

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Проектування та розрахунок пневмосепаруючої очисної машини
для переробки зерна»

КРБ.133ГМбд_31[2].07.00.00.000.ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
*«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»*
спеціальності 133 *«Галузеве
машинобудування»*
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_31[2]
НІКОЛАЄНКО Артем

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ЛЕВЧЕНКО Юлія

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Агропромисловий комплекс України займає друге місце після промислового виробництва в структурі економіки країни. Крім того, сільськогосподарська продукція є однією з найбільших складових сучасного українського експорту.

Україна має сприятливі природно-кліматичні умови для розвитку аграрного сектору, і сьогодні входить до переліку найсильніших виробників сільськогосподарської продукції, займає лідируючі позиції серед сучасних світових експортерів.

Агропромисловий комплекс України має високі показники інвестиційної привабливості, оцінюється як перспективний і викликає інтерес іноземних та українських інвесторів навіть у воєнний час.

Важливою умовою збереження конкурентоспроможності та успішного функціонування підприємства в сучасних умовах є його постійне вдосконалення. Ефективне впровадження досягнень науково-технічного прогресу на підприємстві дозволяє покращити економіку підприємства, зберегти своє місце на ринку та випередити конкурентів. Поліпшення на підприємстві найчастіше стосується його матеріально-технічної бази. Матеріально-технічна база підприємства — це сукупність виробничих засобів, необхідних для процесу виробництва (обладнання, прилади, різноманітні транспортні засоби, допоміжні підприємства, під'їзні шляхи тощо).

Для зберігання зернових культур використовують зерносховища підлогового та силосного типів. Зокрема товарне зерно зберігали виключно на державних хлібоприймальних пунктах, які постачали його великим підприємствам з виробництва борошна, крупів, пива, олії, комбікормів. Останнім часом розширюється матеріально – технічна база підприємств з переробки зерна, виробництва комбікормів – безпосередніх виробників сільськогосподарської продукції. Розвиток галузей, що здійснюють повну переробку зерна, - одне з найважливіших завдань економіки держави.

У зв'язку з цим виникло питання про заготівлю продукції сільського господарства в межах забезпечення потреб державної торгівлі, та галузей народного господарства.

Зберігання зерна потребує потужної матеріально технічної бази, кваліфікованих спеціалістів, що дозволяє зберігати зерно без втрат в масі та зниження його якості, покращувати якість зернових продуктів, зменшувати витрати праці та кошти на одиницю маси зерна.

Мета роботи – провести розрахунок параметрів пневмосепаруючої очисної машини, обґрунтувати режими роботи та запроектувати за результатами проведених розрахунків.

Предметом дослідження є повітряно-ситовий сепаратор з магнітним вловлювачем продуктивністю 250 т/год.

Об'єктом досліджень є конструктивні та режимні параметри обладнання для очищення зерна.

У кваліфікаційній роботі поставлені **наступні завдання**:

1. Провести аналіз літературних джерел та інших джерел щодо сучасних конструкцій обладнання для очищення зерна.

2. Вивчити особливості проектування та вимоги, які висуваються до сепараторів, особливості їх конструкцій.

3. Провести розрахунки та обґрунтувати режими роботи зерноочисного обладнання.

3. Провести аналіз існуючих небезпек; запропонувати заходи з охорони праці щодо безпечної роботи на елеваторах та зерноприймальних пунктах.

5. Провести економічні розрахунки щодо введення в експлуатацію даного обладнання .

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНИЙ

Післязбиральна обробка зерна включає в себе такі технологічні операції, як очищення, сортування та калібрування, спрямована на отримання фуражного, продовольчого зерна та насіння. Кожна з цих операцій передбачає вирішення певних завдань.

Свіжозібране зерно завжди містить певний відсоток домішок, видалення яких дозволяє підвищити клас якості, тобто технологічні властивості матеріалу. Бур'яни та мінеральні речовини (пісок, грудки землі, каміння тощо) впливають на збереження сировини. Тому очищення зерна від домішок вважається одним із найважливіших технологічних процесів переробки матеріалів. Для цього використовують спеціальні зерноочисні машини. З їх допомогою забезпечується ефективне проведення кожної зернозбиральної операції.

Привезений з поля відвал повинен бути оброблений і очищений від сторонніх включень, навіть якщо ступінь засміченості не перевищує норм, встановлених державним стандартом. Справа в тому, що сміттєві домішки, що містяться в ньому, мають більш високу вологість (на 25-35% більше, ніж у зерна). Якщо в перші 12 годин сировину очистити від сторонніх включень, вони повернуть матеріалу вологість. Це має негативні наслідки: знижуються якісні показники зернової маси. Завдяки високій частці багатих на вологу згорнутих насіння вологість купи підвищується на 5-10%. Чим вищий цей показник у сировині, тим більше зерно схильне до пошкоджень і процесів самозігрівання; збільшуються витрати на сушку матеріалів. Загалом для видалення 1 % вологи з 1 т продукції необхідно передбачити 2-3 л палива. Видалення додаткових 5-10% вологи обходиться підприємцю дорого; якість висихання матеріалу погіршується. Наявність у зерновій масі бур'янів різних розмірів і видів призводить до нерівномірного розподілу повітря по всьому шару продукції. З цієї причини сушіння зерна відбувається нерівномірно; скорочується довговічність матеріалу. Підвищена вологість зернової маси призводить до самозігрівання і

гниття продуктів. Це призводить до значних збитків для фермера, оскільки така сировина не придатна для використання за призначенням; погіршується сипучість матеріалу. У деяких бур'янів (кіноа, хрін) насіння затримується у зовнішній оболонці зерна (наприклад, овес), і зерна склеюються таким чином, що сировина більше не витікає. Попередньо очистивши привезену з поля купу в перші 12 годин можна усунути цю проблему; підвищується фізіологічна активність сировини. Забруднювачі сміття включають різні бактерії. Ці патогенні мікроорганізми активізують процеси гниття, що призводить до псування продукту. Під час обробки вороху зерноочисними машинами підприємець отримує матеріал у кількох фракціях: на посів, на виробничі цілі та на годування тварин (корм).

Очищення – це відокремлення від купи домішок, а також худих, битих і пошкоджених зерен основного врожаю. Все зібране зерно підлягає очищенню.

Продовольче зерно поділяється на дві групи кондицій – базове і неосновне. Для кожної культури встановлюються основні умови. Наприклад, для ярої пшениці основного стану встановлюються такі показники якості: чистота не нижче 97%, домішок не більше 1% і зерна (включаючи подрібнене) не більше 2%, вологість зерна - 14-16%. Обмежується також кількість домішок для зерна неосновного стану - бур'янів (не більше 5%) і злаків (не більше 10%). Собівартість такого зерна нижча.

Насіння зернових і зернобобових має відповідати трьом класам:

I клас - містить 99% насіння основної культури зі схожістю 90% і не більше 10 шт./кг насіння інших культур, у тому числі 5 шт./кг насіння бур'янів;

II клас - 98,5% основної культури зі схожістю 90-95% і не більше 100 шт./кг насіння інших культур, у тому числі 75 шт./кг бур'янів;

III сорт - 98 і 85-90% і насіння інших культур - 300 і 200 шт./кг.

Машини для очищення зерна повинні розділяти зерно відповідно до вимог до продовольчого зерна та насіннєвого матеріалу за один прохід, відповідно до заданої продуктивності та засміченості зерна.

Машини повинні бути: універсальними, придатними для доведення зерна і насіння різних сільськогосподарських культур до необхідних кондицій, встановлених стандартами; легко регулюється; простий у використанні; Безпека на роботі; відповідати нормам гігієни.

Основним завданням очищення зернового матеріалу є виділення з потоку вороху всіх домішок і слабкого, битого і пошкодженого зерна основної культури. За умови якісного очищення підвищуються поживні та смакові властивості продовольчого та фуражного зерна. Очищене насіннєве зерно сортують і калібрують для отримання однорідного за розміром (товщиною, шириною), вагою або іншими характеристиками посівного матеріалу.

Етапи очищення зерна.

Технологічні схеми очищення зерна складаються з попередньої, первинної та вторинної сепарації зернового матеріалу.

Під час попереднього очищення зерновий ворох поділяють на дві фракції: насіння та відходи. З купи має бути видалено не менше 50% домішок (органічних, мінеральних, бур'янів і насіння культурних рослин), а вміст соломи довжиною до 50 мм не повинен перевищувати 0,2%. Вміст насіння основної культури у відходах не більше 0,05% від їх маси у вихідній сировині.

На стадії первинного очищення зерновий матеріал поділяють на чотири фракції: очищене зерно, легкі відходи та великі домішки, другий сорт, підпосів. Очищене після первинного очищення зерно повинно мати такі показники якості: чистота — не нижче 97 %; наявність домішок - не більше 1% і зернових домішок (включаючи подрібнене зерно) - близько 2%.

У процесі вторинного очищення насіння поділяють на фракції: очищене насіння, зернові домішки, відходи і домішки. Насіннєвий матеріал після обробки не повинен містити більше 1% домішок.

Пневматичні зернові сепаратори.

Для очищення зерна використовують пневматичні, повітряно-ситові, трієрні, відцентрово-вібраційні, барабанні сепаратори для очищення зерна.

Український виробник ТОВ «Аеромех НВФ» пропонує модельний ряд пневматичних сепараторів для очищення зерна САД (рис. 1 а) продуктивністю від 4 до 150 т/год, які можна використовувати для попереднього та первинного очищення та калібрування зерна.

Пневматичні зернові сепаратори SAD складаються з живильного бункера, регулятора подачі зерна, віброжолоба, вентилятора високого тиску, реактивного генератора, сепараційної камери, циклону, жолобів і струменевих висівних трубок для різних фракцій зерна, зворотного бункера, електрична система з електродвигунами для різних і блок управління.

Робота сепаратора заснована на принципі взаємодії бічного повітряного потоку з зерном, яке подається в цей повітряний потік (рис. 1 б). Зерно 1 подається в бункер 2, а потім за допомогою регулятора живлення 3 направляється у віброжолоб 4, де потік зерна випускається і вирівнюється по ширині сепараційної камери 7.

У сепараційній камері зерно розділяється за масою за рахунок дії повітряних потоків 8, що створюються вентилятором високого тиску 5 і формуються струминним генератором 6.

Після сепарації зерно розподіляється по жолобах різних фракцій насіння 10 і направляється в приймальні бункери 11 або пакується в мішки.

Під час високоточного калібрування частина зерна надходить із зворотного фракційного пристрою 12 у зворотний бункер 13, звідки подається в бункер для повторної сепарації.

Циклон 9 вловлює пил, легкий бруд і неглибоко розсіяні частини.

Принцип роботи сепаратора - сепарація зерна по масі з точністю $\pm 3\%$. Однак, якщо зерно, ґрунт або частинки стебла мають таку саму вагу, що й зерно, вони будуть у тому самому лотку з поправкою на вітер. Тому обов'язкова попередня, а іноді і первинна чистка.

Повітряно-ситові сепаратори.

Вагоме місце на ринку зерноочисного обладнання займають повітряно-ситні сепаратори. Принцип їх дії полягає в розділенні вихідної зернової суміші на фракції шляхом послідовного просіювання через два шари сит, що здійснюють коливальні рухи, і виділенні із зерна легких домішок і пилу шляхом пропускання його через висхідний потік повітря в каналі пневматичного розділення. У комплект поставки входять сита з різними отворами для очищення різноманітного сільськогосподарського насіння.

Компанія RIELA виробляє машину для сортування повітря Seed 45 (рис. 5). Виробник ТОВ «Оскольсельмаш» представляє повітряно-грохотний фракційний зерноочисник ОЗФ-80, призначений для попереднього, первинного і вторинного очищення зерна. Зерноочисник ОЗФ оснащений системою подвійного всмоктування для очищення повітря, яка забезпечує відбір легких домішок до того, як зерновий матеріал потрапить на стадію просіювання, і тонких і біологічно неповноцінних зерен - після очищення на ситах - у кормову фракцію. Система всмоктування оснащена діаметральним вентилятором з незалежним плавним регулюванням швидкості повітряного потоку в кожній із систем всмоктування за допомогою перетворювача частоти та вимірювання відкриття вікон регулювання.

Компанія ПЕТКУС виробляє мультиочищувач повітряно-ситового сепаратора моделей М12, М15 (рис. 3)

Зерновий матеріал подається через прогумований профільний валик і стулок з вантажами. Саморегулюючі клапани підбирача регулюють подачу зерна відповідно до пропускної здатності машини.

Попередній пневматичний сепаратор відокремлює пил і легкі частинки. У пневматичному головному сепараторі чисте зерно відокремлюється від пилових часток, дрібного зерна та легких компонентів. Обидві машини оснащені регульованими заслінками для контролю швидкості повітряного потоку.

Пневматичний магістральний сепаратор складається з двоканальної системи з регульованим впускним клапаном для інтенсивного очищення зерна.

Служить допоміжним елементом для очищення на сіткових рівнях. Клапанки для подачі зовнішнього повітря у верхній частині також регулюють кількість повітря. Відокремлені частинки осідають у двох седиментаційних камерах і вивантажуються через розвантажувальні шнеки.

Система решітки складається з двох станів решітки, які коливаються один відносно одного. Направляючі елементи, розташовані перед і позаду ступенів сита, і розділення потоку продукту дозволяють адаптувати сито до різних типів розділення продукту. Два верхніх сита відокремлюють від зерна грубі відходи.

Верхній рівень решітки оснащений двома ґратами. Відділення крупнозернистих домішок відбувається на верхніх решітах. У машині використовується система очищення отворів сита гумовими кульками. Для покращення очищення верхнє решето можна оснастити очисником скребкової стрічки. На поверхні решета можна уповільнити потік зернового матеріалу, забезпечуючи кращий розподіл зерна по всій поверхні решета.

Нижній рівень сітки складається з чотирьох сіток. Є можливість відокремити дрібні та великі забруднення або провести калібрування всіх рамок сітки.

Повітряні зернові сепаратори виробляються кількома компаніями, такими як: Б. ПАТ «Харківпродмаш», «Jubus» (Іспанія), Spomasz S.A. Toruń (Польща), Spectrum Industries (Індія), CTGRAIN (Китай) тощо (рис. 4). Ці машини мають схожий принцип дії і відрізняються конструкцією. **3**

Застосування типових механічних, пневматичних та комбінованих зерносортувальних машин дозволяє якісно розділити зерно за його розмірами, масою тощо. Цю машину не потрібно захищати від природного матеріалу, жінка коду – це грибок для комах. Уражені хворобою зерна відрізняються від здорових за кольором. Вперше у світі варто звернути увагу на фотоелектричні сепаратори та оптичні сортувальники.

Зелений фотороздільник прикріплений до текстурованого, фігурного та розмаринового намиста. Сьогодні фотосепаратори – це більше моделі під торговими марками багатьох компаній світу. Незважаючи на те, що в конструкції фотоелектронних сепараторів використовуються компоненти, пневмомеханіка, оптика і т.д., ці фотосепаратори дозволяють сортувати великий спектр Z і т.д.).

Доступні три фотороздільники: монохроматичні – оптичні сепаратори; Біхромне оптичне сортування сортує сільськогосподарські культури за кольором і формою. Лазерні сортувальники не подають зерно за колом і формою, а внутрішня структура пропускає зміщений центр зерна в насипну масу станції SGS.

Фотосепаратори зазвичай складаються з однотипного нового матеріалу 2, переднього 1 і заднього 6 оптоелектронних входів і 7 і входу, сенсорного екрана 5 і пневматичної системи, керованої процесором 11 (рис. 5).

У відсіках сортувальної камери встановлені освітлювальні лампи 9, відеокамери 10 і пневматичний ежектор 12.

При здійсненні технологічного процесу зерновий матеріал подається в приймальний бункер 3. Звідти насіння тонким рівномірним струменем за допомогою вібраторів 3 направляється в жолоби машини 2. Жолоб - це мініатюрний канал, по якому рухається зерно. Через них він досягає зони активного освітлення ламп 9, яких приблизно 4 шт. в канал У цій зоні проводиться обстеження, що дає можливість отримати реальне зображення зерна на сенсорній відеокамері 10. Відеокамери, які сканують насіння, отримують відповідне відображення світла і реагують на нестандартний відтінок кольору зерна, генерують електричний сигнал, який надходить на процесор 11. Отримавши електричний сигнал від відеокамери, процесор подає сигнал на включення ежектора, що призводить до відкриття його клапана і, відповідно, потоком повітря, що вдуває виявлену нестандартну частину потоку зерна в відходи. насадка 8. Відокремлене чисте зерно через патрубок 7 подається в сховище або відповідну ємність.

Оптичні сортувальні машини оснащені ПЗЗ-камерою на 2048 пікселів, що забезпечує покращену якість і високу деталізацію зображення продукту, що гарантує якісний аналіз і підвищує точність сортування. На деяких моделях оптичних сортувальників встановлюються лінійні відеокамери з інтегрованим модулем високошвидкісної обробки зображень на базі двоядерного процесора, які дозволяють створювати цифрове зображення з високою роздільною здатністю рівня яскравості, що дозволяє виявити ледь помітні відхилення дефекту від стандарту розпізнати. Розмір дефекту, який можна виявити високошвидкісною лінійною камерою, становить 0,5 x 0,2 мм. Кожне зерно в потоці сканується до 15 разів.

Компанія ПЕТКУС розробила оптичний сортувальник моделі OptoSelector OS900, оснащений системою викиду забруднюючих речовин з подвійним соплом на кожному жолобі.

Японська компанія Satake пропонує кілька моделей оптичних сортувальників зерна: Pikasen Alpha, AlphaScan II, ScanMaster II, Evolution RGB + Shape, RGBS

Pikasen Alpha — повноколірна оптична сортувальна машина для сортування дрібних і середніх партій сої, гороху, зерна та кукурудзи. Продуктивність – до 2 т/год.

Фотосепаратор AlphaScan II здатний визначати світлі та темні плями одночасно, має високу продуктивність (до 32 т/год). Призначений для сортування пшениці, ячменю, жита, гірчиці, вівса та ін.

Фотосепаратор Evolution RGB + Shape використовується для сортування насіння бобових і бобових культур. Повноколіровий фотосепаратор RGBS має високу продуктивність і може сортувати зернові, насіння та інші культури. Він здатний виявляти такі дефекти, як невеликі відмінності кольорів, сторонні предмети та насіння бур'янів тощо.

Глобальний ринок також включає оптичні сепаратори SORTEX S UltraVision™ від Bühler AG, NANTA ACE і PUBU KING від Daewon, UNIQUE6SXG від UNIQUE, а також ряд машин китайських та інших виробників.

Ситові сепаратори по конструктивному виконанню основних робочих органів поділяють на дві групи: з плоскими та циліндричними ситами. Сепаратори з плоскими ситами отримали більш широке розповсюдження, так як мають вищий коефіцієнт використання робочої поверхні сит. Використовують два типи таких сепараторів: з зворотньо-поступальним та круговим поступальним рухом сит у горизонтальній площині. До другої групи відносять також вібровідцентрові сепаратори, робочі циліндри яких встановлені вертикально, та барабанні скальператори з горизонтальним розміщенням барабану. Повітряно-ситові сепаратори поділяють також на дві групи: для первинної очистки в основному від вегетативних домішок (ворохоочисники) та повітряно-ситові сепаратори, які встановлюють на елеваторах та борошномельних заводах. Сепаратори класифікують по виконанню: на стаціонарні та пересувні, одинарні та поєднані; по типу приводу: з інерційним коливачем, ексцентриковим коливачем, віброприводом, та кривошипно-шарнірним приводом; по способу очищення сит: з привідними, інерційними, ударними механізмами. Іншими

ознаками вибору доцільності сепаратора є його параметри: довжина та ширина підсівних сит, кут нахилу їх до горизонту, кут нахилу коливань, кінематичні параметри, а також ефективність очищення.

Ефективність очищення зерна залежить від кількості, крупності домішок всіх класів та їх співвідношення. Оскільки в сепараторах використовують сита стандартних розмірів, то в залежності від питомого навантаження можна визначити ефективність очищення зерна, та підібрати сита з необхідними отворами.

Для сучасних сепараторів типу БСХ з похилими ситами та із горизонтальними коливаннями питоме навантаження становить 200 кг/(год. · см).

Ще однією умовою вибору сепаратора є величина встановленої потужності електродвигунів.

Враховуючи вище вказаний матеріал та порівнюючи технічні характеристики сепараторів у відповідності до завдання робимо наступний висновок.

З метою підвищення продуктивності лінії очищення зернової сировини до 70 т/год, підвищення ефективності очищення від сміттєвих домішок до 80%, зменшення енергетичних затрат , даним дипломним проектом передбачається розробка сепаратора на базі існуючої марки А1-БСХ-100.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

Потокова лінія приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна на ТОВ «Амарант» складається з одної ділянки та поділена на потоки. В зв'язку з тим, що зернова сировина надходить на підприємство з різною вологістю та засміченістю створені наступні лінії:

- 1) приймання вологої сировини, первинне очищення, сушіння, зберігання та відпуск сировини;
- 2) приймання вологої зернової сировини, первинне очищення, тимчасове зберігання, сушіння, тривале зберігання та відпуск;
- 3) приймання сухої сировини, первинне очищення, зберігання та відпуск.

У відповідності до існуючих вимог процесу переробки використовується високопродуктивне обладнання ліній продуктивністю 100 т/год.

Зерно на підприємство доставляється автомобільним транспортом, автомобілями самоскидами і бортовими автомобілями. При розвантажуванні бортових автомобілів використовують автомобілерозвантажувачі У1-ГУАР-30 або У1-УРВ, поз.1. Вологе і неочищене зерно потрапляє у приймальний бункер, поз.2, ємкістю не менше 30м³, для того щоб одночасно міг розвантажитись великоваговий автомобіль з причепом. Із приймального бункера стрічковим конвеєром ТБ-30, поз.3.1, та норією НЦ-20, поз.3.1, зерно подається на очистку. Відділення очищення зерна включає в себе: магнітний сепаратор КМ-100, поз.5, та повітряно-ситовий сепаратор марки БСХ-100, поз.6. У магнітній колонці відокремлюються металеві домішки, завдяки проходженню зерна між полюсам магніту, а на повітряно-ситовому сепараторі – крупні та дрібні домішки, завдяки коливальному руху сит просіюються, і далі гвинтовим конвеєром, поз.7 та норією НЦ-20, поз.3.2, та стрічковим конвеєром ЛТ-500, поз.3.2, транспортуються до бункера відходів, поз.10, об'ємом 10м³. Також в сепараторі проходить повітряна очистка. Аспіраційні відходи направляються на гідроциклон Цол-10, поз.8, де відходи очищуються, і чисте повітря видаляється в атмосферу,

а легкі доміжки потрапляють в бункер відходів, поз.10, об'ємом 11м³. Гідроциклон має шлюзовий затвор Шу9, поз.9, який служить для герметизації гідроциклону та видалення з нього домішок, без повітря. Аспіраційний канал працює за допомогою вентилятора всмоктуючої дії, поз.13, який знаходиться після циклону. Далі очищене вологе зерно направляється норією НЦ-20, поз.3.3, на сушіння в зерно сушарку У13-ЗСП25, поз.11, де його підсушують, зменшуючи вологість до 14%. У зерносушарці зерно проходить три зони, в яких визначається температура і вологість зерна. Сухе зерно скребковим конвеєром УТФ-320, поз.15, та норією НЦ-20, поз.3.3, за допомогою розвантажувального механізму, поз.12, транспортується в напольні склади, поз.13, для тривалого зберігання. Зерно наповнюється в склади за допомогою розвантажувального візка УІ-УТР-500, поз. 17.

При необхідності сухе зерно з складів відвантажують стрічковим конвеєром ТБ-30, поз.3.3, та норією НЦ-20, поз.3.4, на ж/д транспорт, або на автомобільний транспорт за допомогою пересувного конвеєра ЛТ-500, поз.3.3.

2.1 Опис існуючих конструкцій та запроектованого обладнання.

Правила експлуатації

Для очищення зернової сировини від основної маси домішок використовують повітряні, повітряно-ситові та ситові сепаратори. Розглянемо класифікацію повітряно-ситових сепараторів, особливості їх будови, способу очищення зернової сировини, та правила ремонту і експлуатації.

Основною і найбільш поширеною зерноочисною машиною в елеваторній промисловості є сепаратор. Його встановлюють у всіх технологічних лініях для обробки зерна. Сепаратор - складна повітряно-ситова зерноочисна машина.

Повітряно-ситові сепаратори - це агрегати (комбінація повітряного і ситового сепараторів). Комбінування двох сепараторів в одному дозволяє не лише спростити технологічну схему і уникнути зайвих транспортних операцій, але і підвищити техніко-економічні показники (питомі енерговитрати, питому

металоемність, займану площу приміщень, питому вартість та ін.). При цьому вдасться зберегти якісні показники.

Повітряно-ситові сепаратори призначені для відділення від зерна домішок, що відрізняються шириною, товщиною і аеродинамічними властивостями.

Пневматичні і повітряні сепаратори (аспіратори) застосовують для відділення повітряним потоком домішок, що відрізняються від зерна основної культури аеродинамічними властивостями. До таких домішок, які називають легкими, відносять квіткові оболонки, частини стебелів і колосів, половику, насіння засмічених рослин, щуплі зерна основної культури, пил і так далі. Повітряні сепаратори знаходять вживання на круп'яних заводах при сепарації продуктів лущення круп'яних культур. Пневматичні сепаратори разом з очищенням виконують функції циклонів розвантажувачів в мережі пневмотранспорту, тобто відділяють зерно від транспортуючого повітря.

У зерноочисних машинах застосовують різні способи пневмосепарації: у вертикальному, похилому або поперечному повітряному потоці; з використанням поля відцентрових сил; пневмоінерційний; пневмоситовий та ін. Найбільшого поширення завдяки конструктивній простоті і компактності пристроїв набув спосіб сепарації зернової суміші у вертикальному повітряному потоці.

Пневматичні і повітряні сепаратори підрозділяють на дві групи: з розімкненим і замкнутим циклом повітря. До першої групи відносять аспіраційні колонки, широко вживані на круп'яних заводах, і пневмосепаратори для борошномельних заводів з пневмотранспортом, які випускають з відносовіддільною камерою і без неї. У другу групу входять в основному повітряні сепаратори типу аспіраторів, які найширше використовують в круп'яному виробництві. Крім того, повітряні сепаратори часто застосовуються як складовий елемент інших технологічних машин, наприклад, повітряно-ситові сепаратори, камневіддільні машини та ін.

Основними параметрами повітряного сепаратора, що забезпечують ефективність очищення зерна і чіткість сепарації, є питоме зернове

навантаження, розміри пневмосепаруючого каналу, швидкість повітряного потоку і втрати тиску в сепараторові.

Сучасні підприємства в основному оснащені різними модифікаціями машин, в яких зернова суміш сепарується у вертикальному повітряному потоці. До таких машин відносять сепараторів типу А1-БІС, А1-БЛС, А1-БСХ, аспіратори і аспіраційні колонки А1-БДЗ, А1-БВЗ, А1-БКА і А1-БДА, пневмосепаруючі пристрої зерноочисного агрегату А1-БЗА та модифікації пневмосепараторів типу ЗСМ-10; ЗСП-10, А1-БСМ-6, А1-ЗСШ-20.

Сучасні повітряно-ситові сепаратори.

До даних сепараторів відносяться сепаратори типів А1-БІС, А1-БЛС, А1-БСХ. Це повітряно-ситові сепаратори, на ситах яких зерно очищається від домішок, що відрізняються від нього шириною та товщиною, а у пневмосепаруючому каналі – швидкістю повітря.

Особливість даної конструкції сепараторів полягає у відсутності камер осідання домішок та поєднання функцій дебалансу і шківів приводу, що дозволяє значно зменшити висоту сепаратора і забезпечує безпеку обслуговування; наявність регулюючого пневмосепаруючого каналу дозволяє змінювати швидкість руху повітря. Круговий поступальний рух забезпечує високу ефективність очищення зерна від крупних та дрібних домішок, а притискання ситових рам ексцентриковим механізмом – добру фіксацію, простоту встановлення та витягання ситових рам. Завдяки освітленню пневмосепаруючого каналу є можливість вести візуальний контроль процесу видалення легких домішок.

Промисловістю проведено модифікацію сепараторів А1-БІС і А1-БЛС і випускаються дві моделі А1-БЛС-12 і А1-БЛС-16 для зерноочисних відділень млинів і А1-БІС-100 для ХПП та елеваторів. Встановлення А1-БЛС-16 на елеваторах з відповідною заміною сит забезпечує його продуктивність у 50 т/год. Всі моделі сепараторів даного типу конструктивно аналогічні і складаються з двохсекційного ситового корпусу, підвішеного до станини на гнучких підвісках з скловолкна і вертикального пневмосепаруючого каналу.

Сепаратор А1-БЛС-12 виконаний односекційним і відповідно має один пневмосепаруючий канал. У кожному ситовому корпусі встановлені два яруси сит: сортувальних і підсівних. У кожному ярусі встановлені по дві ситові рами, крім сепаратора А1-БЛС-16, де рама одна. Ситові рами у корпусі фіксуються ексцентриковими зажимами. Ситові рами повздовжніми та поперечними брусками розділені на відсіки, в кожному з яких знаходиться по дві гумові кульки. Які призначені для очищення сит. До нижньої площини ситової рами прикріплені сітчасті фордони.

На передній стінці ситового корпусу встановлений електродвигун, який при допомозі клинопасової передачі приводить в обертальний рух шків з дисбалансом, що забезпечує круговий поступальний рух ситового корпусу. У верхній частині станини встановлений приймальний патрубок для поступання зерна і патрубок для підключення до аспіраційної мережі. Очищене зерно відводиться через випускний канал. Для відведення крупних та дрібних домішок встановлено лотки. З боку сходової частини корпусу встановлено пневмосепаруючий канал з вібрлотком, призначеним для подачі зерна в канал. Для більш ефективного виділення легких домішок в пневмосепаруючому каналі регулюють амплітуду коливань вібрлотка, величину його виходу в канал, величину вихідного зазору, швидкість повітряного потоку (розміщення рухомої стінки) в верхній та нижній частині каналу, а також витрату повітря. В комплект сепаратора входить спеціальний горизонтальний циклон, призначений для осадження відносів. Він встановлений після сепаратора.

Циклон має форму зрізаного конусу, всередині якого на загальній горизонтальній осі розміщено два внутрішніх конуси різних розмірів. Вони зварені між собою більшими основами так, що утворюють між конусами кільцевий канал, який спочатку поступово звужується, а потім різко розширюється, переходячи у розширювальну камеру, приєднану до більшої основи зовнішнього корпусу. До вхідної частини циклону приварені чотири криволінійні лопасті, що забезпечують закручування повітряного потоку у

кільцевому каналі. До нижньої частини розширювальної камери приєднують шлюзовий затвор.

Принцип дії сепараторів А1-БЛС-12, А1-БЛС-16, А1-БІС-100.

Неочищене зерно самотічно поступає в ситовий корпус. Крупні домішки (схід з сортувального сита) виводяться через лоток сепаратора, а суміш зерна з дрібними домішками проходом через сортувальне сито направляються на підсівне сито. Дрібні домішки (прохід підсівного сита) потрапляють у лоток і видаляються з сепаратора. Очищене на ситах від крупних і дрібних домішок зерно поступає на вібралоток і далі у пневмосепаруючий канал. При проходженні повітря через потік зерна легкі домішки виділяються з зернової суміші і виносяться повітрям через канал у горизонтальний циклон. Очищене зерно з пневмосепаруючого каналу через отвір у нижній частині по самотічним трубам направляється на переробку. Регулююча перегородка пневмосепаруючого каналу виготовлена з трьохшарового скла. Вона одночасно є зовнішньою стінкою каналу.

Лампа встановлена горизонтально у верхній частині каналу. В сепараторах А1-БЛС-12 та А1-БЛС-16 з приймального потоку зернова суміш поступає на спеціальне дно, на якому рівномірно розподіляється рівномірним шаром. Патрубок закритий фартухом, який запобігає потраплянню зерна у відходи.

Під час роботи сепараторів під навантаженням звертають увагу на рівномірність подачі зерна в ситовий корпус, рівномірність розподілу зерна по ширині сортувальних сит, плавність руху ситового корпусу, відсутність змішування очищеного зерна з відходами, надмірне запилення, наявність підпору зерна в живильних коробках над вібралотками, ефективність сепарування у пневмосепаруючих каналах, відсутністю засміченості отворів сит зерном та домішками.

В таблиця 3.1 наведена Технічна характеристика сепараторів А1-БЛС-12, А1-БЛС-16, А1-БІС-100.

Таблиця 2.1 Технічні характеристики зерноочисних машин

Показники	Модель		
	A1-БЛС-12	A1-БЛС-16	A1-БІС-100
1 Продуктивність, т/год	12	50	100
2 Ефективність очищення, %	60-80	60-80	40-50
3 Встановлена потужність, кВт	1,3	1,5	1,5
4 Радіус кругових коливань, мм	9 x 2	9 x 2	9 x 2
5 Частота коливань за хв.	325	325	350
6 Витрати повітря, м ³ /год	4500	8000	8500
7 Число ситових рам, шт			
всього в кожному	4	4	8
корпусі	2	1	2
8 Розміри ситових рам, мм	1000x750	1000x1000	1000x750
9 Площа сит, м ²	3	4	6
10 Розмір отворів сит, мм			Ø8
сортувальних	4,25x25	4,25x25,8	Δ3,5(1,7x20
підсівних	1,7x20	1,7x20	)
11 Пневмоканал, шт	1	2	2
12 Горизонтальний циклон, шт	1	2	-
13 Габаритні розміри, мм			
довжина	2600		
ширина	1365	2090 2520	2600
висота	1510	1510	2520
14 Маса, кг	1020	1450	1510
			1600

Зерноочисний сепаратор БСХ-100

Зерноочисний сепаратор БСХ-100 у окремих випадках комплектується додатковим аспіраційним обладнанням для забезпечення безпечних екологічних та санітарних умов праці. Така зерноочисна установка має марку БСХ-100-20. Вона складається з сепаратора БСХ-100, розподільника потоку зерна, пневмосепаруючого каналу та збірника очищеного зерна. До додаткового обладнання відноситься система повітроводів, яка з'єднує повітряно-ситовий сепаратор з обладнанням для відділення легких домішок від потоку повітря та його очищенням. Система повітропроводів складається з перехідників, повітропроводів, відводів. Відділення легких домішок проводиться в установці

УОВ-1-01. Ця установка обладнана протипідсосним клапаном для дотримання герметичності очисної системи. Створення надлишкового тиску та розрідження в мережі здійснюється вентилятором середнього тиску. Очищення повітря від пилу проводиться в спеціальному горизонтальному циклоні. Герметичність забезпечується шлюзовим затвором з приводом. Забруднене повітря під надлишковим тиском на вході в циклон отримує спіральний напрямок руху завдяки гвинтоподібним лопаткам, і переміщається у звужуючий кільцеподібний простір створений конусоподібним корпусом циклона і робочим нерухомим конусом, розміщеним всередині циклона. Внаслідок тертя об поверхні корпусу і конусу, частинки пилу, які знаходяться в забрудненому повітрі, втрачають свою швидкість, і по похилій площині корпусу переміщаються у відвідний патрубок. Розвантаження пилу проводиться шлюзовим затвором, а очищене повітря з циклону виходить в атмосферу. Така конструкція аспіраційного обладнання забезпечує ефективність очищення повітря до 98%.

Будова та принцип роботи повітряно-ситового сепаратора

Сепаратор призначений для очищення зерна від домішок, які відрізняються від нього геометричними розмірами і аеродинамічними властивостями. Даний сепаратор встановлюється в складі технологічних схем млинів, елеваторів, ХПП, крупозаводів. Він складається з ситового сепаратора та пневмосепаруючого каналу, до якого приєднане допоміжне обладнання: розподільник, перехідник та збірник зерна. Основними вузлами сепаратора є: станина (поз.8), кузов решітний (поз.7), з рамками сит (поз.16), приводу (поз.3), траверси (поз.19) з балансирним механізмом з огороженням (поз.21). Зверху в передній частині кузова розміщений патрубок (поз.14) для подачі в кузов зернової суміші. Розподільчий лоток рівномірно розподіляє зернову суміш по ширині сит. Станина сепаратора (поз.1) складається з передньої та задньої стійок, з'єднаних між собою боковинами. На передній стійці встановлені патрубки для подачі зернової суміші в сепаратор. Патрубки обладнані оглядовими вікнами (поз.2). На задній стійці станини закріплений патрубок для приєднання до аспіраційної мережі (поз.31). З метою попередження можливих

ударів кузова об станину при пускові та зупинці машини, на нижній передній частині станини закріплений обмежувач (поз.18) з гумовим амортизатором. З цією ж метою на задній стійці станини передбачені два гумових обмежувача. Пневмосепаруючий канал (поз.5) призначений для виділення з зернової суміші легких домішок. Він складається з корпусу, всередині якого встановлена рухома стінка (поз.27).

Переміщення верхньої та нижньої рухомої стінки забезпечується поворотом маховиків (поз.25, 29). Рухома стінка виготовлена з спеціального скла для нагляду за процесом сепарування. Для рівномірної подачі продукту в пневмоканал передбачено приймальний канал (поз.24) з вібрлотком (поз.23). Зверху, на корпусі каналу встановлений перехідник для приєднання до повітропроводу, під каналом знаходиться патрубок (поз.10) для сходу очищеного зерна. Розподільник призначений для розділення потоку зернової суміші на два однакових потоки, що забезпечує рівномірний розподіл її по ширині сит сепаратора. Розділення потоку зернової суміші відбувається при допомозі рухомого каналу з вантажами. Рівномірність потоку регулюється переміщенням вантажу по шпильці.

Принцип роботи сепаратора

Зернова суміш через приймальний патрубок поступає у розподільник (поз.1), звідки при допомозі перехідників (поз.9) розподіляється на два потоки і направляється в секцію кузова. Кузов сепаратора здійснює круговий рух, під дією якого зернова суміш рухається по ситі і сортується. В кузові розміщений фартух, який зменшує можливість поступання зерна у відходи. Крупні домішки відводяться через лоток (поз. 37), а суміш зерна з дрібними домішками проходом через сортувальне сито поступає на нижню рамку сит. Дрібні домішки, просипаючись через підсівне сито, потрапляють на днище сепаратора, а потім через лоток (поз.20) виводяться з машини. Очищене на ситах від крупних і дрібних домішок зерно поступає у приймач пневмосепаруючого каналу, а звідти лотком рівномірно подається в пневмосепаруючий канал, де інтенсивно продувається потоком повітря. Повністю очищене зерно через

розвантажувальний патрубок (поз.10) виводиться з машини. Повітря з кузова і пневмосепаруючого каналу направляється по повітропроводам у циклон (поз.12) для очищення від аспіраційних домішок.

Правила експлуатації

Пуск в роботу сепаратора здійснюється у наступній послідовності:

- включають електродвигун сепаратора;
- відкривають заслінку на зернопроводі і клапаном;
- розподільника регулюють рівномірну подачу зернової;
- суміші в приймальні патрубки сепаратора;
- поступово збільшуючи подачу зернової суміші до встановленої продуктивності перевіряють наявність у сході сортувальних сит цілого зерна (допустима кількість 2%);
- регулюють підвісні пружини пневмосепаруючого каналу таким чином, щоб шар зерна в приймальних коробках забезпечував постійний підпір зерна, висотою декілька сантиметрів, який запобігає потраплянню стороннього повітря у пневмосепаруючий канал.

У випадку, коли при очищення зернової суміші великої об'ємної маси неможливо забезпечити підпір продукту в приймальних коробках пневмосепаруючих каналів, проводиться заміна підвісних пружин на більш жорсткі.

Пневмосепаруючий канал налаштовують у такій послідовності:

- при допомозі рукояток (поз.22, 23) встановлюють рухому стінку вертикально;
- при достатній потужності аспіраційної мережі встановлюють максимальну ширину каналу у верхній частині, а у нижній частині залишають такий зазор, щоб шар зерна в каналі мав горизонтальний напрямок і повністю продувався повітряним потоком;
- проводять тонке регулювання повітряного потоку шляхом зміни ширини каналу у верхній частині, досягаючи найбільш ефективного виділення з зерна легких домішок;

- при недостатній потужності аспіраційної мережі зменшують ширину каналу у верхній частині.

В таблиці 2.2 наведено технічну характеристику сепаратора А1-БСХ-100.

Таблиця 2.2

Назва показників	Значення показника
1. Продуктивність технічна, т/год	
- при попередньому очищенні	100
- при кінцевому очищенні	24
2. Ефективність очищення від домішок, %	
- при попередньому очищенні	20
- при кінцевому очищенні	80
3. Встановлена потужність, кВт	1,5
3. витрата повітря, м ³ /год	
- на пневмосепарацію	7300
- на аспірацію кузова	1200
- загальна	8500
5. Частота коливань решіткового кузова с ⁻¹	6,25
кол/хв	(375)
6. Діаметр кругових коливань, мм	20±2
7. Габаритні розміри без циклону, мм	
довжина	2457
ширина	2772
висота	2154

Під час роботи сепаратора під навантаженням звертають увагу на:

- рівномірність подачі зернової суміші і розділення її по ширині сита;
- відсутність підсосів повітря і велику запиленість;
- ефективність виділення легких домішок;
- своєчасне очищення сит;
- плавність руху ситового кузова.

2.2 Ремонт і монтаж обладнання

Потокова лінія приймання, очищення та зберігання зерна включає в себе цілий ряд обладнання: стрічкові та скребкові конвеєри, норії, зерносушарку,

сепаратори, циклони, а також бункера. Її монтаж, головним чином, заключається в встановленні транспортних засобів та габаритного обладнання(сушарка, проміжні бункери), оскільки інші машини(циклон,сепаратори) поступають на підприємство в зібраному стані.

Кожна машина даної потокової лінії, має власні вимоги стосовно її ремонту та монтажу.

Монтаж і ремонт сепаратора

Перед монтажем сепаратора виконують наступні роботи:

- перевіряють рівнем горизонтальність та рівність площадки під опірні поверхні станини і пневмоканалу (допускається відхилення не більше 3 мм). При необхідності вирівнюють поверхню площадки шляхом підливання бетонного розчину, або сепаратор встановлюють при допомозі підкладних пластин;

- готують отвори у міжповерховому перекритті під випускні матеріалопроводи та для закріплення сепаратора і пневмоканалу;

- проводять транспортування сепаратора до місця монтажу з урахуванням схеми установки та місць зачеплення зачеплення гаків вантажопідйомних механізмів;

- проводять розконсервацію вузлів сепаратора та пневмоканалу;

- при встановленні сепаратора на місці монтажу передбачають відстані до стін приміщення, колон,іншого обладнання, які необхідні для ремонту та обслуговування (заміні ситових рам). Ця відстань повинна становити 2000 мм.;

- окремо на площадці готують самотічні трубопроводи трубопроводи продукту та повітропроводи;

- при встановленні сепаратора на площадці необхідно, щоб відстань від кузова до станини зліва та справа, дивлячись з боку завантаження, була однаковою;

- при огляді сепаратора знизу необхідно впевнитись у тому, що положення осі обмежувача співпадало з центром отвору кронштейну, закріпленого позаду кузова. Допустиме зміщення осі не більше 9 мм;

по висоті кузов сепаратора необхідно виставити по розмірах від основи станини до виступів на кронштейнах, на яких закріплюються підвіски;

додатково перевіряють горизонтальне розміщення кузова рівнем, покладеним на торцеву поверхню шків траверси. Повертають шків на 90 °, ще раз перевіряють розміщення кузова. При необхідності виставляють сепаратор при допомозі підкладних частин;

монтують пневмоканал сепаратора, виставляючи його при допомозі спеціальних планок кріплення виготовлених заводом і які знаходяться у комплекті з пневмоканалом;

встановлюють ситові рами в кузов і регулюють їх. Рами встановлюють у кузов по направляючим, які закріплені на боковинах і фіксуються при допомозі прижимів. Регулювання механізму прижиму проводиться при повністю відкритому положенні так, щоб зазор між поверхнями ущільнювачів прижимів і площею верхньої рамки був 3х0,5 мм. Прижими переміщуються спеціальним ексцентриковим пристроєм-ключем, який входить у комплект поставки. При цьому здійснюється поворот ексцентрикових втулок, внаслідок чого досягається вертикальне переміщення валиків та прижимів, притискання і звільнення рам сит. З метою забезпечення одночасного затискання і звільнення верхньої та нижньої рам, валики з обох сторін кузова з'єднані рычагами.

При звільненні рамок сит прижими відходять на 3-4 мм від сит, внаслідок чого забезпечується демонтаж рамок. Встановлення ситових рам вздовж кузова проводять наступним чином: відпускають гайки і прокручуючи гайки переміщують ситові рами при допомозі болтів. Верхнє сито повинно лягати на лоток, а нижнє на задню рамку для сходу очищеного зерна. Після цього гайками фіксується положення сит;

- під'єднують самотічні трубопроводи для зерна і відходів, аспіраційний повіропровід до фланця пневмосепаруючого каналу;
- підключають сепаратор до контуру заземлення;
- проводять монтаж електрообладнання та електромережі,

- встановлюють автоматичні вимикачі, магнітні пускачі в електрошафі. Кнопочні пости встановлюють поряд з сепаратором на висоті не більше 1500 мм від підлоги;

- перевіряють напрямок руху валу електродвигуна. Він повинен обертатися по годинниковій стрілці при виді зверху;

- перевіряють наявність мастила у підшипниках балансирного механізму, та проводять змащування інших вузлів у відповідності до карти змащування;

- перевіряють натяг привідного пасу. Величина під дією сили 40-50 Н, прикладеної до середини пасу становить $1,5 : 2$ мм;

- перевіряють надійність кріплення ситових рам;

- демонтують пофарбовані у червоний колір чотири кутка і болти, які з'єднують ситовий кузов з станиною, і служать опорами кузова при транспортуванні сепаратора, а також знімають пластину і дріт кріплення шківів балансирного механізму;

- перевіряють систему живлення пневмосепаруючого каналу без навантажень; доводять надійність різьбових з'єднань, особливо у закріпленні підвісок ситового кузова.

- проводять обкатку сепаратора у холостому режимі протягом 2 годин;

- прибирають місце монтажу і запускають сепаратор в роботу.

Привід повітряно-ситового сепаратора складається із двигуна та клинопасової передачі, які в процесі експлуатації можуть вийти з ладу.

Клинопасову передачу ремонтують при розтягненні або розриві пасу, який проходить на місці з'єднання. Робочі поверхні обода шківів спрацьовуються рідко, частіше в них з'являються тріщини в ободі, послаблюється посадка шківів на валах, і вони зміщуються вздовж вісі вала. При ремонті вирізають спрацьовані ділянки і замінюють на куски нового пасу. При наявності тріщин на ободі ремонт шківів проводять шляхом заварювання з попереднім обробленням тріщини і наступним їх зачищенням заварених місць абразивами.

При установці шківів після ремонту особливу увагу звертають на надійність їх кріплення на валах і на правильну установку. Ведучий і ведений

шків повинні бути розміщені строго один проти одного, інакше ремінь буде спадати.

Для заміни рам сит або каркасів необхідно відкинути хомут розвантажувального модуля і відкрити його або зняти.

Рами сит видаляються в першу чергу, каркаси залишаються на місці. Каркаси замінюють дуже рідко, коли очисні шарики повністю спрацьовані і вимагають заміни.

Правку валів проводять в центрах токарного станка гвинтовим пристроєм, пресами в холодному стані (вали діаметром до 60 мм). Якщо вали мають шпонкові пази, шліци, їх правлять наклепом : вали вставляють згином до верху на опору і легкими ударами молотка по сталій загартованій пластині, сажають в паз, вирівнюють його.

2.3 Технологічний розрахунок

Відповідно до заданої продуктивності підбираємо та розраховуємо повітряно-ситовий сепаратор АІ-БСХ-100-20, продуктивністю у режимі первинного очищення 100 т/год.

При визначеній продуктивності проводимо перевірку продуктивності сепаратора в кг/с, становить по [6 с.40]

$$Q = B \cdot g \quad (2.1)$$

де Q - продуктивність сепаратора, кг/год

B - ширина підсівного сита, см

g - питома навантаження на одиницю ширини сита,
кг/(год. см)

$$g = Q/B \quad (2.2)$$

При стандартних розмірах сита, встановлених на сепараторі питома навантаження в кг/(год*см) становить:

A - довжина сита - 200 см, B - ширина сита в одному корпусі - 100 см

$$g = 100000/200 = 500$$

Питоме навантаження для підсівних сит сепаратора по [6 с.40] становить 450-550 кг/(год*см) $500 < 550$

Умова продуктивності виконана.

Довжина сита в м. розраховується по формулі [6.с.40]

$$L = Q/g_F \cdot B \quad (2.3)$$

де Q - продуктивність сепаратора, кг/год

g_F - питома продуктивність, кг/(год.м²)

B - ширина сита, м.

Питома продуктивність в кг/(год.м²) розраховується по [6.с.41]

$$g_F = 6 \cdot 103 \cdot (a - 3,5) \quad (2.4)$$

де a - діаметр отвору сита, мм

Стандартний діаметр отворів підсівного сита становить 5 - 7 мм.

Приймаємо a = 6 мм.

$$g_F = 6 \cdot 103 \cdot (6 - 3,5) = 15000$$

Тоді $L = 100000/15000 \times 2 = 3,33$

Загальна довжина сит корпусу сепаратора становить $L = 4,0$ м; $3,33 < 4,0$

Умова продуктивності виконана.

Продуктивність сепаратора, в кг/с становить

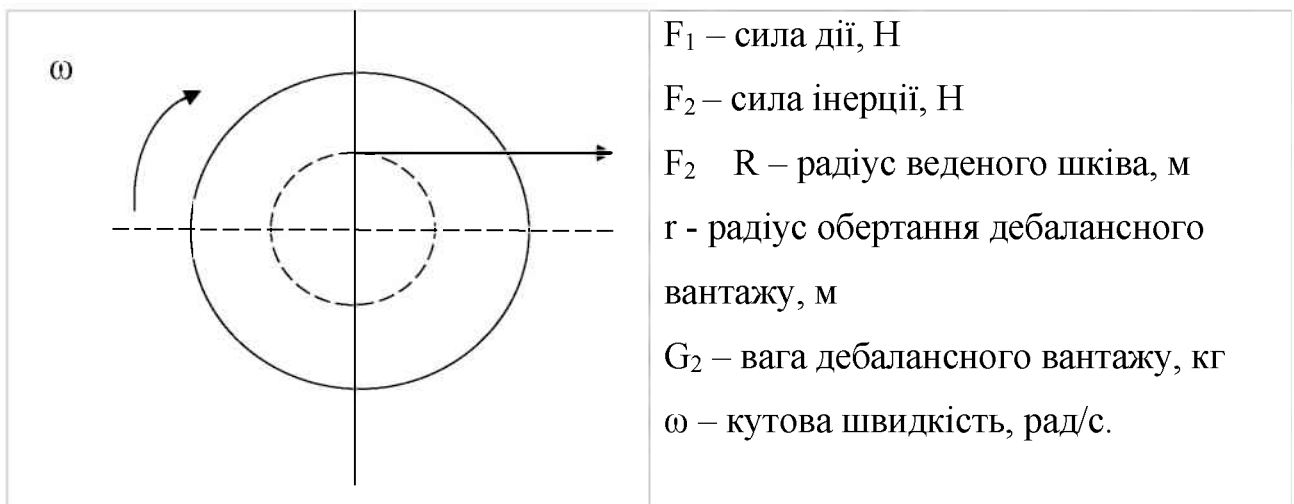
$$Q_c = G_3 = Q/3600 = 100000/3600 = 27,8 \quad (2.5)$$

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Конструктивний розрахунок

Розглянувши конструкцію сепаратора визначаємо кінематичну схему (залежність розміщення ситового корпусу від приводу). У даному випадку похиле сито здійснює коливний рух у похилій площині. При цьому русі забезпечується переміщення зернової маси по похилому ситі, але зникають сили інерції, які діють по лінії руху ситового корпусу. Ці сили інерції врівноважуються дебалансним вантажем, розміщеним на веденому шківі пасової передачі.

Схема врівноваження ситового корпусу дебалансним вантажем



Розраховуємо складові даної схеми

Для визначення сил, ваги дебалансного вантажу проведемо розрахунок діаметра шківa пасової передачі.

Розрахунок проводимо виходячи з встановленої потужності електродвигуна $N = 1,5$ кВт, частоти його обертання $n = 960 \text{ хв}^{-1} = 16 \text{ с}^{-1}$, та передаючого числа $i = 5$.

Розраховуємо кутову швидкість ведучого валу в рад/с [2 с.44]

$$\omega = 2 \pi n \quad (3.1)$$

де n - швидкість обертання ведучого валу, с^{-1}

$$\omega = 3,14 \times 2 \times 16 = 100,5 \text{ рад/с}$$

Номінальний крутний момент в Н·м становить

$$M = N/\omega \quad (3.2)$$

де N - встановлена потужність, кВт

ω - кутова швидкість, рад/с

$$M = 1,5 \times 10^3 / 100,5 = 16,3$$

При визначеному крутному моменті по [3 с.83] підбираємо пас серії Б з площею перерізу $S = 81 \text{ мм}^2 = 81 \times 10^{-6} \text{ м}^2$.

Підбираємо діаметр в залежності від обертового моменту по номограмі [3 с.84], $D_1 = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$.

Приймаємо розрахунковий діаметр ведучого шківа по [3 с.426] $D_{1p} = 145 \text{ мм} = 0,145 \text{ м}$. Розрахунковий діаметр веденого шківа в м по [3 с.76]

$$D_2 = D_1 \times i (1 - \varepsilon) \quad (3.3)$$

де D_1 – діаметр ведучого шківа, м

i – передаюче число

ε – коефіцієнт ковзання = 0,015

$$D_2 = 0,145 \cdot 5 (1 - 0,015) = 0,555 \text{ по [3 с.77]}$$

Підбираємо найближчий стандартний діаметр веденого шківа в м [3 с.426] $D_2 = 560 = 0,56 \text{ м}$. Уточнюємо передаточне число [3.с.44]

$$i_{\phi} = D_2 / [D_1 (1 - \varepsilon)] = 0,56 / [0,145 (1 - 0,015)] = 5,1 \quad (3.4)$$

Розбіжність з заданим передаючим числом у % визначаємо по [4 с.32]

$$\Delta i = \frac{i_{\phi} - i}{i} \cdot 100 \% \quad (3.5)$$

де i_{ϕ} – фактичне передаточне число;

i – вибране передаточне число

$$\Delta i = \frac{5,09 - 5,0}{5,0} \cdot 100 = 1,8$$

що знаходиться у межах допустимого.

Розраховуємо та підбираємо міжцентрову відстань в м
[3 с.85] в межах

$$l_{min} = 0,55 (D_1 + D_2) + h \quad (3.6)$$

$$l_{max} = 2 (D_1 + D_2) \quad (3.7)$$

де l_{min} – мінімальна міжцентрова відстань, м

l_{max} – максимальна міжцентрова відстань, м

h – висота перерізу пасу, м

D_1 – діаметр ведучого шківа, м

D_2 – діаметр веденого шківа, м

$$L_{min} = 0,55 (0,145 + 0,56) + 0,008 = 0,348$$

$$L_{max} = 2 (0,145 + 0,56) = 1,344$$

Приймаємо $l_p = 800 \text{ мм} = 0,8 \text{ м}$.

Розрахункова довжина пасу визначається по [3 с.88] в м, по формулі

$$L_p = 2l_p + \pi (D_1 + D_2) / 2 + (D_2 - D_1)^2 / 4l_p \quad (3.8)$$

де l_p – прийнята міжцентрова відстань, м

D_2 – діаметр веденого шківа, м

D_1 – діаметр ведучого шківа, м

$$L_p = 2 \cdot 0,8 + 3,14 \cdot (0,145 + 0,56) / 2 + (0,56 - 0,145)^2 / 4 \cdot 0,8 = 2,72$$

Найближча стандартна довжина пасу $L_p = 2800 \text{ мм} = 2,8 \text{ м}$

Розраховуємо дійсне значення міжцентрової відстані в м по [3 с.88]

$$l = 0,25 [L - \pi D_{cp}] + \sqrt{(L - \pi D_{cp})^2 - 2(D_2 - D_1)^2}; \quad (3.9)$$

$$D_{cp} = 0,5 (D_1 + D_2); \quad (3.10)$$

де L - вибрана стандартна довжина пасу, м

D_1 - діаметр ведучого шківa, м

D_2 - діаметр веденого шківa, м

D_{cp} - середній діаметр шківів, м

$$D_{cp} = 0,5 (0,145 + 0,56) = 0,336$$

$$\begin{aligned} l &= 0,25 [2,8 - 3,14 \cdot 0,336] + \sqrt{(2,8 - 3,14 \cdot 0,336)^2 - 2(0,56 - 0,145)^2} \\ &= 0,850 \end{aligned}$$

Розраховуємо кут обхвату ведучого шківa в град, по [3 с.89]

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ (D_2 - D_1)/l \quad (3.11)$$

де α_1 - кут охоплення шківa, град

D_1 - діаметр ведучого шківa, м

D_2 - діаметр веденого шківa, м

L - міжцентрова відстань, м

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ (0,56 - 0,145)/0,9 = 150$$

Розраховуємо швидкість пасу в м/с по [3 с.89]

$$V = 0,5 \cdot \omega \cdot D_1 \quad (3.12)$$

де ω - кутова швидкість ведучого шківa, рад/с

D_1 - діаметр ведучого шківa, м

$$V = 0,5 \cdot 100,5 \cdot 0,112 = 5,63$$

Колове зусилля на один пас в Н розраховується по формулі [3 с.78]

$$[p] = P_o C_\alpha C_l C_p \quad (3.13)$$

де p_o - величина колового зусилля, яке передається одним пасом, Н

C_α - коефіцієнт, який залежить від кута охоплення на веденому шківу

$$C_\alpha = 1 - 0,03 (180^\circ - \alpha_1) \quad (3.14)$$

де α_1 - кут охоплення ведучого шківа, град

$$C_\alpha = 1 - 0,03 \cdot (180^\circ - 150^\circ) = 0,92$$

де C_l - коефіцієнт, який враховує довжину пасу

$$C_L = 0,3 L/L_o + 0,7 \quad (3.15)$$

де L - довжина стандартного пасу, м

L_o - розрахункова довжина пасу, м

$$C_L = 0,3 \cdot 2,8/2,72 + 0,7 = 1,0$$

C_p - коефіцієнт режиму роботи.

Для клинового пасу типу Б при передаючому числі $i = 5$, діаметрі ведучого шківа $D_1 = 0,145$ м, довжині пасу $L = 2,8$ м, та швидкості пасу $V = 5,63$ м/с знаходимо по [3 с.79] $C_p = 0,8$

$$\text{Тоді } [p] = 370 \times 0,92 \times 1,0 \times 0,8 = 272,3$$

Розраховуємо колове зусилля в Н [2.с.44]

$$P = N/V \quad (3.16)$$

де N - встановлена потужність електродвигуна, кВт

V - швидкість пасу, м/с

$$P = 1,5 \times 10^3 / 5,63 = 267,9 \text{ Н}$$

Розраховуємо необхідну кількість пасів, шт

$$Z_p = P/P_o \quad (3.17)$$

де P - колове зусилля, Н

P_o - колове зусилля, яке передає один пас, Н

$$Z_p = 267,9/272,3 = 1$$

Розраховуємо зусилля в пасовій передачі, приймаючи напруження від попереднього натягу $\sigma_o = 1,8 \times 10^6$ Па по [3 с.426].

Попереднє натягнення кожної гілки пасу, в Н

$$S_o = \sigma_o \cdot F \quad (3.18)$$

де F - площа перерізу пасу, м

$$S_o = (1,8 \cdot 10^6) \cdot (81 \cdot 10^{-6}) = 145,8 \text{ м}$$

Робоче зусилля ведучої гілки пасу в Н становить [3 с.80]

$$S_1 = S_o + P/2 Z_p \quad (3.19)$$

$$S_1 = 145,8 + 267,9/(2 \cdot 1) = 279,8 \text{ Н}$$

Робоче зусилля веденої гілки пасу в Н, становить по [3 с.80]

$$S_2 = S_o - P/2 Z_p \quad (3.20)$$

$$S_2 = 145,8 - 133 = 12,2$$

Розраховуємо зусилля на валах шківів в Н по [3 с.80]

$$Q = 2 S_o Z_p \sin(\alpha_1 \div 2); \quad (3.21)$$

де S_o – зусилля натягу гілки, Н

Z_p – розрахункова кількість пасів, шт

α_1 - кут охоплення ведучого шківa, град

$$Q = 2 \cdot 145,8 \cdot 1 \cdot 0,966 = 281,7$$

Перевіряємо пас на довговічність [3 с.81]

Число пробігів пасу

$$U = V/L \quad (3.22)$$

де V - швидкість руху пасу, м/с

L - довжина пасу, м

$$U = \frac{5,63}{2,8} = 2,001$$

При $U \leq \frac{1}{10} \text{ с}^{-1}$ умова довговічності виконана.

Розраховуємо конструктивні розміри шківів по [3 с.82]

Розраховуємо зовнішні діаметри, в м

$$D_{\text{зов.}} = D + 2c \quad (3.23)$$

Розраховуємо внутрішні діаметри, в м

$$D_{\text{вн.}} = D_{\text{зов.}} - 2e \quad (3.24)$$

Розраховуємо ширину шківа, в м

$$B = (Z - 1) \cdot t + 2s \quad (3.25)$$

де D_1 – діаметр ведучого шківа, м

D_2 – діаметр веденого шківа, м

c, e, s, t – розміри перерізу паса, м

Z – число пасів

Для пасу Б-2800 [3 с.82]

$$c = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$$

$$e = 17 \text{ мм} = 0,017 \text{ м}$$

$$s = 15 \text{ мм} = 0,020 \text{ м}$$

$$t = 21 \text{ мм} = 0,021 \text{ м}$$

Ведучий шків

$$D_{1 \text{ зов}} = 0,145 + 2 \times 0,005 = 0,155$$

$$D_{1 \text{ вн}} = 0,155 - 2 \times 0,017 = 0,121$$

$$B = (1 - 1) \times 0,021 + 2 \times 0,020 = 0,04$$

Ведений шків

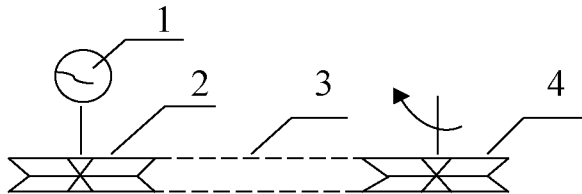
$$D_{2 \text{ зов}} = 0,56 + 2 \times 0,005 = 0,57$$

$$D_{2 \text{ вн}} = 0,57 - 2 \times 0,017 = 0,536$$

$$B = (1 - 1) \times 0,021 + 2 \times 0,02 = 0,04 \text{ м}$$

3.3 Кінематичний розрахунок

Кінематична схема



1. Електродвигун $N = 1,5 \text{ кВт}$, $n = 1000 \text{ об/хв}$

2. Ведучий шків $D_1 = 0,112 \text{ м}$

3. Пас Б – 2800 мм

3. Ведений шків $D_2 = 0,56 \text{ м}$

Передаточне число розраховуємо по формулі [4 с.30]

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_{K1}}{M_{K2} \eta} = \frac{D_2}{D_1} \quad (3.26)$$

де ω_1 - кутова швидкість ведучого валу, рад/с

ω_2 - кутова швидкість веденого валу, рад/с

n_1 – частота обертів ведучого валу, с^{-1}

n_2 – частота обертів веденого валу, с^{-1}

M_{k1} – обертовий момент ведучого валу, Нм

M_{k2} – обертовий момент веденого валу, Нм

η – к.к.д. передачі

D_1 та D_2 – діаметри шківів, м

Знаючи діаметри шківів знаходимо передаточне число

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{0,63}{0,112} = 5$$

Приймаємо передаюче відношення 5, воно відповідає рекомендованому [4 с.31].

По визначеному передаючому відношенні розраховуємо швидкість обертання веденого шківа, об/хв

$$n_2 = n_1/i = 1000/5 = 200 \quad (3.27)$$

Швидкість обертання веденого валу і відповідно дебалансного механізму відповідає рекомендованим швидкостям ($180 \div 250$ об/хв).

З відповідністю до схеми врівноваження ситового корпусу дебалансним вантажем, див. розділ 2, отримуємо у Н

$$F_1 = m_k \cdot \omega_2^2 \cdot R \quad (3.28)$$

де m_k – маса ситового корпусу 40 кг [5]

ω^2 - кутова швидкість корпусу, рад/с

R - радіус веденого шківа

Кутова швидкість в рад/с розраховується по формулі [4 с.42]

$$\omega = 2\pi n/60 = (2 \cdot 3,14 \cdot 200)/60 = 31,7 \quad (3.29)$$

$$F1 = 40 \cdot 1,72 \cdot 0,28 = 279,8$$

$$F2 = m_b \cdot \omega_2 \cdot r \quad (3.30)$$

де m_b – маса дебалансного вантажу, кг

r – радіус обертання дебалансного вантажу, м

ω - кутова швидкість, рад/с

Виходячи з умови рівноваги сил маємо $F_1 = F_2$

$$m_k \omega^2 r = m_b \omega^2 R \quad (3.31)$$

Визначаємо масу дебалансного вантажу, в кг

$$m_b = m_k \cdot r/R = 40 \times 0,18/0,28 = 2,75 \quad (3.32)$$

тоді

$$F2 = 2,75 \times 31,72 \times 0,18 = 497,4$$

Рух зернової маси по похилому ситі забезпечує сила прискорення F_3 , Н

$$F_3 = (m_k + m_3) \cdot V \cdot e \quad (3.33)$$

де m_k – маса корпусу, кг

m_3 – маса зернової маси на ситі, кг

V – швидкість руху зерна на ситі, м/с

e – ексцентриситент коливань, м.

Швидкість руху зернової маси на ситі розраховується в м/с по формулі

$$V = (d_o - z_o - z_o t g \alpha) \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{[(d_o - z_o - z_o t g \alpha) \sin 2\alpha + 2z_o]}} \quad (3.34)$$

де d_o – діаметр отворів сита, м

z_o – діаметр зерна пшениці, м

α - кут нахилу сит, град

$$V = (0,006 - 0,003 - 0,003 \cdot 0,194) \times \sqrt{\frac{9,81 \cdot 0,98}{[(0,006 - 0,003 - 0,003 \cdot 0,194)0,19 + 2 \cdot 0,003]}} = 0,23 \text{ Н}$$

Кутова швидкість зернової маси в рад/с становить по формулі (3.34)

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,23/60 = 0,024$$

Розраховуємо амплітуду коливань в м, по [2 с.29]

$$e = \frac{m_B}{m_K m_B} \cdot R \quad (3.35)$$

де m_B – маса дебалансного вантажу, кг

m_K – маса кузова, кг

R – радіус обертання вантажу, м

$$e = \frac{2,75}{42,75 + 2,75} \cdot 0,28 = 0,03$$

$$F_z = 427,5 \cdot 0,230,03 = 2,3 \text{ Н}$$

3.4 Енергетичний розрахунок

Проводимо перевірку потужності електродвигуна, встановленого на сепараторі.

Потужність двигуна в кВт по [4 с.36] становить

$$N_{дв} = \frac{F \cdot V}{1000 \eta} \quad (3.36)$$

де V – швидкість руху пасу, м/с

η – к.к.д. пасової передачі

$$N_{дв} = \frac{497,4 \cdot 5,63}{1000 \cdot 0,95} = 1,43 = 1,5 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна задовольняє вимоги. Електродвигун марки 4A112MA8УЗ, потужністю $N=1,5\text{кВт}$, частотою обертання $n=1020\text{об/хв.}$, $\eta=79,0$, $\cos\varphi=0,8$, масою $m=25\text{кг}$, трьохфазний, асинхронний.

3.5 Розрахунок пневмосепаруючого каналу

Вихідні дані: фізико-механічні властивості пшениці - об'ємна щільність $\rho = 760 \text{ кг/м}^3$; коефіцієнт внутрішнього тертя $f_1 = 0,47$; кут тертя $\varphi = 20,3^\circ$; коефіцієнт зовнішнього тертя по сталевому решету $f = 0,37$, швидкість витання пшениці $V_{\text{ВИТ}} = 8,5 \dots 11,5 \text{ м/с}$, швидкість витання засмічених домішок $V_{\text{ВИТ}} = 4 \dots 6 \text{ м/с}$.

Розраховуємо максимальну кількість домішок A (кг), що виділяються із зерна, за формулою, знаючи вміст нормального зерна у відходах $a = 2\%$ від їх маси; та B (кг) - масу домішок у вихідній суміші, які могли бути виділені повітряним потоком

$$B = Q \cdot 0,02 = 100000 \cdot 0,02 = 2000 \text{ кг} \quad (3.37)$$

Розрахунок проводимо виходячи з продуктивності сепаратора $\Pi = 100000 \text{ кг/год.}$

Приймаємо по [6 с.15] оптимальне питоме навантаження пневмосепаруючого каналу $q = 150 \text{ кг/(год.см)}$.

Для досягнення максимальної ефективності очищення по вибраному питомому навантаженні згідно номограми залежності ефективності очищення від ширини каналу [6 с.15] вибираємо ширину пневмоканалу $B = 130 \text{ мм}$.

Довжина каналу розраховується в мм по [6 с.16]

$$L = \Pi/g \quad (3.38)$$

де Π – продуктивність сепаратора, кг/год

g – питоме навантаження, кг/(год.см)

$$L = \frac{24000}{150} = 160 \text{ см} = 1600 \text{ мм}$$

Вибираємо з таблиці 1.1 [6 с.10] швидкість паріння зерна та легких домішок. Максимальна швидкість повітряного потоку для зерна пшениці становить 8,7 м/с. В залежності від питомого навантаження $q = 150 \text{ кг}/(\text{год.см})$ швидкість руху повітря становить 6,5 м/с.

Визначаємо ступінь нерівномірності потоку повітря, %

$$\Phi = \frac{V}{V_k} \cdot 100 = \frac{8,7}{6,5} \cdot 100 = 134 \% \quad (3.39)$$

Перевищення складає 34%, що допустимо. Приймаємо кут вводу сортувальної суміші $\alpha = 0^\circ \div 40^\circ$ (кут нахилу поворотної плити) по [6 с. 12]

Розраховуємо необхідну кількість повітря $\text{м}^3/\text{с}$, [6 с.13]

$$Q_{\Pi} = B \cdot L \cdot V_k \quad (3.40)$$

де B – ширина каналу, м

L – довжина каналу, м

V_k – швидкість повітря, м/с

$$Q_{\Pi} = 0,13 \cdot 1,6 \cdot 6,5 = 13,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розраховуємо витрати тиску у пневмосепаруючому каналі, в Па

$$H_{\Pi k} = (0,85 V_k + 1,17) \cdot 0,1 \cdot \frac{q}{B} \cdot \frac{\rho V^2}{2} \quad (3.41)$$

де: q – питома навантаження, $\text{кг}/(\text{год.см})$

B – ширина пневмоканалу, см

V_k – швидкість повітря у каналі, м/с

ρ_{Π} – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$

$$H_{\Pi k} = (0,85 \cdot 6,5 + 1,17) \cdot 0,1 \cdot \frac{150}{13} \cdot \frac{1,2 \cdot 6,5^2}{2} = 195,7 \text{ Па}$$

Розраховуємо втрати тиску в Па, та визначаємо діаметр повітропроводу в мм на ділянці до циклона розвантажувача.

$$H_{д1} = R \cdot L + \sum \xi \frac{\rho V^2}{2} \quad (3.42)$$

де $R = 1,68$ Па м – втрати тиску на 1 п.м.

$L = 8$ м – довжина ділянки

$\rho = 1,2$ кг/м³ – густина повітря

$V = 8,6$ м/с – швидкість повітря

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів

$$H_d = 44,2 \text{ Па}$$

Згідно схеми встановлення сепаратора ділянка має два коліна під кутом 90

°. Коефіцієнт місцевого опору коліна $\xi = 0,2$. Довжина ділянки з урахуванням вирівняної довжини фасонних частин $L = 8$ м. Діаметр повітропроводу по [6 табл.16] $D_{пл} = 400$ мм.

$$H_{д1} = 1,68 \cdot 8 + 0,4 \cdot 44,2 = 13,44 + 17,68 = 31,1 \text{ Па}$$

Розраховуємо пилевловлювач

Продуктивність пилевловлювача, м³/год

$$Q_{ц} = 1,05 \cdot Q_{п} = 1,05 \cdot 3740 = 3927 \quad (3.43)$$

Швидкість повітря на вході в циклон, м/с

$$V_{вх} = \frac{Q_{ц}}{F_{вх} \cdot 3600} \quad (3.44)$$

Приймаємо до установки циклон горизонтальний циклон з площею вхідного отвору $F_{вх} = 0,0693$ м²

$$V_{вх} = \frac{3927}{0,0693 \cdot 3600} = 15,7 \text{ м/с}$$

Розраховуємо діаметр вихідної частини циклону, мм

$$D = 14,4 \sqrt{Q_{ц}} = 14,4 \cdot \sqrt{3927} = 962,4 \text{ мм} \quad (3.45)$$

Приймаємо стандартний діаметр $D_{ц} = 972$ мм.

Розраховуємо опір циклона, Па

$$H_{\text{ц}} = \xi \frac{\rho_{\text{п}} \cdot V^2}{2} = 5 \cdot \frac{1,2 \cdot 15,7^2}{2} = 739,5 \text{ Па} \quad (3.46)$$

де: ξ – коефіцієнт опору циклона; $\xi = 5$

$\rho_{\text{п}}$ – густина повітря, кг/м^3

$V_{\text{вх}}$ – швидкість повітря на вході в циклон, м/с

Розраховуємо втрати тиску на ділянці між циклоном та вентилятором в Па по формулі (3.46)

$R = 0,46$ – втрати тиску на 1 м^2 , Па

$L = 10$ – довжина ділянки, м

$H_{\text{д}} = 15,3$ – втрати тиску від швидкості повітря, Па

$\rho = 1,2$ – густина повітря, кг/м^3

$V = 5,0$ – швидкість повітря, м/с

$\sum \xi = 0,8$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів

$D_{\text{п2}} = 560$ – діаметр повітропроводу, мм

$$H_{\text{діл.2}} = 0,46 \cdot 10 + 0,8 \cdot 15,3 = 16,8 \text{ Па}$$

Розраховуємо втрати тиску на вихідному повітропроводі вентилятора по формулі (3.44).

При кількості повітря $Q_{\text{п}} = 3927 \text{ м}^3/\text{год}$ та діаметрі повітропроводу $D_{\text{п3}} = 560$ мм. По таблиці [6 табл.16] знаходимо

$R = 0,46$ – втрати тиску на 1 м^2 , Па

$L = 3$ – довжина повітропроводу ділянки, м

$H_{\text{д}} = 15,3$ – втрати тиску від швидкості повітря, Па

$V = 5,0$ – швидкість повітря, м/с

$\sum \xi = 0,4$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів

$$H_{\text{діл3}} = 0,46 \cdot 3 + 0,4 \cdot 15,3 = 7,5 \text{ Па}$$

Знаходимо сумарні втрати тиску, в Па

$$H_3 = H_{\text{пк}} + H_{\text{д1}} + H_{\text{ц}} + H_{\text{д2}} + H_{\text{д3}} \quad (3.47)$$

$$H_3 = 195,7 + 31,1 + 739,5 + 16,8 + 7,5 = 990,6$$

По знайдених втратах тиску та необхідній кількості повітря підбираємо вентилятор ВСД–6,3 з $Q_{\text{max}}=12000 \text{ м}^3/\text{год}$, $H_{\text{max}} = 2100 \text{ Па}$, $\eta_v = 0,51$, $n_v = 1210 \text{ об/хв}$. [6 табл.23]

Потужність на валу вентилятора розраховуємо за формулою, кВт

$$N_v = \frac{Q_v \cdot H_3}{36 \cdot 10^5 \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{під}}} \quad (3.48)$$

де Q_v – витрати повітря в мережі, $\text{м}^3/\text{год}$

H_3 – тиск який розвиває вентилятор, Па

η_v – к.к.д. вентилятора

$\eta_{\text{пер}}$ – к.к.д. передачі

$\eta_{\text{під}}$ – к.к.д. підшипника

$$N_v = \frac{3927 \times 990,6}{36 \times 10^5 \times 0,51 \times 0,95 \times 0,98} = 3,87$$

Установча потужність N_y визначається в кВт за формулою

$$N_y = K \times N_v = 3,87 \times 1,15 = 4,45 \quad (3.49)$$

де K – коефіцієнт запасу

$$K = 1,5 \text{ бо } N_v < 5,0 \text{ кВт}$$

Підбираємо електродвигун 4А112М4УПУЗ. Потужністю $N_y = 5,5 \text{ кВт}$, $n = 1455 \text{ об/хв}$. Шків на вентиляторі 4Б160. Шків на електродвигуну 4Б140. Частота обертання колеса вентилятора $n_k = 1210 \text{ об/хв}$.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Заходи щодо безпечної експлуатації обладнання

Охорона праці – це система правил та заходів, що забезпечують безпечну роботу на даному виробничому об'єкті.

Охорона праці включає всю систему законодавчих актів, а також відповідні соціально-економічні, технічні, гігієнічні та організаційні заходи, спрямовані на створення безпечних умов праці.

Державна політика в галузі охорони праці спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо власнику підприємства.

Система управління охороною праці підприємства (СУОП) включає службу охорони праці та керівництво підприємства і керується у своїй діяльності законодавством України про охорону праці, міжгалузевими та галузевими нормативними актами. про охорону праці та положення про безпеку та гігієну праці. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо власнику підприємства.

Служба охорони праці на підприємстві вирішує такі завдання:

- забезпечення професійної підтримки у прийнятті роботодавцем рішень з питань охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничих процесів, обладнання, будівель і споруд;
- надання коштів працівникам за індивідуальні а колективний захист;
- професійне навчання та вдосконалення працівників з питань охорони праці, підтримка безпечних методів праці;
- інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

Служба охорони праці виконує такі основні функції:

- розробляє ефективну комплексну систему управління охороною праці;

- здійснює оперативне та методичне керівництво роботами з охорони праці;
- спільно зі структурними підрозділами підприємства готує комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, а також розділу «Охорона праці» в колективному договорі;
- проводить з працівниками вступний інструктаж з охорони праці;
- готує пропозиції до нормативно-правових актів і розпоряджень з питань охорони праці та подає їх роботодавцю для оцінки;
- бере участь у розслідуванні аварій та аварій; проведення внутрішнього аудиту; організація навчання з питань охорони праці; роботу комісії з перевірки знань з питань охорони праці; роботу комісії з охорони праці підприємства; роботу погоджувальних комісій закінчених будівництвом, реконструкцією або технічною реконструкцією об'єктів промислового і соціального призначення. Перелік шкідливих і небезпечних чинників, що виникають при обслуговуванні обладнання потокової лінії приймання, сушіння і зберігання зерна приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 4.1

Джерела виникнення шкідливих та небезпечних виробничих чинників	Кількість	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
1	2	3
Автомобілерозвантажувач ГУАР-30М	1	Електричний струм, зерновий пил, рухомі вузли розвантажувача
Стрічкові конвеєра ЛТ-500	5	Зерновий пил, електричний струм, швидкообертові деталі, вібрація, шум
Норії П-100, І-20	5	Зерновий пил, електричний струм, швидкообертові деталі, вібрація, шум
Скребкові конвеєр УТФ-320	1	Зерновий пил, електричний струм, швидкообертові деталі, вібрація, шум
Повітряно-ситовий сепаратор БСХ-100	1	Зерновий пил, електричний струм, вібрація, шум
Пилівіддільник ЦОЛ-10	1	Зерновий пил, електричний струм, вібрація

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
---	---	---

Магнітний сепаратор КМ-100 СушаркаУ13-СШ-50	1 1	Електричний струм, магнітні поля Висока температура, тепловиділення, шум, електричний струм, вибухопожежонебезпека.
--	--------	--

Загальні заходи з охорони праці у відділенні

Перед пуском конвеєрів в роботу необхідно провести його зовнішній огляд, перевірити кріплення всіх частин, наявність заземлення, справність електрообладнання. Провести пробний запуск без завантаження. Перевірити, чи спрацьовують кінцеві вимикачі. Впевнившись, що транспортер працює справно, можна приступати до його експлуатації.

Усунення виявлених недоліків, регулювання і налагодження вузлів, натяг ланцюгів і стрічки, змащення поверхонь, що труться, та очищення транспортера необхідно проводити при його повній зупинці, вимкненому електродвигуні і заблокованій проти можливості вмикання пускової кнопки. При виконанні цих робіт необхідно повісити на пусковому пристрої плакат: "Не вмикати – працюють люди!". Органи управління (рукоятки, кнопки та інше) встановлюють в місцях, які забезпечують добрий нагляд за конвеєром під час його роботи. Транспортери обладнуються звуковою та світловою сигналізацією (сирена, дзвінок, світильники), що попереджує про їх запуск або про аварійну ситуацію.

Транспортери в головній і хвостовій частинах повинні бути обладнані аварійними кнопками "Стоп" для миттєвої їх зупинки. Транспортери, що погано проглядаються по всій довжині, в місцях підвищеної небезпеки, у разі необхідності, додатково обладнуються кнопками "Стоп" (зі сторони проходу). Кнопки "Стоп" також встановлюються при великій довжині транспортера через кожні 10 м і фарбуються в червоний колір.

На зерноприймальних підприємствах всі транспортери повинні обладнуватися аспіраційними системами або витяжною вентиляцією для видалення шкідливих речовин. Пробуксовування стрічки по привідному барабану не

допускається. У випадку його виникнення, воно повинно бути ліквідоване способами, передбаченими конструкцією транспортера (збільшенням натягу стрічки, збільшенням тиску пружинного ролика і т. п.). Робота стаціонарних стрічкових транспортерів без пристроїв, що контролюють швидкість, не допускається. При послабленні натягу стрічки забороняється змащувати привідні барабани в'язкими речовинами (смола, каніфоль і т. п.). Відстань від нижньої стрічки конвеєра до підлоги повинна бути не менше 0,15 м.

Оператор повинен виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов інструктаж і на виконання якої отримав наряд. Не можна передоручати виконання своєї роботи іншим.

Бункери, прямки норій повинні закриватись суцільним перекриттям з влаштуванням лазових люків. Завальна яма на всю поверхню обладнується захисною решіткою, в якій також передбачається лазовий люк. Всі лазові люки в бункери, прямки норій обладнуються запасними решітками з розміром вічок не більше 250x75 мм, розмішують їх не глибше 60 мм від поверхні підлоги.

Всі решітки люків виконуються на петлях і закриваються на замок або кріпляться на болтах. Електролампочки повинні бути обладнані скляними ковпаками. Запуск і включення сепаратора, усунення несправностей проводить оператор. Усунення несправностей електрообладнання проводить тільки електрик. Для обслуговування верхньої частини обладнання слід користуватися надійною драбиною, кінці якої повинні оббиті матеріалом, що не дає можливості просковзування.

При експлуатації технологічного устаткування сушильних комплексів необхідно враховувати виникнення потенційно шкідливих і небезпечних факторів, до яких відносяться: нанесення травм рухомими і обертовими частинами

транспортерів, вантажопідйомного і транспортного устаткування, ураження електричним струмом.

Всі операції під час обслуговування сушарки треба виконувати при вимкненому обладнанні. Пуск і зупинку здійснюються за заздалегідь встановленими і відомими всьому обслуговуючому персоналу сигналами.

При виконанні ремонтних операцій або технічного обслуговування необхідно користуватися запобіжними окулярами. Не можна застосовувати підкладки, нарізати ключ трубою або один ключ іншим, у цьому випадку ключі можуть легко зіскочити і завдати травми. Забороняється бити молотком по ключу.

Експлуатація всіх агрегатів допускається тільки у справному стані. Особливо ретельно необхідно контролювати справність електрообладнання, контрольно-вимірювальних пристроїв. Роботи усередині приміщення сушільних комплексів слід проводити в респіраторах, окулярах і рукавицях.

Необхідно дотримуватися температурного режиму установки. Температура повітря, що подається в сушарку, не повинна перевищувати величини, встановленої інструкцією.

Роботи на сушарці повинні проводитися бригадою у складі 3 осіб з дозволу особи, призначеної адміністрацією відповідальним за безпечну роботу агрегату. Перед обслуговуванням сушарки необхідно відключити її примусове вентильовання.

Щодня в кінці зміни обладнання та приміщення слід очищати, видаляючи розсипані насіння, пил, бруд.

Забороняється під час роботи сушарки:

- відкривати оглядові й технологічні люки та кришки, виробляти будь-які роботи з прочищення каналів, ремонту;
- залишати обладнання без нагляду.

Розрахунок резервуару для води на зовнішнє пожежогасіння

На підприємстві, що проектується, зберігання зерна передбачається в типовому зерносховищі розмірами 60×20м, тобто площею $S=1200\text{м}^2$; висота сховища - 12м. Проведемо розрахунок об'єму резервуару для води на зовнішнє

пожежогасіння. Ступінь вогнестійкості споруди - II, категорія приміщення за вибухопожежонебезпечністю - Б.

Розв'язок

Згідно табл.1 "Розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння на одну пожежу для промислових підприємств" при об'ємі зерносховища, м³

$$V = S \cdot h = 1200 \cdot 12 = 14400 \text{ м}^3 \quad (4.1)$$

та категорії приміщення за вибухопожежонебезпечністю - Б приймається витрата води на зовнішнє пожежогасіння 40 л/с.

Запас води передбачається на три години пожежогасіння і визначається за формулою, м³

$$V_{\text{п}} = 11 \cdot Q = 11 \cdot 40 = 440 \quad (4.2)$$

Резервуар для збереження запасу води має прямокутну форму отже його розміри визначаються $a \times b \times h$, м.

Приймається $a=b=8$ м. Таким чином висота резервуару, м

$$h = V/a^2 = 440/8^2 = 6,875 \quad (4.3)$$

На підприємстві потрібно передбачити резервуар для запасу води на зовнішнє пожежогасіння розмірами 8÷8÷6,785м.

Інструкція з охорони праці при обслуговуванні зерноочисного сепаратора БСХ-100

1. Загальні вимоги

1.1. Працівник зобов'язаний: знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, особисто вживати посильних заходів щодо усунення небезпечної виробничої ситуації; виконувати вимоги інструкції підприємства. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують і навколишнього середовища.

1.2 До обслуговування зерноочисних машин допускаються особи, що

пройшли медичний огляд, спеціальне навчання з обов'язковим складанням іспиту з охорони праці, вступний та первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці.

1.3 Працівник повинен дотримуватися вимог внутрішнього трудового розпорядку:

- дотримуватися технологічної дисципліни; дбайливо ставитись до устаткування, інструменту, пристроїв, матеріалів, спецодягу та інших засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), передбачених для цієї спеціальності, зберігати їх у спеціально відведених місцях;
- утримувати в чистоті робоче місце та територію підприємства.

1.4 На робочому місці не дозволяється палити, вживати спиртні напої та інші речовини, що справляють наркотичну дію на організм людини. Палити дозволяється тільки в спеціально відведених і обладнаних місцях.

1.5 Щоб запобігти травмуванню та виникненню травмонебезпечних ситуацій, дотримуйтесь таких вимог:

- не залишайте працююче устаткування без нагляду та не допускайте до роботи на ньому осіб, які не пройшли навчання;
- працюйте на справному устаткуванні, справними пристроями та інструментом;
- при виявленні несправностей потрібно повідомити безпосереднього керівника або ліквідуйте їх самі, якщо це входить в обов'язки. Не дозволяється працювати на устаткуванні зі знятими захисними засобами травмонебезпечних зон;

1.6 При виконанні робіт використовуйте засоби індивідуального захисту, передбачені нормами.

1.7 Дотримуйтесь вимог особистої гігієни:

- верхній одяг, головний убір, вуличне взуття, особисті речі залишайте в гардеробній;
- роботу виконуйте в чистому спецодязі; приймайте їжу в кімнаті для приймання їжі.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Одягти спецодяг, пристебнути ремінь безпеки, захвати волосся під головний убір.

2.2 Ознайомитися із зауваженнями та пропозиціями попередніх змін щодо технічного стану обладнання шляхом запису в журналі змін.

2.3. Оглянути обладнання та перевірити: звукову та світлову сигналізацію, що забезпечує зв'язок цеху обробки зерна з суміжними дільницями; наявність і справність засобів захисту рухомих частин машин; стан видимої частини заземлення; відсутність пошкоджень електропроводів, обривів проводів кабелю, а також його ослаблених кінців у сепараторах круговими рухами в робочій зоні.

2.4 Запустіть машину на холостому ходу та переконайтеся, що корпуси збалансовані вперед і назад, рами екрану щільно затягнуті, немає сторонніх шумів, блокування пускових пристроїв і аспірації справні.

2.5 Увімкнути припливно-витяжну вентиляцію у відсіку.

2.6. При виявленні несправностей повідомте про це свого безпосереднього керівника і не приступайте до роботи без його дозволу.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1 Перед ввімкненням устаткування в роботу подайте сигнал у суміжні за технологічним процесом дільниці.

3.2 Під час експлуатації зерноочисних машин забезпечуйте рівномірну подачу зерна живильним механізмом та рівномірний розподіл його по всій ширині решет. Не допускайте утворення завалів. Якщо це трапилось, припиніть подачу продукту, зупиніть машину. Розчищення робіт за допомогою спеціального інвентаря (щіток з довгими ручками, скребків).

3.3 Щоб уникнути зруйнування сепаратора з коловим рухом, не зупиняйте їх під час розгону, а також повторно не вмикайте до остаточної зупинки.

3.4 Очищення сит сепараторів виконуйте спеціальними щітками з довгими ручками, а живильних механізмів - спеціальними скребками.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

4.1 Негайно зупиніть машину та транспортні засоби якщо:

- подальша їх робота загрожує безпеці працюючих;
- при відчутті дії електричного струму при дотику до металевих частин пускової апаратури;
- при іскроутворенні в електродвигуні або пусковій апаратурі;
- при перегріві підшипників;
- при найменших ознаках загоряння, появи диму, запаху гару;
- при появі невластивого шуму, стукіту, вібрації. Сповістіть безпосереднього керівника про те, що сталося.

4.2 При виникненні пожежі в зерноочисному відділенні:

- вимкніть устаткування, транспортні засоби, приливно-витяжну вентиляцію;
- сповістіть пожежну охорону (ДПД) та адміністрацію; розпочніть гасіння.

4.3 При загорянні електропроводів вимкніть рубильник.

Електропровода, які знаходяться під напругою, гасить вуглекислотним вогнегасником або піском.

4.4 При нещасних випадках з травмуванням людини повідомте безпосереднього керівника, викличте медпрацівника або "Швидку допомогу".

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1 Припинити подачу зерна в машину, вимкнути її.

5.2. Зберіть розсипане зерно з підлоги щіткою з довгою ручкою. Очистити обладнання та робочу зону від пилу безпилувим (пневматичне очищення) або вологим способом.

5.3 Про всі технічні недоліки та несправності, що виникли під час роботи, повідомляти чергову зміну та безпосереднього керівника. Заповнити журнал «прийом-передача».

4.2. Охорона навколишнього середовища

Джерелами забруднення повітря є токсичні речовини, що виділяються під час пожежі.

Димові труби потрапляють безпосередньо в повітря, що сприяє забрудненню та пошкодженню озонового шару. Оскільки в даному об'єкті вода щоденно використовується для господарських потреб, але миючих засобів немає, це необхідно, оскільки вода потрапляє в каналізаційну мережу, де очищується за допомогою фільтрів.

У разі пожежі вода зі сміттям і відкладеннями (шлак, перегоріла тріска, сажа) потрапляє в каналізацію і частково витікає назовні об'єкта, тобто. Х. на земну поверхню, де поглинається і забруднює верхній шар земної кори. У плані укріплення та захисту ґрунту можна вжити заходів у разі витіку води під час пожежі. Правильним рішенням буде заміщення приміщення об'єкта асфальтом і бетоном або спрямування стоків в окремі ємності для очищення.

Забруднення навколишнього середовища може статися внаслідок аварій, пожеж і вибухів. У разі аварії можуть бути пошкоджені будівельні конструкції та об'єкти комунального господарства, що призведе до погіршення екологічного стану. Інші види пошкоджень виникають при пожежах і вибухах. Так, під час пожежі утворюється багато диму, підвищується температура навколишнього середовища, змінюється склад повітря, погіршується стан насаджених гірських масивів, уражається літосфера, живі організми тощо. При вибуху є можливість пошкодження прилеглих предметів і людей.

Більшу загрозу довкіллю становлять пожежі та вибухи, які можливі в цьому бізнесі. Під час пожежі в повітря виділяється велика кількість диму, який негативно впливає на біосферу, тобто збільшується в повітрі кількість токсичних речовин, які руйнують компоненти кисню і осідають з опадами, також на земній поверхні спостерігається підвищення температури, що в свою чергу впливає на навколишнє середовище і людину, викликаючи опіки різного роду градусів (ультрафіолет). Вплив температури на навколишнє середовище теж є негативним фактором, тому що при підвищенні температури це має свій вплив нерухоме майно на будинки та благоустрій, які розташовані на території.

Згоряння атмосферного кисню під час пожежі є одним із основних факторів екологічної небезпеки, оскільки вони безпосередньо впливають на стан

навколишнього середовища. Коли вміст кисню в повітрі падає до 14-16%, у людини, яка знаходиться цьому середовищі виникає запаморочення, він може відчувати втрати свідомості, а потім смерть. За довідковими даними для повного згоряння 1 кг зерна і зернового пилу при вологості 20% потрібно близько 3,6 м³ повітря, при цьому виділяється 4 м³ продукти горіння.

4.3. Розрахунок економічної ефективності від провадження діяльності

Вихідні дані зібрані на ТОВ «Амарант» приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Вихідні дані

Показники	Кількість
Вартість придбання сепаратора А1-БСХ-100, грн.	232400
Вартість придбання сепаратора А1-БСХ-16, грн.	168600
Норма амортизаційних відрахувань, % від вартості обладнання	15
Річний фонд роботи обладнання, діб.	2100
Потужність двигунів на обладнанні, кВт*год:	
Базовий варіант	1,1
Розрахунковий варіант	1,5
Тариф за 1 кВт*год., грн..	1,03
Коефіцієнт використання обладнання	0,8
Кількість робочих змін	2
Амортизаційні відрахування, % до вартості обладнання	15,0
Витрати на поточний ремонт, % від суми амортизації	50,0
Транспортні витрати,% до вартості придбання обладнання	5,0
Заготівельно-складські витрати,% до вартості придбання обладнання	1,25
Проектні роботи,% до вартості придбання обладнання	5,0
Монтажні роботи,% до вартості придбання обладнання	20,0
Продуктивність обладнання, т/год.:	12
Базовий варіант	50
Розрахунковий варіант	100
Тривалість зміни, год.	12

Розрахунок одноразових капітальних витрат

Вартість придбання обладнання

$$K = K_0 + K_T + K_c + K_{\text{пр}} + K_M \quad (4.1)$$

де K_0 - вартість придбання обладнання

базовий варіант: $K_1 = 168600$ грн.

розрахунковий варіант: $K_2 = 232400$ грн.

K_T - транспортні витрати (5% від вартості обладнання)

$$K_T = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.2)$$

базовий варіант: $K_1 = 168600 \cdot 0,05 = 8430$ грн.

розрахунковий варіант: $K_2 = 232400 \cdot 0,05 = 11620$ грн.

K_c - заготівельна складність (1,25% від вартості обладнання)

$$K_c = K_0 \cdot 0,0125 \quad (4.3)$$

базовий варіант: $K_{c1} = 168600 \cdot 0,0125 = 2107,5$ грн.

розрахунковий варіант: $K_{c2} = 232400 \cdot 0,0125 = 2905$ грн.

$K_{\text{пр}}$ – проектні роботи (5% від вартості обладнання)

базовий варіант: $K_{\text{пр}1} = 168600 \cdot 0,05 = 8430$ грн.

розрахунковий варіант: $K_{\text{пр}2} = 232400 \cdot 0,05 = 11620$ грн.

K_M – монтажні роботи (20% від вартості обладнання)

$$K_M = K_0 \cdot 0,2 \quad (4.4)$$

базовий варіант: $K_{M1} = 168600 \cdot 0,2 = 33720$ грн.

розрахунковий варіант: $K_{M2} = 232400 \cdot 0,2 = 46480$ грн.

Підставляємо дані у формулу (4.1)

базовий варіант: $K_1 = 168600 + 8430 + 2107,5 + 8430 + 33720 = 221287,5$ грн.

розрахунковий варіант: $K_2 = 232400 + 11620 + 2905 + 11620 + 46480 =$
 $= 305025$ грн.

Розрахуємо потужність

$$Q = q \cdot t \cdot k_{\text{в.п.}} \quad (4.5)$$

де q – годинна продуктивність сепаратора, т

t – річний фонд роботи обладнання, год

$k_{\text{в.п.}}$ – коефіцієнт використання потужності

базовий варіант: $Q_1 = 50 \cdot 2100 \cdot 0,8 = 84000$ т

розрахунковий варіант: $Q_2 = 100 \cdot 2100 \cdot 0,8 = 168000$ т

Визначимо питомі капітальні вкладення на 1 т

$$K_{\text{п}} = K/Q \quad (4.6)$$

базовий варіант: $K_{\text{п1}} = 221287,5/84000 = 2,63$ грн.

розрахунковий варіант: $K_{\text{п2}} = 305025/168000 = 1,82$ грн.

Розрахунок зміни поточних витрат

Витрати електроенергії

$$E_{\text{ел}} = (N_{\text{дв}} \cdot T \cdot K_{\text{ев}} \cdot K_{\text{інт}} \cdot C_{\text{е}})/\eta \quad (4.7)$$

де $N_{\text{дв}}$ - сумарна потужність встановлених або вилучених двигунів, кВт; $N_1 = 1,1$;

$N_2 = 1,5$.

T - час роботи двигуна, год

$$T = 12 \cdot 2 \cdot 180 = 4320 \quad (4.8)$$

$K_{\text{ев}} = 1,06$ - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі заводу

$K_{\text{інт}} = 0,8$ - коефіцієнт використання потужності устаткування

$\eta = 0,9$ - коефіцієнт корисної дії електродвигуна

Отже, витрати електроенергії становлять

базовий варіант: $E_{\text{ел1}} = (1,1 \cdot 4320 \cdot 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,03)/0,9 = 4150$ грн.

на 1 тону: $4150/84000 = 0,05$ грн.

розрахунковий варіант: $E_{\text{ел2}} = (1,5 \cdot 4320 \cdot 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,03)/0,9 = 6289$ грн.

на 1 тону: $6289/168000 = 0,04$ грн.

Витрати на амортизацію обладнання

$$A = \Phi \cdot H_A / 100 \quad (4.9)$$

де Φ - вартість обладнання, $\Phi = K$

$H_A = 15\%$ - річна норма амортизаційних відрахувань

базовий варіант: $A_1 = 221287,5 \cdot \frac{15}{100} = 33193$ грн.

на 1 тону $33193/84000 = 0,39$ грн.

розрахунковий варіант: $A_2 = 305025 \cdot \frac{15}{100} = 45754$ грн.

на 1 тону $45754/168000 = 0,27$ грн.

Витрати на поточний ремонт

$$B_{\text{п.р}} = A \cdot 0,5 \quad (4.10)$$

базовий варіант: $B_{\text{п.р.1}} = 33193 \cdot 0,5 = 16596,5$ грн.

на 1 тону $16596,5/84000 = 0,19$ грн.

розрахунковий варіант: $B_{\text{п.р.2}} = 45754 \cdot 0,5 = 22877$ грн.

на 1 тону $22877/168000 = 0,14$ грн.

Витрати по змінних статтях кулькування приведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Статті витрат	Базовий варіант	Розрахунковий варіант	Зміни
Витрати електроенергії	0,13	0,04	-0,09
Амортизація обладнання	0,39	0,27	-0,12
Витрати на поточний ремонт	0,19	0,014	-0,05
Всього	0,71	0,45	-0,26

Визначення основних показників економічної ефективності

Визначимо річний економічний ефект за формулою

$$E_p = ((C_1 + E_n \cdot K_{\text{п1}}) - (C_2 + E_n \cdot K_{\text{п2}})) \cdot Q_2 \quad (4.11)$$

де C_1, C_2 – собівартість продукції відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$K_{п1}$, $K_{п2}$ – питомі капітальні вкладення відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$E_n = 0,15$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

Q_2 – розрахунковий обсяг виробництва продукції.

$$E_p = ((0,71 + 0,15 \cdot 2,63) - (0,45 + 0,15 \cdot 1,82)) \cdot 84000 = 32046 \text{ грн.} = \\ = 32,05 \text{ тис. грн.}$$

Сепаратор А1-БСХ-100 призначений для очищення та сортування різних зернових культур і забезпечує високу ефективність очищення (60-80%) зерна від великих та дрібних домішок. Використання сепаратора А1-БСХ-100, ніж сепаратора А1-БСХ-16 більш ефективно, так як продуктивність даного сепаратора більша у два рази, а, порівняно, витрати споживання електроенергії не значні. Новий сепаратор значно пришвидчить очищення зерна, цим самим збільшиться продуктивність лінії приймання та очищення зерна. Умовна річна економія при використанні сепаратора А1-БСХ-100 складе 32,05 тис. грн. Це доволі значна економія для сільськогосподарських підприємств.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих конструкцій технологічного обладнання для очищення зернопродуктів. Розглянуто особливості проектування очищувальних машин, особливості їх конструкцій. Проведено розрахунки та обґрунтовано режими повітряно-ситового сепаратора, який обрано в роботі в якості предмету дослідження. Проаналізовано існуючі небезпеки та заходи з охорони праці на зернопереробному підприємстві, розглянути правила безпечної експлуатації сепараторів. Розраховано та обґрунтовано параметри та режими роботи очищувальної машини.

У загальному розділі наведено: стислу оцінку сучасного стану предмету і об'єкту розробки; обґрунтовано актуальності роботи та підстави для її виконання; мета роботи; можливі сфери застосування її результатів; практичне значення кваліфікаційної роботи.

У технологічному розділі розглянуто технологічну схему приймання зерна, особливості конструкції сепаратора, правила його монтажу та експлуатації.

У конструкторському розділі розраховано конструктивні та режимні параметри сепаратора, розглянуто особливості кінематичної схеми, підібрано конструктивні елементи.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища було розраховано економічну ефективність використаних технічних рішень, запропоновані безпечні умови праці оператора, а також заходи щодо усунення шкідливого впливу машини на довкілля. Розрахована норія може бути використана в умовах роботи зерноприймального елеватора в системі транспортного обладнання.

Сферою застосування результатів роботи є виробництво засобів малої механізації ручної праці у сільському господарстві.

Графічна частина проекту становить 4 аркуші формату А1.