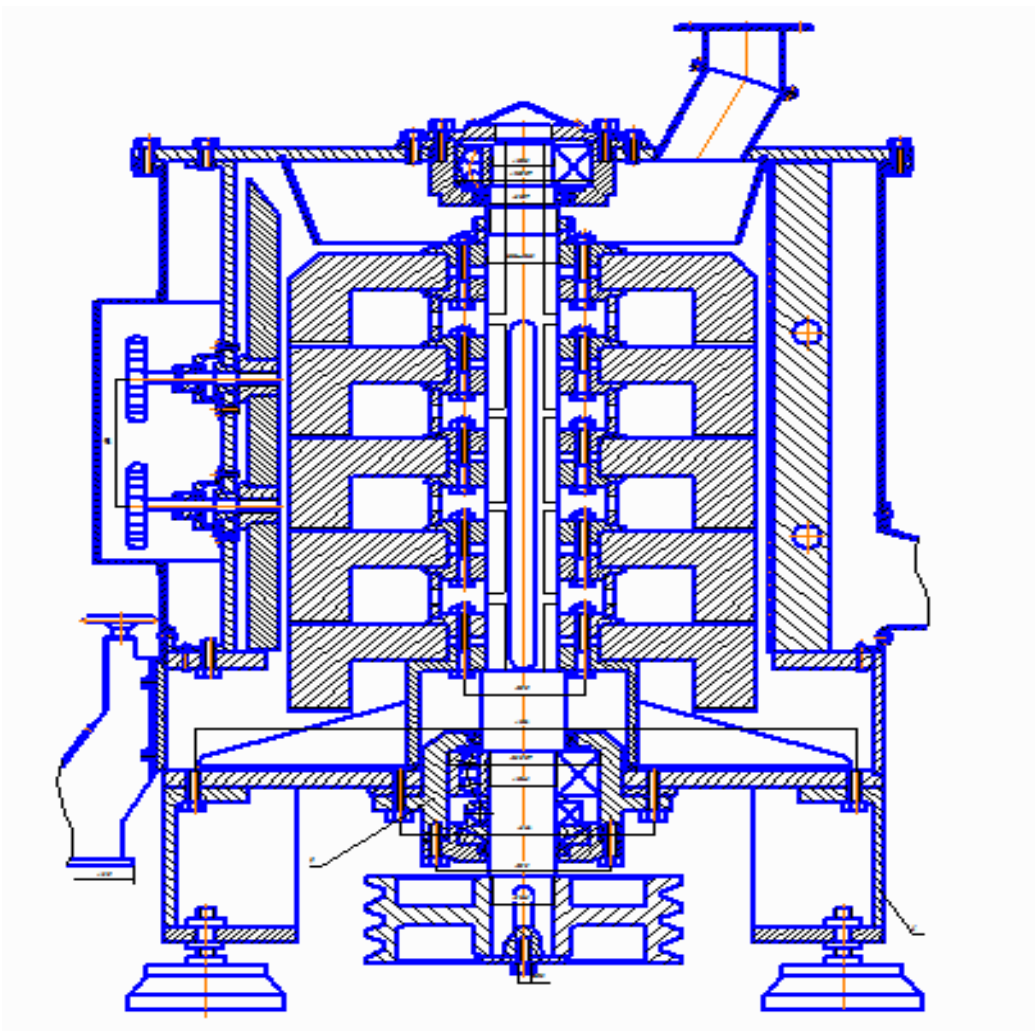


Рис.15 Луцильна машина ЗШН

Верстат складається з випускний і приймальний патрубків 1 і 2, корпус 3, вал 4, ситовий циліндр 5, корпус робочої камери 6, абразивний коло 7, підшипникові опори 8, електродвигун 9, станина 10, клинопасова передача 11, підшипникові опори .

Ситовий циліндр машини встановлений у корпусі (5) робочої камери, вал з абразивними колами обертається у двох підшипникових опорах (8, 12). У верхній частині він пустотілий і має шість рядів отворів, по вісім отворів у кожному ряду.

На машині встановлені приймальний (1) та випускний (2) патрубків. Останній має пристрій для регулювання тривалості обробки продукту. Привід машини здійснюється від електродвигуна через клинопасову передачу (11).

Зерно, що підлягає обробці, через приймальний патрубок надходить у простір між абразивними кругами, що обертаються, і нерухомим ситовим

циліндром (5). Тут завдяки інтенсивному тертю при просуванні зерна до випускного патрубку (1) відбувається відділення оболонок, основна маса яких через отвори циліндра ситового і далі через кільцеву камеру видаляється з машини.

За допомогою клапанного пристрою, розміщеного в патрубку (1), регулюють не тільки кількість продукту, що випускається з машини, але і час його обробки, продуктивність машини і технологічну ефективність процесу лушення, шліфування і полірування. Повітря засмоктується через пустотілий вал і отвори, що є в ньому, проходить через шар оброблюваного продукту. Разом з оболонками та легкими домішками через ситовий циліндр (5) він надходить у кільцеву камеру з двома розсікачами, які направляють його в аспіраційну систему. Недостатня частина повітря для видалення оболонок з кільцевої камери підсмоктується через щілини регульовані патрубка, розміщеного з протилежної сторони патрубку (1).

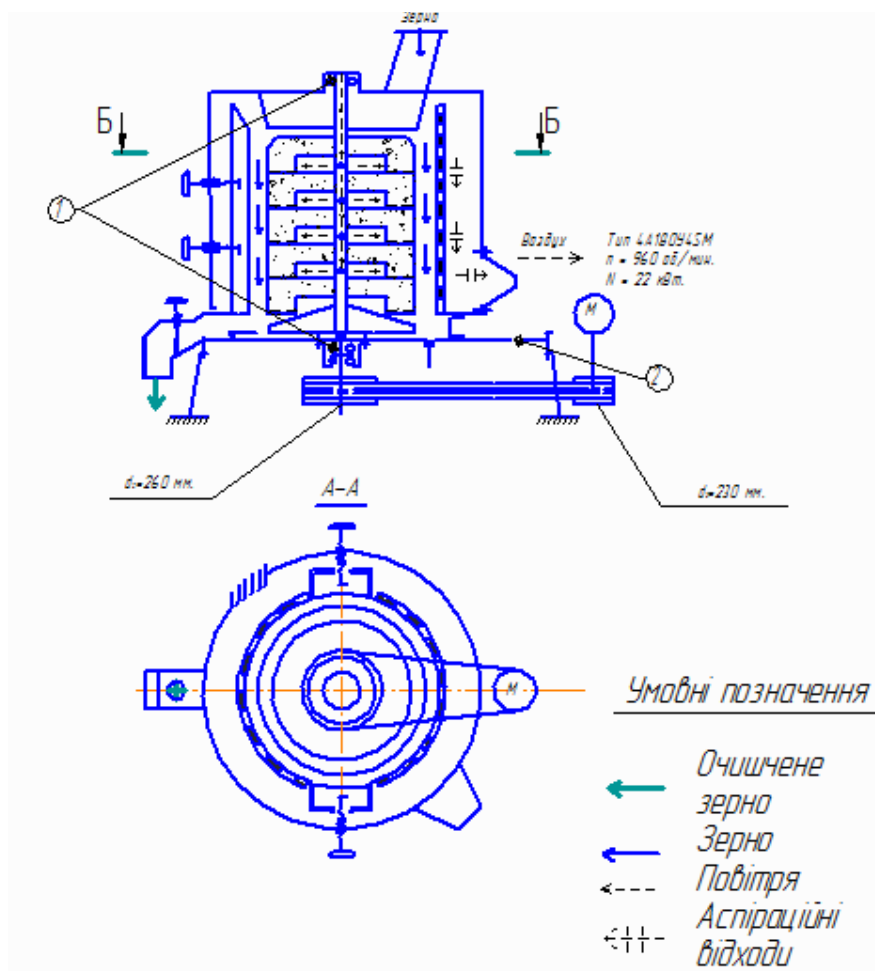


Рис.16 Кінематична схема машини

4.2 Опис кінематичної схеми машини

Кінематика машини складається з: головного валу на якому сидять п'ять шліфувальні круги у жорсткому зчепленні з ним. Вал посаджений у два радіальні підшипники, в яких власне він і обертається. Привід складається з клинопасової передачі та електродвигуна.

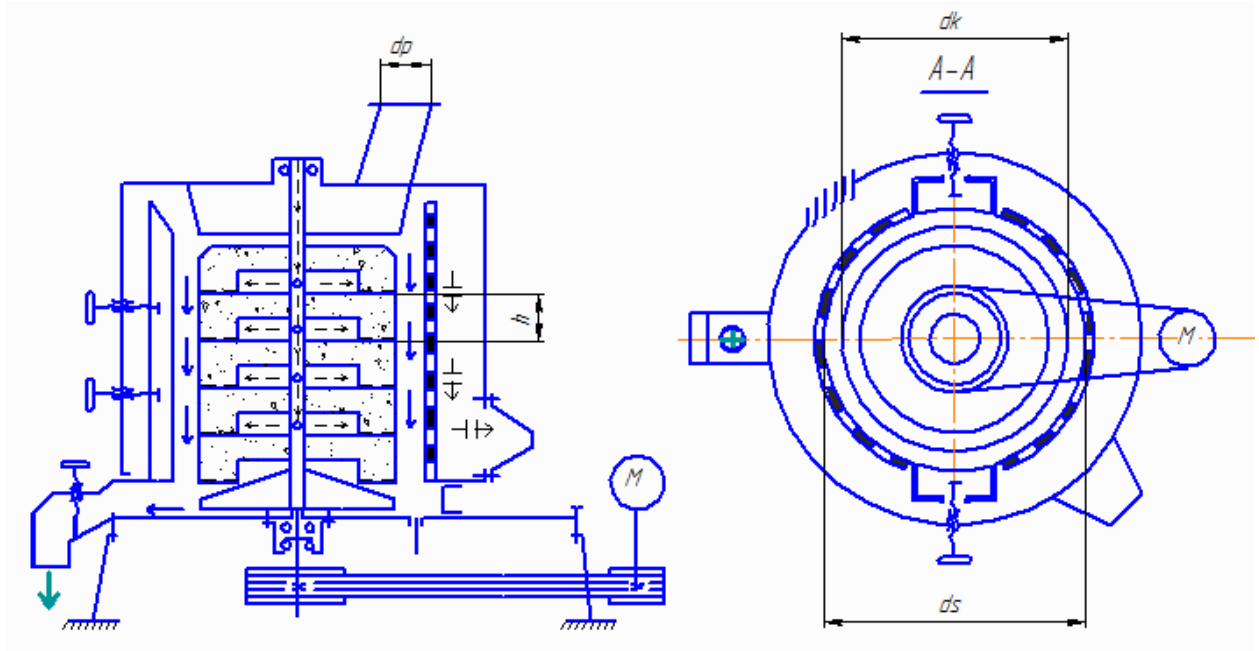
Привід машини здійснено від електродвигуна потужністю 22 кВт з частотою обертання 1500 об/хв клинопасовими передачами, що знаходяться на валу електродвигуна. За допомогою шківів жорстко встановленого на головному валу машини здійснюється обертання робочих органів (шліфувальних кіл). Ротор наводиться в обертання від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі.

5. Технічний проект

5.1 Технологічні розрахунки

Визначити продуктивність машини та основні технологічні параметри

5.2 Схема розрахунку



5.1.2 Вихідні дані.

d_k -діаметр абразивного кола = 400 мм;

d_c -діаметр сита = 420 мм;

h_k -висота кола = 100 мм;

d_b -розрив між абразивними кругами = 2 мм;

5.13 Розрахунок

Визначення пропускної спроможності каналу доступу. Визначимо гідравлічний радіус приймального патрубку.

$$R_{гид} = \frac{\pi R^2}{2\pi R} = \frac{R}{2}$$

Визначаємо швидкість руху зерна в середині труби

$$V = \lambda \sqrt{2gR_T \kappa} = 0,5 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,025 \cdot 1,6} = 0,44 \text{ м/с}$$

де λ – Коефіцієнт витікання зерна, для зерна, $\lambda = 0,5$

g – прискорення вільного падіння

κ – коефіцієнт рухливості для зерна $\kappa = 1,6$

Визначаємо площу поперечного перерізу патрубку.

$$S_{\Pi} = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,05^2 = 0,00785 \text{ м}^2$$

Визначаємо пропускну спроможність патрубку.

$$Q_{\text{м}} = j \cdot S_{\Pi} \cdot V_{\Pi} = 750 \cdot 0,00785 \cdot 0,44 = 2,59 \cdot 3,600 = 9,325 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Визначаємо площу робочої поверхні А1-ЗШН

$$S_{\text{ЗШН}} = \pi \cdot D_{\text{к}} \cdot B_{\text{к}} \cdot K_{\text{к}} = 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 6 = 0,565 \text{ м}^2$$

$D_{\text{к}}$ – діаметра А1 – ЗШН – 3, $D_{\text{к}} = 0,5$

$h_{\text{к}}$ – кількість абразивних кіл, $h_{\text{к}} = 6$, шт $K_{\text{к}}$

Продуктивність машини А1-ЗШН-3, $Q = 3 \text{ Т/год}$

Визначимо питоме навантаження на робочу поверхню

$$q = \frac{Q}{S_{\text{ЗШН}}} = \frac{3}{0,565} = 5,3 \frac{\text{Т}}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$$

Визначення продуктивності після оновлення. Площа робочої поверхні

$$S_{\text{б}} = \pi \cdot D_{\text{к}} \cdot h_{\text{к}} \cdot K = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,095 \cdot 5 = 0,59 \text{ м}^2$$

Визначити продуктивність машини після модернізації

$$Q = S \cdot q = 0,59 \cdot 5,5 = 3,28 \text{ Т / год.}$$

5.1.4 Висновок щодо розрахунку

В результаті проведених обчислень отримано значення наступних параметрів:

- Швидкість руху зерна в середині патрубку. $V = 0,44 \text{ м/с}$
- Площу перечного перерізу патрубку $S_{\Pi} = 0,00785 \text{ м}^2$
- Пропускную здатність вхідного патрубку $Q_{\Pi} = 9325,8 \text{ кг/час.}$

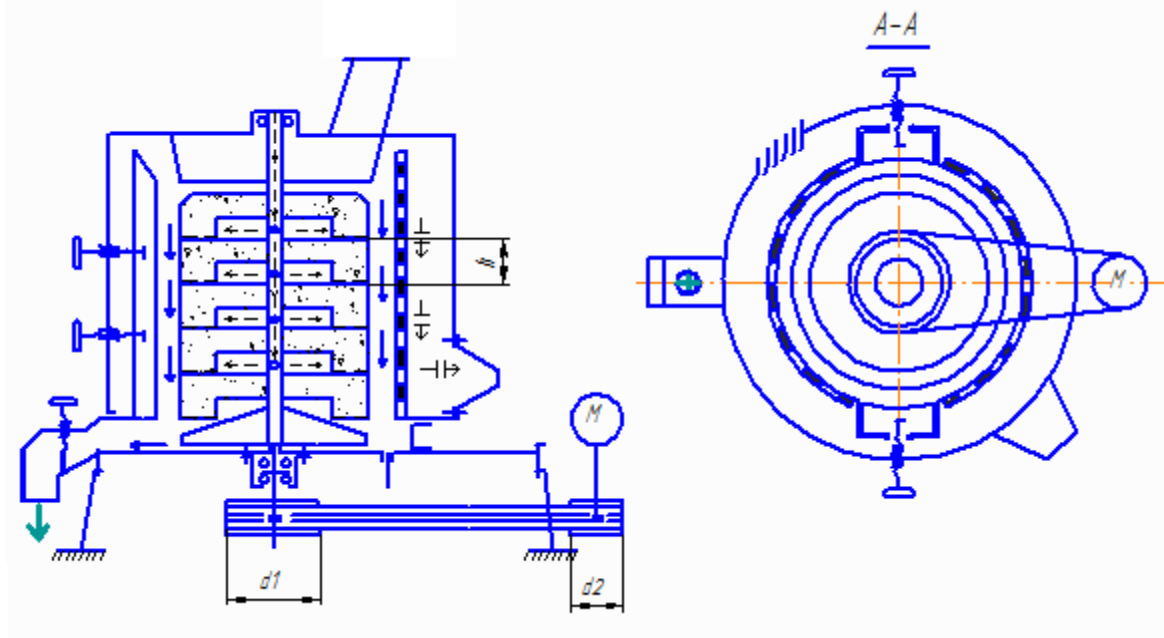
- Робоча поверхня машини А1-ЗШН-3 $S_{зшн} = 0,5652 \text{ м}^2$
- Робоча поверхня машини після модернізації А1-ЗШН $S_{\zeta} = 0,59 \text{ м}^2$
- Удельне навантаження на робочу поверхню $g = 5,5 \frac{\text{Т/час}}{\text{м}^2}$.
- Продуктивність машини після модернізації $Q = 3,28 \text{ т/год.}$

5.2 Кінематичні розрахунки.

5.2.1 Мета розрахунку:

Визначити основні кінематичні параметри клінопасової передачі.

5.2.2 Схема розрахунку



5.2.3 Вихідні дані

$D_k = 0,4$ м – діаметр абразивного кола;
 $V_k = 20$ м/с – швидкість абразивного кола;

5.2.4 Розрахунок

Швидкість обертання абразивного кола

$$\omega = \frac{V}{R_k} = \frac{20}{0,2} = 100 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

де радіус абразивного кола R_k –

$$R_k = \frac{D_k}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ м}$$

Розрахункова частота обертання ротора машини

$$n_p = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 100}{3,14} = 955 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Прийmemo діаметр шківa на валу електродвигуна $d_1=180$ мм згідно переданої потужності.

Тоді діаметр шківa на валу машини становить, де $d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 \cdot \xi)$

i – передатне відношення клинопасової передачі.

Приймаємо електродвигун з синхронною частотою обертання $n_c= 1000 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$.

Асинхронна частота обертання електродвигуна становить

$$n_g = n_c(1 - \xi) = 1000(1 - 0,015) = 985 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

де ξ – коефіцієнт ковзання ротора електродвигуна щодо магнітного поля статора.

Для двигуна даної потужності $\xi = 0,015$.

$$i = \frac{n_g}{n_p} = \frac{985}{970} = 1,02$$

$$d_2 = i d_1 (1 - \xi) = 1,02 \cdot 180 (1 - 0,015) = 182,6 \text{ мм}$$

ξ – коефіцієнт проковзування клинопасової передачі 0,015

Приймаємо $d_2 = 180$ мм

Тоді дійсна частота обертання на валу ротора машини становить

$$n_p^1 = \frac{n_g}{i} (1 - \xi) = \frac{985}{1,02} (1 - 0,015) = 970 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Відхилення дійсної частоти обертання ротора машини від розрахованої $n_p n_p$

$$\Delta = \frac{n_p^1 - n_p}{n_p} = \frac{970 - 955}{970} \cdot 100 = 1,5 \%$$

Що менше допустимих для технічних розрахунків 5%.

5.2.5 Висновки з розрахунку

В результаті проведення кінематичного розрахунку визначено основні кінематичні параметри машини.

Частота обертання ротора машини $n = 970$ об/мин.

Діаметр шківна на валу електродвигуна. $d_1 = 180$ мм

Діаметр шківна на валу ротора. $d_2 = 180$ мм

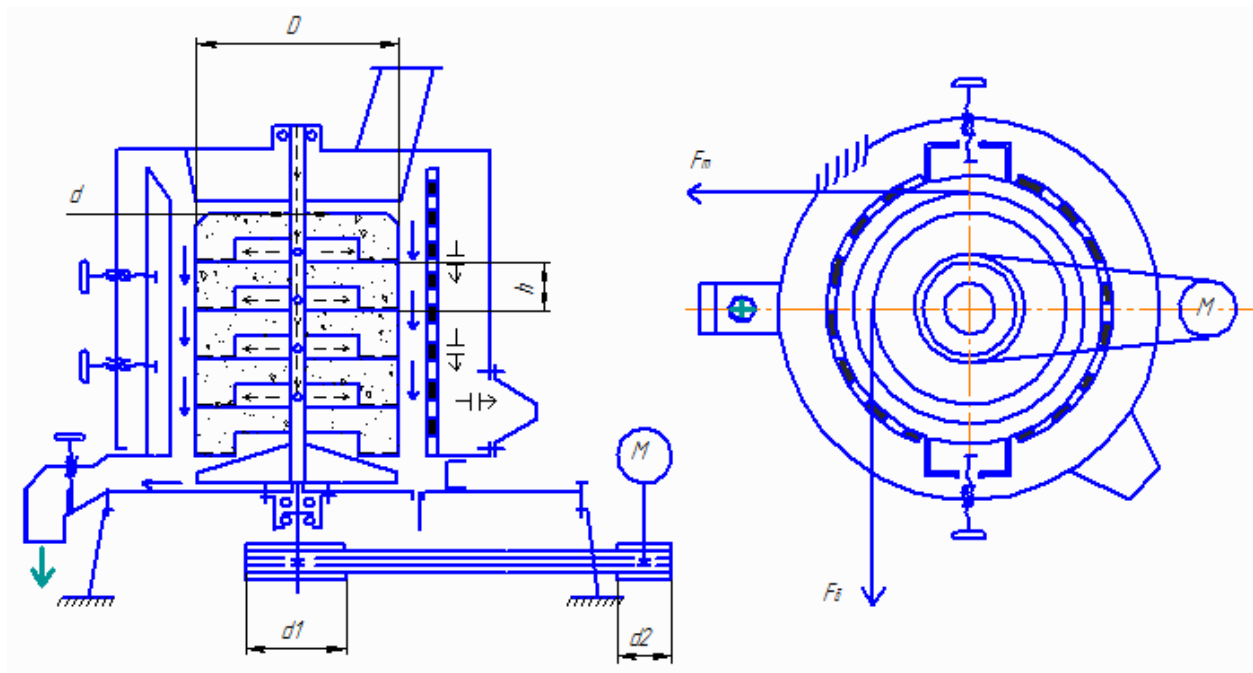
Відхилення дійсної частоти обертання ротора машини від розрахункової дорівнює $\Delta = 1,3$

5.3 Силові розрахунки

5.3.1 Мета розрахунку

Визначення потужності та вибір приводного електродвигуна лушчильної машини.

5.3.2 Схема розрахунку



5.3.3 Вихідні дані

$D = 0,4$ —діаметр абразивного зовнішнього кола;

$d = 0,175$ м діаметр закріпної втулки абразивного кола;—

$h = 0,095$ м висота абразивного кола;—

$n = 970$ об/хв частота обертання ротора;—

$\gamma = 750$ кг/об'ємна маса зерна; м^3 —

$K_3 = 0,92$ коефіцієнт наповнення;—

$R = 0,170$ м середній радіус бічної поверхні диска;—

$t_p = 0,060$ м відстань між абразивними колами;—

$f_k = 0,63$ коефіцієнт тертя зерна пшениці про наждачну поверхню кола;–

$f_c = 0,21$ коефіцієнт тертя зерна об поверхню сита;–

$\omega = 100$ рад/с–кутова швидкість ротора;

5.3.4 Розрахунок

Виходячи з принципу дії луцильно-шліфувальної машини доцільно вважати, що енергія, що підводиться в робочу зону, витрачається на подолання сил тертя абразивного матеріалу про бічну і торцеву поверхні дисків, а також внутрішню поверхню ситової обичайки.

Визначимо загальну робочу поверхню, що обмежує бічні ділянки абразивних дисків:

$$S_{\sigma} = z \cdot \pi \cdot D \cdot h = 5 \cdot 3,14 \cdot 0,45 \cdot 0,04 = 0,283 \text{ м}^2$$

Визначимо висоту робочої зони машини

$$H = z \cdot (h + t_p) = 5 \cdot (0,095 + 0,06) = 0,5 \text{ м}$$

По відомій висоті робочої зони і допущення подібності у властивостях сипучих матеріалів і рідкості, визначили величину максимального зернового тиску в нижній частині робочої зони.

$$P_{max} = H \cdot \gamma g = 0,5 \cdot 750 \cdot 9,81 = 3678,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

З урахуванням мінімального значення між зернового тиску у верхній частині робочої зони = 0 обчислимо величину середнього тиску P_{min}

$$P_{cp} = \frac{P_{max} + P_{min}}{2} = \frac{P_{max}}{2} = \frac{3678,8}{2} = 1839,4 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Тоді сила тертя зерна об бічну поверхню дисків буде

$$F_{\sigma} = P_{cp} \cdot S_{\sigma} \cdot f_k = 1839,4 \cdot 0,283 \cdot 0,63 = 327,9 \text{ Н}$$

Момент сили тертя

$$M_6 = F_6 \cdot \frac{D}{2} = 327,9 \cdot \frac{0,40}{2} = 73,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначимо необхідну потужність для подолання силтеріння зерна про бічну поверхню обмежуючої торцевої поверхні абразивних дисків

$$S_T = \frac{\Pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot z = \frac{3,14(0,40^2 - 0,175^2)}{4} \cdot 5 = 0,675 \text{ м}^2$$

Тоді загальна сила, що діє на торцевій поверхні дисків, складе

$$P_T = P_{cp} \cdot S_T = 1839,4 \cdot 0,675 = 1241,6 \text{ Н}$$

Визначимо силу тертя абразивних дисків, що діють на торцеві поверхні.

$$F_T = f_k \cdot P_T = 0,63 \cdot 1241,6 = 782,2 \text{ Н}$$

Окружна швидкість скальження матеріалу по торцевій поверхні абразивного диска:

$$V_{cp} = w \cdot R = 100 \cdot 0,170 = 17,0 \text{ м/с}$$

Обчислимо потужність, необхідну для подолання цієї сили тертя

$$N_T = F_T \cdot V_{cp} = 782,2 \cdot 17,0 = 11811,2 \text{ Вт}$$

Потужність електродвигуна для приводу шелушильно-шліфувальної машини:

$$N = \frac{N_6 + N_T}{\eta_{II}^k \cdot \eta_{кр}} = \frac{6560,8 + 11811,2}{0,98^3 \cdot 0,95} = 20550 \text{ Вт} = 20,6 \text{ кВт}$$

Вибираємо приводний електродвигун 4А180S4У3; N = 22 кВт;

5.3.5 Висновки з розрахунку

В результаті проведених обчислень визначено N = 20,6 кВт, - необхідна потужність для приводу шелушильно-шліфувальної машини.

Вибраний електродвигун 4А180S4У, N = 22 кВт, синхронна частота обертання

1000 $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$, ковзання S = 2,0%.

6. Охорона праці

Вступ

Щоб обладнання круп'яного підприємства виконувало необхідні технологічні операції, воно повинно постійно перебувати в працездатному стані, що забезпечує його паспортну продуктивність і високу технологічну ефективність.

Обслуговувати машину повинні тільки кваліфіковані робітники, які пройшли відповідний інструктаж з техніки безпеки і виробничої санітарії.

Небезпечна зона машини і її механізмів є простір, в якому постійно або періодично обертаються або переміщуються небезпечні для життя обслуговуючого персоналу деталі, вузли і частини машин.

Для безпеки обслуговування машини передбачені спеціальні огорожувальні та запобіжні пристрої, дистанційне керування, сигналізація безпеки та інші технічні засоби.

Щоб машину не можна було ввести в роботу без огорожі, влаштовують блокування огорожень обладнання з пусковими пристроями електродвигунів. Включити електродвигун в цьому випадку можна тільки при надійно встановленому огороженні.

Безпека обслуговування машини забезпечується строгим виконанням відповідних вимог Правил техніки безпеки і виробничої санітарії, а також спеціальних інструкцій. Ці вимоги передбачають: своєчасне проведення інструктажу і навчання працюючих безпечним прийомам обслуговування устаткування; обов'язковість роботи у встановленій нормами спецодязі і зміст її в належному порядку; роботу тільки на машинах і механізмах, які перебувають в повній справності і при наявності надійно укріплених огорожень небезпечних зон; безумовне дотримання вимог електробезпеки; приміщеннях; відповідність освітленості галузевим нормам; відповідність шуму і вібрації встановленим межах; дотримання особистої гігієни; порядок в санітарно-побутових приміщеннях.

6.2 Загальні вимоги техніки безпеки

До загальних вимог техніки безпеки відносять такі:

1) машина повинні бути розміщена так, щоб її монтаж, ремонт і обслуговування були зручні і безпечні, а також сприяли утриманню виробничих приміщень (стін, підлог, стель і вікон) і обладнання в належному санітарному стані;

2) обладнання повинно бути встановлено на міцних підставах, ретельно вивірене і закріплене; всі механізми і робочі органи обладнання повинні бути справні, ретельно відрегульовані, працювали плавно, без ривків, різкого невластивого шуму, наростаючою вібрації, заїдань або ненормального тертя в приводних частинах механізмів;

3) всі вузли і деталі зі зворотно-поступальним або обертовим рухом необхідно перевіряти на неврівноваженість мас (ретельно балансувати);

4) всі небезпечні місця обладнання постачають міцними і добре закріпленими огороженнями і запобіжними пристосуваннями. До них відносять відкриті рухомі частини (зубчасті сегменти, виступаючі кінці валів), відкриті передачі (шків, ремені), шестерні, муфти редукторів (закривають з усіх боків глухими футлярами), виступаючі елементи обертчастих частин обладнання (болти, шпонки);

5) щоб уникнути нещасних випадків забороняється ремонтувати і змащувати рухомі частини обладнання або знімати огороження на ходу; обладнання можна ремонтувати тільки після повної його зупинки при знятих приводних ременях або вимкненому напрузі, закритих отворах і люках, а також при наявності надійного огорожі всіх обертчастих частин сусідніх машин.

6.3 Правила безпечного обслуговування машини

До початку ремонту близько пускового пристрою вивішують попереджувальний плакат: «Не включати. Ремонт! »

Устаткування, зазначеного в розділі, працює від трансмісії, для надягання і скидання плоских приводних ременів повинно мати спеціальні пасковдягачі і паскоскидачі.

Одягати і скидати ремені вручну під час роботи трансмісії забороняється. Крила пасковдягачів потрібно повертати спеціальними штангами. Повертати крила руками не дозволяється. При проході обох гілок ременя в одному отворі перекриття в підлозі ставлять скобу - паскотримач. Необхідно під час роботи стежити за натягом приводних ременів, не допускаючи їх пробуксовування. Витягнуті ремені слід перешити.

При монтажі та експлуатації пасового варіатора необхідно дотримуватися таких правил:

- вали конусів передачі повинні бути розташовані строго паралельно;
- конуси повинні бути гладкими і чистими; повинна бути виключена можливість попадання в міжконусний простір мастил і розчинників;
- необхідно періодично контролювати і регулювати натяг ременів в процесі роботи;
- пружини повинні бути в змозі прикладати достатньо зусиль для притискання та зберігання розташування паска перпендикулярно валам.

Необхідно пам'ятати, що наповнення підшипників і мастилюк мастильним матеріалом, а також очищення і протирання трансмісійних валів під час роботи допускаються тільки в тому випадку, якщо для цього є спеціальні пристосування і огорожі, що усувають можливість травматизму. Не можна для зменшення ковзання ременів застосовувати каніфоль, порошки, пасти та інші речовини.

Пристрій і установка пускових кнопок, рубильників, рукояток повинні виключати будь-яку можливість їх самовільного включення, а також створювати умови для безпечного користування ними. Близько пускових кнопок повинні бути написи, що вказують, якій машині відповідає ця кнопка. Це полегшить обслуговуючому персоналу користування ними. На кнопках роблять написи «Пуск», «Стоп», пускова кнопка повинна бути поглиблена, а кнопка «Стоп» забарвлена в червоний колір.

При експлуатації машини особливо важливо забезпечити герметичність

внутрішнього простору машини. Це досягається високою якістю виготовлення і монтажу устаткування і його частин, а також при необхідності шляхом обробки всіх нерухомих нероз'ємних з'єднань спеціальними замазками. Найбільш часто порушується герметичність в місцях розташування оглядових люків і відкидних кришок в результаті пошкодження прокладок і ущільнень, а також забруднення крайок отворів, що перешкоджає щільному їх закриттю. Іноді герметичність машин порушується через підвищені вібрації, спричинені невідповідною коливаючих мас, розхитування кріплень, само відгвинчуванням різьбових з'єднань.

В процесі експлуатації все обладнання повинно бути в справному стані, перебувати під постійним наглядом обслуговуючого персоналу і піддаватися ретельному огляду. На несправному обладнанні вивішують спеціальні плакати або роблять написи, що попереджають про заборону працювати на цьому обладнанні, а приводні ремені знімають зі шківів.

При виникненні в машині сторонніх стукотів або інших явищ, що вказують на несправність, треба негайно припинити подачу в машину продукту, дочекатися виходу його з робочої зони (крім аварійного випадку), зупинити електродвигун (або зняти приводні ремені при трансмісивному приводі), з'ясувати причину несправності і вжити заходів до її усунення

Оглядати робочі органи всередині машини слід тільки після повної її зупинки.

Небезпечно також під час роботи обладнання перевіряти руками приймальні та випускні патрубки машини, оглядові люки, шлюзові затвори.

Все виявляються в процесі експлуатації дрібні несправності обслуговуючий персонал повинен усувати під керівництвом старшого по зміні і відзначати в спеціальному журналі, який знаходиться у начальника.

При великих несправності, які не можуть бути усунені експлуатаційниками або черговими ремонтниками, старший по зміні повинен зупинити машину, зробити запис у змінному журналі про несправності для проведення позапланового ремонту.

При прийомі-здачі зміни обов'язково треба оглянути обладнання на своїй

ділянці і переконатися, що воно працює нормально, ніяких несправностей немає, все огорожі знаходяться на своїх місцях, санітарний стан обладнання та робочого місця нормальне. Тільки після цього приймають зміну від змінника. Прийом-здавання зміни відзначають в змінному журналі.

Якщо під час огляду будуть виявлені які-небудь недоліки, що заважають нормальній роботі, про це доводять до відома начальника зміни і роблять позначку в змінному журналі і в журналі «Несправності обладнання».

6.4 Пуск машини в роботу після огляду та ремонту

Пускати в роботу знову встановлене обладнання, а також після його капітального ремонту або після тривалої зупинки можна тільки з дозволу начальника цеху або головного інженера.

Попередньо до пуску обладнання слід перевірити:

- правильність складання і надійність кріплення деталей;
- відсутність в машині випадково залишених сторонніх предметів;
- балансування обертових частин; роботу системи змащення і наявність в ній мастильних матеріалів;
- приводні ремені;
- правильність встановлення огорож; легкість ходу (шляхом повертання конусів вручну).

Після цього приступають до пропуску машини вхолосту, під час якого необхідно переконатися, що:

- машина працює спокійно, без стукотів, підвищеного шуму і вібрації;
- биття шківів, зубчастих передач, валів не перевищує допустимі норми;
- підшипники не перегріваються і масло з них не випливає.

Пускати в роботу окрему машину після нетривалої зупинки можна лише після перевірки несправності.

6.5 Заходи та засоби щодо забезпечення безпечних умов праці при монтажі, ремонті, технічному обслуговуванні і експлуатації обладнання

6.5.1 Розміщення виробничого обладнання. Вимоги безпеки при монтажі, ремонті та обслуговуванні обладнання. Ергономічні вимоги

Машину для шліфування зерна поставляють на підприємство в розібраному стані. Перед початком монтажу необхідно перевірити комплектність обладнання наявність кріплення, підготувати необхідний інструмент, матеріали і вантажопідйомні засоби. Шліфувальна машина монтується на задалегідь підготовленому майданчику з покриттям (бетоном або асфальтобетоном) з товщиною покриття не менше $t = 400-500$ мм і кріпитися анкерними болтами. Шліфувальна машина монтується в приміщенні категорії «Б» відповідно до ДСТУ 418-2001.

Основні норми ширини проходів при розміщенні обладнання для магістральних (генеральних проходів) не менше 1,5 м;

Між обладнанням не менше 1,2 м;

Між стінами виробничих будівель і обладнанням не менше - 1,0 м.

Ці норми збільшуються на 0,75 м при односторонньому розташуванні працюючих від проходів і не менше 1,5 м при двосторонньому розташуванні працюючих від проходів. Ширина проїздів установлюється залежно від виду транспорту в даному випадку - візків, з урахуванням радіуса їх повороту. Для ремонту і обслуговування відстань від обладнання до стін повинна бути не менше 0,7 м. [6], [24].

Ергономічні принципи при реконструкції, удосконалення або розробки нового обладнання сприяє підвищенню безпеки шляхом зменшення психологічного навантаження і фізичного напруження оператора, завдяки чому зменшується кількість помилок, збільшується ефективність і надійність на всіх стадіях експлуатації обладнання.

Взаємодія між операторами і елементами систем управління, пов'язаними із забезпеченням безпеки, проектується і встановлюється так, щоб ніхто не наражався на небезпеку при будь-яких режимах використання і при випадках неправильного використання машини.

Індикатори і органи управління зручно розташовані на висоті 110 ... 120 см, причому важливі і часто використовувані елементи пов'язані функціонально, розміщені поблизу один до одного.

Для зручної ідентифікації органів управління індикатори, умовні позначення, таблички та інші довідкові написи розташовуються в зручних для огляду місцях (під датчиками, кнопками, регулюючими механізмами), що дозволяє оператору без труднощів зрозуміти процес їх використання [6].

В складських приміщеннях для зберігання харчових продуктів необхідно передбачати: огорожувальні конструкції без пустот з матеріалів, що не руйнуються гризунами; суцільні і без пустот полотна зовнішніх дверей, воріт і кришок люків; пристрою для закривання отворів каналів систем вентиляції; огорожі сталеву сіткою (з осередками розмірами не більше 12×12 мм) вентиляційних отворів у стінах і повітроводах, розташованих в межах висоти 0,6 м над рівнем підлоги, і вікон підвальних поверхів (конструкції огорожі сталеву сіткою вікон повинні знімними).

У проектах таких складських будівель необхідно передбачати вказівки про ретельну закладенні отворів для пропуску трубопроводів (в стінах, перегородках і перекриттях) і сполучень огорожувальних конструкцій приміщень (внутрішніх і зовнішніх стін, перегородок між собою і з полами або перекриттями).

6.5.2 Небезпечні зони обладнання. Засоби захисту.

Визначено такі небезпечні зони: привід (ремінна передача), корпус верстата, на якому може накопичуватися статична електрика.

Всі рухомі частини машин і механізмів та ремінні передачі повинні мати огороження, які виключають доступ до них під час роботи. Огороження необхідно надійно закріплювати.

Обертові частини (вали, муфти, шківни, барабани та ін.) повинні мати суцільні або сітчасті огорожі з осередками не більше 25×25 мм. Сітчасту огорожу барабанів конвеєрів допускається з розміром вічка не більше 40×40 мм.

Всі монтажні отвори - прямики, колодязі, канави і т. П. Закриваються

настилами врівень або захищаються поручнями висотою не менше 1 м із суцільною обшивкою по низу поручнів на висоту 0,14 м.

Всі прокладки перевіряють на наявності дефектів і після установки на щільність. Якщо помічено проходження пилу через прокладки необхідно негайно усунути проблему (піджати кріплення або замінити прокладку).

Плакати з техніки безпеки, попереджувальні написи і знаки повинні бути очищені від пилу і бруду, не пошкоджені і добре видно.

Передбачені наступні заходи і засоби захисту:

- огороження приводу верстата;
- герметизація корпусу верстата;
- заземлення корпусу верстата для ліквідації можливості статичної електрики, занулення електродвигунів приводу і ротора і приводу живильника;
- установка посиленої системи аспірації;
- установка в робочій зоні аварійної кнопки «стоп»;
- установка кінцевих вимикачів на оглядові кришки, що виконують роль блокуючих пристроїв, вони спрацьовують в крайніх положеннях, при цьому відбувається зупинка приводу верстата.

6.5.3 Визначення та нормування показників мікроклімату і чистоти повітря робочої зони

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату згідно [3,4] проектом передбачені наступні заходи, відповідно до категорії робіт, виконуваних, нормовані показники мікроклімату виробничого приміщення, де експлуатується, обслуговується або ремонтується обладнання.

З огляду на те, що працівники, які виконують обслуговування, експлуатацію та ремонт обладнання, виконують роботи середньої тяжкості, які відносяться до категорії робіт 2б для якої показники мікроклімату будуть наступними:

Таблиця 6.1 Нормативні показники мікроклімату

Період року	Температура, °С		Відносна вологість (%) на робочих місцях	Швидкість руху повітря (м / с) на робочих місцях
	Непостійні робочі місця			
	Верхній рівень	Нижній рівень		
Холодна пора року	23	13	75	Не більше 0,4
Тепла пора року	29	15	70 – при 25 °С	0,5–0,2

Для забезпечення умов, зазначених вище, слід передбачити такі заходи: герметизацію устаткування (забезпечити герметизацію необхідно для зменшення неминучих викидів пилу від обладнання під час його експлуатації); аспірацію устаткування (з огляду на те, що розглянута машина працює з зерновими продуктами, які на ній же і переробляються в крупу і в результаті чого утворюється органічна пил, необхідно обладнати дану машину аспіраційною системою, щоб уникнути розвитку професійних хвороб).

6.5.4 Забезпечення нормованих значень шуму

Виходячи з практики експлуатації обладнання, розглядається (шліфувальна машина), рівень його шуму знаходиться в межах норми, а саме не перевищує показник 80 дБА.

Розглядаючи такий параметр машини як вібраційний вплив на будівельні конструкції, з якими безпосередньо взаємодіє, то можна відзначити те, що шліфувальна машина має низький рівень вібрації, знаходиться в межах допустимих значень вібрації згідно [7].

Для збереження показників шуму і вібрації в тому ж діапазоні і зменшити вплив цих показників на робочих необхідно виконати ряд заходів: - експлуатація обладнання у відповідності до вимог його паспорта та проведення своєчасних профілактичних ремонтів;

- Дистанційне керування обладнанням;
- Проведення санітарно - профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляд);

- Усунення нерівномірності мас, які обертаються (статичне і динамічне балансування);
- Зменшення технологічних допусків при виготовленні та складанні вузлів.
- Використання для віброактивність вузлів машини фундаментів і віброізоляторів.
- Використання глушників шуму.

6.5.5 Забезпечення нормованих показників освітлення

Устаткування, розроблене (шліфувальна машина для зерна), має встановлюватися в типових будівлях крупозаводів, рівень природного освітлення внутрішнього простору яких, на досить низькому рівні. Для забезпечення достатньої освітленості робочого місця, слід використовувати штучне освітлення. Норми штучного освітлення згідно [23], для виконання робіт за даними обладнанням наведені в таблиці 8.2 і 8.3.

Таблиця 6.3 Нормоване значення коефіцієнту природнього освітлення КПО (Е) для виробничих приміщень.

Характеристика зорової зони	Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Значення Е при природньому освітленні
			Верхнє й комбіноване
Низької точності	от 1,0 до 5,0	V	3,0

Таблиця 6.4 Норми виробничого освітлення ($E_{\text{мін}}$)

Ха-тика Зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Контраст об'єкту розрізнення з фоном	характеристика фону	Найменша освітленість, $E_{\text{мін}}$, лк
						При комбінованому освітленні
Низкої точности	от 1,0 до 5,0	V	a	низкий	тёмный	300

Евакуаційне освітлення забезпечує нормальну видимість для евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Таке освітлення забезпечується від мережі, незалежної від робочого освітлення. У світильниках аварійного освітлення встановлені лампи розжарювання.

6.6 Звукові і візуальні сигнали безпеки, необхідні для безпечної експлуатації нового обладнання.

З огляду на те, що необхідно забезпечити контроль стану робочих органів (шліфувальних дисків), тобто рівень їх зносу, то при досягненні дисків машини критичного зносу буде спостерігатися наявність невластивого шуму. Після виявлення шуму слід замінити нижній диск на новий не зношений. Для приводу робочих органів застосовується електродвигун, що передає потужність через варіаторну передачу.

Посадочні місця під даним кожухом потрібно пофарбувати в жовтий колір.

Всі дані установки одного приєднання повинні мати один номер; знаки безпеки наносяться на корпусі обладнання, фон жовтий, стрілка чорна або червона.

Світлова сигналізація вказує на включене або вимкнене стан струмоведучих частин.

6.7 Заходи пожежо - вибухонебезпечності.

6.7.1 Пожежна безпека

Таблиця 6.5 Характеристика продуктивних приміщень по небезпеки поразки електрикою.

№ П/П	Назва будівель, де розміщені ВО	Категорії приміщення за факторами виробничої середовища	Категорії приміщень небезпеки ураження електричним струмом
1	Відділення шліфувальних станків на крупозаводах	Сухі, запилені	2-й

Таблиця 6.6 Характеристики виробничих приміщень за пожеже-взривонебезпечністю

№ П/П	Назва будівель, де розміщені ВО	Категорії приміщення за пожеже-взривонебезпечністю	Клас пожеж	Клас зони з пожеже-взривонебезпечністю
1	Відділення шліфувальних станків на крупозаводах	Б – пожеже-взривонебезпечністю	Е – горіння електроустановок	Зона класу П-II, Зона класу 20

Корпус шліфувальної машини виконується із сталевих листів товщиною від трьох міліметрів, для виконання відкидних кришок, а для основної, несучої частини верстата використовуються сталеві листи товщиною 10 мм, що робить машину вибухостійкою.

Електродвигун отримав міжнародний ступінь захисту IP55, повністю підходить для його використання в умовах підвищеної запиленості крупозаводу,

так як, згідно даного класу захищеності, захищає від попадання пилю в двигун.

Лінії живлення робочого освітлення, освітлення безпеки і евакуаційного освітлення заборонено підключати до силових ліній живлення електрообладнання. Так як рівень природного освітлення не може повністю забезпечити належних умов освітлення повинні встановлюватися апарати захисту і керування освітленням. Для освітлення використовуються лампи розжарювання, які розміщені в вибухозахищених світильниках. Згідно з нормами ПУЕ на одну фазу дозволено підключення 20 ламп розжарювання, сюди відносяться і штепсельні розети. Підведення електроенергії групових ліній освітлення повинно здійснюватися в металевих трубах.

Причинами для загоряння шліфувальної машини можуть бути: 1) надлишкова температура підшипникових вузлів; 2) несправності електрообладнання; 3) порушення герметизації. Щоб попередити займання обладнання слід проводити технічний огляд підшипникових вузлів і електроустаткування, і забезпечити своєчасну заміну гумових ущільнень відкидних кришок верстата.

Пожежо- і вибухобезпечність виробництва забезпечується наступними заходами та засобами:

- герметизація і аспірація виробничого обладнання;
- магнітний захист обладнання;
- контроль за концентрацією горючих речовин в повітрі в приміщеннях і технологічному обладнанні;
- застосування робочої та аварійної вентиляції;
- передбачення пристроїв аварійного відключення всіх приводів;
- використання амперметрів в колах електродвигунів приводів, показання яких виводяться на пульт управління для контролю за навантаженням устаткування;
- використання звукової сигналізації, яка автоматично включається при спрацьовуванні будь-якого пристрою блокування;
- захист електричних мереж в виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;

- передбачення відповідних типів вогнегасників виходячи з певного класу можливих пожеж, і категорії приміщень з пожеже-вибухонебезпеки;
- передбачення наступних систем пожежогасіння: внутрішня - від пожежних кранів, встановлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня - від пожежних гідрантів, встановлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання;
- передбачення первинних засобів пожежогасіння: ящики з піском; бочки з водою; покривала з негорючого теплоізоляційного полотна; пожежні відра; совкові лопати; пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири і т. п.);
- періодичне проходження персоналом інструктажів та протипожежних навчань.

На підприємствах з переробки зерна регламентовано використання автоматичних систем пожежогасіння (згідно НАПБ 06.004-2007 дозволяється використання автоматичних установок пожежогасіння, незалежно від площі). Виходячи з виробничої площі приміщень, де розміщений проектована шліфувальна машина підібрана кількість, обсяг і тип вогнегасника. Площа приміщення 72 м², клас можливої пожежі. Е, приміщення категорії Б. Так що для гасіння пожеж необхідно застосувати 4 порошкових вогнегасника із зарядом вогнегасної речовини 6 кг.

6.7.2 Шляхи евакуації

Відповідно до [11] в приміщенні передбачено два евакуаційні виходи:

- приміщення має площу 220 м²; розташоване на першому поверсі.
- в приміщенні одночасно перебуває не більше 50 осіб та відстань від найвіддаленішої точки підлоги до зазначеного виходу не перевищує 25 м.

Двері евакуаційних виходів і двері на шляху евакуації відкриваються в напрямку виходу людей з будівлі. Двері не мають запорів, що перешкоджають їх вільному відкриванню зсередини без ключа. Просвіт евакуаційних виходів (дверей) має висоту 2,0 м, а ширину - 0,8 м.

Каркаси підвісних стель на шляхах евакуації та в приміщенні виконані з

негорючих матеріалів.

Висота шляхів евакуації не менше 2,0 м, а їх ширина - 1,0 м.

Ширина проходів до одиночних робочих місць у межах даного приміщення передбачена не менше 0,7 м. Шляхи евакуації забезпечені евакуаційним освітленням - природне освітлення в денний час і лампи розжарювання в нічний час доби.

На підлозі, на шляху евакуації не допускаються перепади висот і виступи, за винятком порогів, які влаштовані в евакуаційних виходах і мають висоту не більше 5 см.

В даному приміщенні розроблений і вивішений на видному місці біля основного виходу з цеху план евакуації на випадок пожежі.

6.8 Визначення та оцінка ризику при експлуатації обладнання, яке реконструйовано або розроблено.

Найбільш характерні небезпечні фактори: рухомі конуси і паскова варіаторна передачі, а також ураження електричним струмом.

6.8.1 Дія фактора (рухливі конуси передачі) може привести до здавлення, відсікання кінцівки. За допомогою таблиці 3 [15] визначаємо тяжкість впливу небезпеки - критична, умовний бал - 3 одиниці.

За допомогою таблиці 1 [15] визначаємо ймовірність виникнення цієї події. Вона є неймовірною, (передбачені огорожувальні конструкції, блокувальні пристрої, що виключають ймовірність виникнення травми) - умовний бал - 1 одиниця.

За формулою 1, визначаємо ризик виникнення нещасного випадку в цій небезпечній зоні.

$$P = 3 \times 1 = 3 \text{ (одиниці)\#(1)}$$

По таблиці 4 [15] визначаємо критерій ризику - прийнятний (допустимий з перевіркою).

6.8.2 Дія фактору (ураження електричним струмом) може привести до смертельного випадку. За допомогою таблиці 3 [15] визначаємо тяжкість впливу небезпеки - катастрофічна, умовний бал - 4 одиниці.

За допомогою таблиці 1 [15] визначаємо ймовірність виникнення цієї події. Вона є неймовірною, (двигун занулений, обладнання заземлене, проводка ізольована) - умовний бал - 1 одиниця.

За формулою 2, визначаємо ризик виникнення нещасного випадку в цій небезпечній зоні.

$$P = 4 \times 1 = 4 \text{ (одиниці)\#(2)}$$

По таблиці 4 [15] визначаємо критерій ризику - прийнятний (допустимий з перевіркою).

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Існуючі заходи щодо попередження виникнення ризику	Оцінка базового ризику, балл			Критерій ризику	Оцінка залишеного ризику, балл		
			В	Ч	Р		Ч	В	Р
1.1 Рухомі частини обладнання конуси и ремінь	Перелом, відсікання кінцівок	Огороджувальні конструкції, блокувальні пристрої	3	1	3	3	-	-	-
2. Ураження електричним струмом	Летальний результат	Двигун занулений, обладнання заземлено, проводка ізольована	4	1	4	4	-	-	-

6.9 Висновок

Комплекс заходів, передбачених в дипломному проекті, забезпечує достатній рівень, безпеки устаткування при його монтажі, експлуатації і обслуговуванні, так як критерії ризику за найбільш характерними небезпечними факторами не перевищують допустимого рівня.

6.10 Правила безпечної експлуатації луцильно-шлифувальної машини

6.10.1 Загальні вимоги безпеки

До обслуговування луцильно-шлифувальної машини допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли попередній медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з охорони праці, навчання з електробезпеки не нижче I групи допуску та ознайомлені з правилами безпечної експлуатації обладнання. Працівники повинні пройти стажування на робочому місці під наглядом відповідальної особи або досвідченого працівника.

Під час експлуатації машини основну небезпеку становлять рухомі частини механізмів, елементи приводу, абразивні робочі органи, а також електричне обладнання у разі порушення ізоляції або заземлення.

Для забезпечення надійної та безпечної роботи обладнання необхідно здійснювати систему планово-попереджувальних ремонтів (ППР), що включає періодичний технічний огляд, очищення, змащування, регулювання механізмів та усунення несправностей. Своєчасне технічне обслуговування сприяє підвищенню довговічності обладнання, зменшенню аварійності та забезпеченню стабільних технологічних показників.

Ремонт обладнання поділяється на поточний та капітальний. Поточний ремонт передбачає профілактичні заходи, усунення незначних несправностей, заміну зношених деталей, перевірку кріплень, підшипникових вузлів та мастильних систем. Капітальний ремонт проводиться з метою відновлення працездатності обладнання із заміною або ремонтом основних вузлів і механізмів.

Технічне обслуговування та ремонт обладнання повинні здійснюватися відповідно до вимог нормативних документів з охорони праці, правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, правил електробезпеки та інструкцій підприємства.

Усі випадки аварійної зупинки або раптового виходу машини з ладу підлягають аналізу з метою встановлення причин несправності та запобігання повторним випадкам.

6.10.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед запуском луцильно-шліфувальної машини оператор зобов'язаний:

- перевірити справність електрообладнання, наявність та цілісність заземлення;
- переконатися у надійності кріплення вузлів і деталей;
- перевірити стан захисних кожухів, огорожень рухомих елементів та герметичність робочої зони;
- переконатися у відсутності сторонніх предметів у зоні роботи машини;
- виконати пробний запуск на холостому ході.

Під час роботи на холостому ході необхідно переконатися у відсутності стороннього шуму, надмірної вібрації, перегріву підшипників та нерівномірної роботи механізмів.

Перед проведенням ремонтних робіт обладнання необхідно повністю знеструмити, вимкнути електроживлення, перевірити відсутність напруги та вивісити попереджувальний напис: «**Не вмикати! Працюють люди**».

Працівники, які залучаються до ремонту, повинні бути проінструктовані щодо безпечного виконання робіт.

\

6.10.3 Вимоги безпеки під час роботи

Під час експлуатації луцильно-шліфувальної машини необхідно постійно контролювати стабільність її роботи та технологічні параметри процесу.

Під час роботи забороняється:

- експлуатувати машину при появі сторонніх шумів, стукотів або підвищеної вібрації;
- працювати при несправних захисних кожухах та огороженнях;
- здійснювати очищення, регулювання або ремонт рухомих частин при працюючому обладнанні;
- змащувати механізми під час руху;
- працювати з несправним інструментом або електрообладнанням.

У процесі технічного обслуговування дозволяється виконувати очищення

обладнання, заміну зношених кріпильних елементів, регулювання механізмів, перевірку підшипників, мастильних систем та заміну несправних вузлів.

Під час виконання ремонтних робіт необхідно використовувати лише справний інструмент. Забороняється застосовувати випадкові подовжувачі ключів, пошкоджений ручний інструмент та несправні вантажопідіймальні засоби.

У вологих приміщеннях під час проведення електрозварювальних робіт необхідно використовувати діелектричне взуття та ізолюючі підставки. Для місцевого освітлення слід застосовувати переносні світильники напругою не більше 12 В.

Ремонт обладнання дозволяється виконувати лише після повного відключення машини від електромережі та зупинки всіх рухомих частин.

6.10.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Під час експлуатації луцильно-шліфувальної машини можуть виникати такі аварійні ситуації:

- завал продукту в робочій зоні;
- зниження ефективності луцення;
- підвищене пиловиділення;
- надмірний знос продукту або порушення технологічного режиму;
- сторонні шуми, вібрація чи перегрів механізмів.

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно зупинити машину, вимкнути електроживлення та повідомити відповідальну особу.

Ремонт або усунення несправностей дозволяється проводити лише після повного знеструмлення обладнання.

У разі ураження працівника електричним струмом необхідно негайно відключити живлення, надати домедичну допомогу та викликати медичних працівників.

При виявленні несправного інструменту або обладнання його використання повинно бути негайно припинене.

6.10.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після завершення роботи необхідно:

- вимкнути машину та відключити її від електромережі;
- перевірити справність основних вузлів та механізмів;
- очистити робоче місце від пилу, відходів і сторонніх предметів;
- прибрати інструмент та допоміжні пристрої;
- перевірити надійність кріплень та справність заземлення;
- повідомити відповідальну особу про технічний стан обладнання та готовність машини до подальшої експлуатації.

Література

1. Законодавство України про охорону праці (збірник нормативних документів): У 4 т. - Київ: Основа, 1995.
2. ДСТУ ЕМ 1672-1-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1 Вимоги щодо безпеки.
3. ДСТУ ЕМ 1672-2-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 2. Вимоги щодо гігієни.
4. ДСТУ ЕМ 894-1-2001 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 1. Загальні принципи взаємодії людини з індикаторами та органами керування (ЕМ 894-1-2001).
5. ДСТУ ЕМ 547-1-2001 Безпечність машин. Частина 1. Принципи визначення розмірів отворів для доступу до робочих місць у машинах (ЕМ 547-1:1996, ГОТ).
6. ДСТУ EN 574-2001 Безпечність машин. Пристрої дворучного керування. Функціональні аспекти та принципи проектування (EN 574:1996, IDT).
7. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломному проекті для спеціалістів та магістрів 7.090221, 8. 090221 денної і заочної форм навчання / Укл. О.А.Нетребський, А.П. Бочковський / Одеса: ОНАХТ, 2012.
8. ДСТУ EN 1088:2003 Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з'єднані з огорожами. Принципи проектування та вибору (EN 1088:1995, IDT).
9. ДСТУ EN 1005-1:2005 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 1. Терміни та визначення (EN 1005-1:2001, IDT).
10. ДСТУ EN 1005-3:2005 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль під час роботи з машинами (EN 1005-3:2002, IDT).
11. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
12. ДСТУ EN 894-3-2003 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 3. Органи керування (EN 894-3:2000, ЮТ).
13. Правила устрою електроустановок (ПУЕ)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Нийменвання	Поз.	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ШМ.00.00.00.СБ	<u>Збіркове креслення</u>		
				<u>Збіркові одиниці</u>		
		1	ШМ.01.00.00	Ротор	1	
		2	ШМ.02.00.00	<u>Гальмівна лопатка</u>	1	
		3	ШМ.03.00.00	Живильник	1	
			ШМ.04.00.00	<u>Підшипниковий вузол</u>	1	
		5	ШМ.05.00.00	<u>Підшипниковий вузол</u>	1	
		6	ШМ.06.00.00	Розвантажувач	1	
		7	ШМ.07.00.00	Опора	4	
		8	ШМ.08.00.00	Випускний пристрій	1	
		9	ШМ.09.00.00	Огородження	1	
		10	ШМ.10.00.00	Кришка	1	
		11	ШМ.11.00.00	Станина	1	
		12	ШМ.12.00.00	Рама	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		13		Болт М16×30	16	
				ГОСТ7796-70		
		14		Болт М16×30	12	
				ГОСТ7796-70		
КРБ.ТОМтаБЖД.1.572-03.1.3						
Изм	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		
Разраб.					Лит.	Лист
Пров.						Листів
						1
						6
Н. контр.					<u>ОНТУ</u>	
Утв.						

Формат А4