

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 гвинтового конвеєра для потокової лінії приймання та підготовки зерна»

КРБ.133ГМбд_41.01.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
*«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»*
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_41
БОРОДАТИЙ Данило

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ЛЕВЧЕНКО Юлія

Полтава – 2024 року

ВСТУП

Агропромисловий комплекс (АПК) – сукупність ланок народного господарства (галузей, підгалузей, виробничих підприємств, організацій), діяльність яких тісно пов'язана з виробництвом, зберіганням, транспортуванням, переробкою та реалізацією продукції. Галузі сільського господарства формуються на основі агропромислової інтеграції в умовах високого рівня розвитку продуктивних сил та усупільнення виробництва. Вони поділені на агропромислові підприємства та агропромислові територіальні комплекси. Вони відрізняються територіальними розмірами та характеристиками. У галузевій структурі аграрної економіки виділяють такі основні галузі: сільське господарство; Промисловість із переробки сільськогосподарської сировини (харчова, деякі галузі легкої промисловості); Виробництво засобів виробництва для сільськогосподарської та несільськогосподарської промисловості (машинобудування для сільського господарства, легкої та харчової промисловості, виробництво мінеральних добрив та ін.); Закупівля, транспортування та реалізація продукції; Виробниче обслуговування комплексу (ремонт тракторів та сільгосптехніки, будівництво тощо); Наука, управління, підготовка кадрів.

Складовою аграрного комплексу є також продовольчий комплекс, що включає наступні підкомплекси: зерновий, картопляний, буряковий, плодоовочевоконсервний, виноградно-винний, м'ясомолочний, масложировий.

Функціональна структура АПК відбиває його внутрішні комплексують зв'язки, які найінтенсивніше розвиваються у сфері виробництва та переробки окремих видів сільськогосподарської продукції. Основними ланками функціональної структури АПК є спеціальні агропромислові комплекси, що розвиваються з урахуванням певних агропромислових циклів.

Область переробки цікавила українських підприємців ще до війни, а тепер після заборони експорту вони готові. Переробка дозволяє зняти проблему з доставкою сільгосппродукції за кордон та збільшує прибуток із тонни зерна.

Важливим етапом виробництва зерна є переробка зернового вороху, де ситуація залишається досить гострою. Внутрішня обробка зерна забезпечує найкраще зберігання, збільшення отримуваної ціни та економію порівняно з оплатою послуг елеватора. Важливим завданням післязбиральної обробки зерна є видалення із зернового купи домішок, що мають високу біологічну активність. У сільськогосподарських роботах переважно застосовується потокова технологія післяжнивної обробки зерна зерноочисними системами типу ЗАВ. Завантаження зернопереробних заводів залишається вкрай низьким, і багато з них закрилися. Висока залишкова забруднення очищеного зерна в порівнянні з сучасними вимогами до його якості.

Конструкція та регулювання технологічного обладнання, підбір решіт та розмірів осередків циліндрів очисних машин, а також режими роботи аспіраційних систем повинні забезпечувати оптимальне використання зерноочисної системи з точки зору продуктивності та якості. досягнення необхідного рівня якості очищення зерна. Однак у реальних умовах неможливо отримати якісне зерно, і особливо насіння, без очищення зернового вороху відповідно до заданих характеристик компонентів зерноsumішей. В основному це зернистий матеріал з вкрапленнями важковіддільних домішок, розміри поперечного перерізу яких аналогічні розмірам основного плода і які можна відокремити тільки через осередки трирового циліндра.

Мета роботи – розрахувати та обґрунтувати параметри роботи та режими гвинтового конвеєра.

Предметом дослідження є гвинтовий конвеєр продуктивністю 125 т/год.

Об'єктом досліджень є розрахунок конструктивних параметрів транспортного обладнання та його приводу, обґрунтування режимних параметрів.¶

У кваліфікаційній роботі поставлені наступні завдання:¶

1. Провести аналіз існуючого технологічного обладнання для горизонтального транспортування зерна та ~~зернопродуктів~~.¶

2. Розглянути загальні підходи до проектування стрічкових конвеєрів, особливості їх конструкцій.¶

3. Провести розрахунки та обґрунтувати режими роботи транспортерів, яке обрані в роботі в якості предмету дослідження.¶

3. Проаналізувати існуючі небезпеки та заходи з охорони праці на зернопереробному підприємстві, розглянути правила безпечної експлуатації норії.¶

5. Виконати техніко-економічні розрахунки.¶

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНИЙ

Зерносклади і елеватори в залежності від конструкції і ступені механізації поділяють на амбарні та механізовані.

До конструктивних елементів елеватора відносять силосний корпус та робочу башту, яку використовують для встановлення обладнання для вимірювання ваги, очищення і сортування зерна; ємкості для зберігання відходів зерна і засоби для їх відвантаження в машини або вагони.

Силосні корпуси залізобетонних елеваторів мають циліндричні ємкості діаметром від 6 до 9 м, висотою 30 м. Висота під силосного та над силосного приміщення сягає 3,5-4 м, в них розташовані транспортні засоби. Елеватори забезпечують термо- і вологовимірювальними приладами, пристроями для примусової вентиляції зерна, установками для приготування дезінфікуючих розчинів і дезінфекції силосів.

Силосні корпуси в залежності від кількості силосів мають місткість від 8 до 25 тисяч тон зерна і більше.

Конвеєр, конвеєр - безперервно діюча машина для транспортування сипучих, кускових або штучних вантажів. Розрізняють конвеєри зі стрічковими, ланцюговими, канатними та іншими тяговими елементами, а також конвеєри без тягового пристрою - гвинтові, інерційні, вібраційні, роликові.

Конвеєри є невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу, вони визначають і регулюють темпи виробництва, сприяють підвищенню продуктивності праці та збільшенню випуску продукції. Крім виконання транспортно-технологічних функцій конвеєри є основним засобом комплексної механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт, а також складських операцій. При прийнятті раціонального рішення щодо вибору транспортного засобу з техніко-економічним ефектом враховуються: належність вантажу (матеріалу); розташування вантажно-розвантажувальних

пунктів і відстань між ними; ступінь механізації процесу; конвеєрні лінії; вимог безпеки.

За умови, що даний конвеєр транспортує зернову масу на невелику відстань і його продуктивність невисока, приймаємо розробку гвинтового конвеєра. Це дозволяє розподіляти зерно одночасно в кількох напрямках і вивантажувати його в потрібному місці. Транспортування зерна заблоковано, доступ сторонніх предметів і людей до конвеєра виключений. Транспортування відбувається по прямій горизонтальній рейці, конвеєри прості в обслуговуванні та ремонті.

Тісний зв'язок транспортних машин із загальним технологічним процесом виробництва зумовлює високу відповідальність їх роботи та призначення. Тому конвеєри повинні бути надійними, довговічними, зручними в експлуатації та здатними працювати в автоматичному режимі.

До прогресивних технологій розвитку усіх галузей промисловості відносяться такі напрямки розвитку конвеєрних машин:

1. Автоматизація керування машинами та складними конвеєрними системами за допомогою ЕОМ.

2. Зменшення маси і габаритних розмірів конвеєрних стрічок за рахунок принципово нових, полегшених конструкцій машин і їх вузлів, широкого використання пластмас і легких металів, криволінійних металевих профілів замість катаних тощо.

3. Покращення умов праці обслуговуючого персоналу і виробничих робітників, виключення можливості втрати вантажів, що транспортуються, ізоляція від навколишнього середовища пилових, гарячих, газоподібних і хімічно агресивних вантажів.

3. Уніфікація та нормалізація обладнання при збільшенні кількості його типорозмірів.

5. Підвищення якості та культури машинобудування шляхом широкого застосування високих технологій і технічної естетики.

Гвинтовий конвеєр є різновидом безперервної транспортної машини. Гвинтовий конвеєр зазвичай складається з фіксованого жолоба або труби, що містить шнек (шнек), що підтримується зовнішніми підшипниками, з приводом на одному кінці та вільним кінцем на іншому. Крім того, такий конвеєр має розвантажувальні та завантажувальні патрубки, приєднувальні фланці, механічний редуктор і приводний електродвигун.

Рух вантажу по жолобу забезпечується поворотами гвинта.

Витки бувають фасонні, смугові та суцільні. Суцільні застосовуються для транспортування дрібнозернистих, порошкоподібних і сухих вантажів, стрічково-роликові — для крупнозернистих і клейких вантажів, фасонні — для транспортування речовин, схильних до злежування, або при поєднанні транспортних і технологічних операцій (перемішування, подрібнення).).

Гвинти розрізняють одно-, дво-, і тризахідні. Випускаються також гнучкі шнекові конвеєри, в яких роль шнека виконує циліндрична пружина.

Швидкість транспортування об'єму пропорційна швидкості обертання шнека. У промисловості на шнекових конвеєрах можна використовувати пристрої регулювання швидкості. Іноді шнековий конвеєр може називатися просто шнеком, хоча в буквальному сенсі цей термін відноситься тільки до обертової частини шнекового обладнання.

Для якісного контролю та обліку зерна, яке надходить до зерносховища, передбачено його зважування на автомобільних платформенних вагах «Булат-А-60-Н» що мають вантажопідйомність 60 тонн, з ваговимірювальними тензодатчиками та дискретно числовим відраховуючим пристроєм.

Після зважування автомобілі направляються на приймальний пристрій для розвантаження автомобілів з причепами. Він оснащений автомобілерозвантажувачем У-АРГ-16 (поз.2) в кількості 3 шт. Залізничний транспорт, в свою чергу, поступає на розвантажувач залізничного вагона-саморозвантажувача УДРХ-60.

Неочищене зерно що поступає на підприємство автотранспортом вивантажується в завальні ями (поз. 1.1) в кількості 3 шт. Під завальними ямами встановлені скребкові конвеєри (поз. 3.1) продуктивністю 200 т/год в кількості 3 шт. В свою чергу зерно, що вивантажується з залізничного транспорту в звальну яму (поз. 1.2), далі вивантажується і транспортується скребковим конвеєром (поз.3.1) продуктивністю 600 т/год в кількості 1 шт. Далі зерно з будь-якого скребкового конвеєра надходить на стрічковий конвеєр (поз. 5.1) продуктивністю 600 т/год. Даний конвеєр транспортує зерно на стрічкову норію (поз. 6.1) продуктивністю 600 т/год, що подає зерно в проміжний над сепараторний бункер (поз. 7), під яким розміщений магнітний сепаратор (поз. 8).

Очищення від феромагнітних домішок проводиться в потоці електромагнітним сепаратором (поз. 8), який встановлений перед наступним обладнанням, для забезпечення його захисту від металевих частинок, що знаходяться в зерновій масі.

Далі зерно поступає на повітряно-ситовий сепаратор (поз. 9) продуктивністю 200 т/год, в кількості 4 шт. (з урахуванням одного запасного), де зерно очищається від домішок, які йдуть в бункер відходів (поз. 12), з якого вони відвантажуються на автотранспорт. Зерно після сепаратора може зразу ж відвантажуватись на автотранспорт, якщо це є доцільним.

Забруднене повітря разом з легкими домішками після сепаратора прямує на очищення в пиловіддільник (поз. 11), в який поступає за рахунок роботи вентилятора (поз. 10). В пиловіддільнику забруднене повітря відділяється від легких домішок, та видаляється в атмосферу.

Далі вже очищене зерно транспортується скребковим конвеєром (поз. 3.2) продуктивністю 600 т/год на стрічкову норію (поз. 6.2). Після норії зерно через поворотний розподільник (поз. 13) розділяють на дві потокові лінії.

З розподільника зерно можуть направити на стрічковий конвеєр (поз. 5.2) продуктивністю 600 т/год, який перемістить його в проміжний бункер (поз.

13.1) з якого зерно (в тому разі, якщо його вологість буде в межах 12-14%) поступить на зберігання в силоса (поз. 18).

Також зерно з розподільника може поступити стрічковий конвеєр (поз. 5.3) продуктивністю 600 т/год, який перемістить його в проміжний бункер (поз. 13.2) з якого за допомогою скребкового конвеєра (поз. 3.3) зерно поступає на стрічкову норію (поз. 6.3) продуктивністю 600 т/год. Далі стрічковим конвеєром (поз. 5.4) зерно направляють на зерносушарки Cimbria AMG-40 – POS 10 (поз. 15) продуктивністю 200 т/год в кількості 3 шт.

Сушка зерна в зерносушарці проходить в двох зонах сушіння і потім охолоджується в зоні охолодження. Температура в першій зоні сушіння повинна бути в межах 55-60°C. Температура в другій зоні сушіння повинна бути в межах 62-65°C. Охолодження зерна проходить продуванням шару зерна атмосферним повітрям в зоні охолодження.

Для продування теплоносія через шар зерна в першій зоні сушіння використовують відцентровий вентилятор (поз. 16.1), який працює від електродвигуна. Для продування теплоносія через шар зерна в другій зоні сушіння використовують відцентровий вентилятор (поз. 16.2), який працює від електродвигуна. Для продування повітря через шар зерна в зоні охолодження використовують відцентровий вентилятор (поз. 16.3), який працює від електродвигуна.

Для отримання теплоносія встановлена топка, де спалюється газоподібне паливо.

Очищене і сухе зерно після зерносушарок скребковими конвеєрами (поз. 3.2) продуктивністю 200 т/год в кількості 3 шт., подається на стрічкову норію (поз.6.4) продуктивністю 600 т/год, з якої зерно подається на стрічковий конвеєр (поз. 5.5), і з нього воно задається в силоса (поз. 18) на зберігання. Для відвантаження зерно з силосів гвинтовими конвеєрами (поз.17) поступає на стрічковий конвеєр FRT-600 (поз. 3.3) по якому воно переміщується до місця відвантаження.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1. Опис існуючих конструкцій та запроектованого обладнання

Норія являє собою машину безперервного транспорту з гнучким тяговим органом у вигляді ременя (стрічки) з вантажонесучими ковшами.

Головка норії складається з основи, кришки великої і кришки малої.

Головка являє собою зварену конструкцію із закріпленою на ній приводного барабана і приводу. Головка має приєднувальні фланці для норійних труб і отвори для виведення зерна, яке транспортується після розвантаження ковшів. Для запобігання зворотного висипу зерна в головці встановлений регульований шибер.

Кришка велика і кришка мала служать для огороження та напрямку руху зерна, яке розвантажуються при огинанні стрічки з ковшами приводного барабана.

Для захисту норії від вибуху надлишкового пилу повітряної суміші в трубах норії ставляться вибухорозрядний пристрій. Якщо висота розвантаження норії нижче 36 м - ставляться 2 комплекти вибухорозрядного пристрою у двох норійних трубах трохи нижче головки норії. Якщо висота розвантаження норії вище 36 м - ставляться 4 комплекти вибухорозрядного пристрою у двох норійних трубах трохи нижче головки норії -2 комплекту і трохи вище башмака норії - 2 комплекти (вище рівня прямика - якщо норія заглиблюється в прямики)

Башмак норії являє собою збірний корпус, який складається з стінки, опори, кришки, люка, шибера і штока.

Усередині башмака, на вертикальних штоках, встановлений барабан забезпечує натяжку стрічки. Штоки встановлюються в стаканах, які

закріплюються зверху корпусу башмака. Для створення необхідного натягу стрічки штоки з'єднані з спеціальними гвинтами.

Для з'єднання башмака з норійними трубами у верхній частині корпусу передбачені отвори.

Норійні труби (секції) призначені для з'єднання головки і башмака норії з метою огороження стрічки з ковшами.

Норійна стрічка є тяговим і вантажонесучим органом норії. Стрічка огинає приводний і натяжний барабани норії. Вільні кінці стрічки з'єднуються або в внахлест, або за допомогою куточків.

На стрічці, з певним кроком, встановлюються ковші. Кріплення ковшів до стрічки здійснюється спеціальними болтами, головки яких розташовуються з внутрішньої сторони стрічки. При цьому необхідно забезпечити, щоб при затягуванні болтів їх головки була втоплена у поглиблення передбачене на ковшах.

Контрольними приладами норії є: датчик підпору, датчик швидкості, датчик контролю температури підшипника і датчик сходу стрічки.

Принцип роботи

При включенні приводу норії, починається обертання приводного барабана, який приводить в рух норійну стрічку з ковшами.

Зерно, яке підлягає підйому, надходить через завантажувальну воронку в черевик норії, де захоплюється рухомими ковшами і піднімається до головки норії.

При огинанні стрічки з ковшами приводного барабана, зерно знаходиться в ковшах, під дією відцентрових сил викидається з ковшів і через розвантажувальну воронку в головці виводиться з норії.

Будь яка норія конструктивно має дві сторони завантаження: пряма (активна) і зворотна (пасивна). Пряма (активна) сторона здатна виробляти завантаження зерна, стовідсотково виконуючи вимоги по продуктивності для даної норії. Зворотна (пасивна) сторона завантаження зерна лише на п'ятдесят

відсотків. Це пов'язано з тим, що кріплення ковшів до стрічки організовано тільки в одну сторону - сторону підйому з активної сторони. У зв'язку з цим, при замовленні норії із заводу, необхідно заздалегідь спланувати функції даної норії у всьому технологічному процесі.

При установці норії, в нижню її частину, в обов'язковому порядку, встановлюється датчик швидкості. У разі забивання норії або попадання всередину норії сторонніх предметів, що заважають її правильній роботі, відбудеться призупинення норії, датчик дасть команду в електричний щит, який тут же відключить живлення від електродвигуна норії і повідомить про це на пульті управління загорянням червоної лампочки «Перешкода в норії».

Встановлюючи датчик швидкості, користуйтеся інструкцією по установці датчика, що знаходиться разом в упаковці з самим датчиком. Пам'ятайте, що при налаштуванні контакту, зазор повинен бути 5 мм.

Стрічковий конвеєр - це безперервно діючий пристрій транспортування з об'єднаними вантажонесучим механізмом і тяговим механізмом у вигляді замкнутої гнучкої стрічки. По всій своїй довжині стрічка конвеєра спирається на нерухомі роликоопори і приходить в рух за рахунок сили тертя між стрічкою і приводним барабаном. Стрічкові транспортери використовуються у харчовій промисловості для підйому та переміщення сипкого вантажу.

Конструкція стрічкового конвеєра.

Стаціонарний стрічковий конвеєр встановлюється на опорні ніжки. Він складається з двох барабанів: приводного і натяжного, через які перекинута нескінченна стрічка. Для запобігання прогинання робочої стрічки під нею розташовані опорні ролики, які кріпляться на кронштейнах і холостої гілок, які кріпляться на кронштейнах. Привод транспортера складається з двигуна, редуктора і з'єднувальної муфти. Всі елементи конвеєра виготовлені із конструктивної сталі кутового або швелерного профілю і змонтовані на опорній станині. Станина конвеєра великої довжини виготовляється у вигляді окремих секцій, які можуть з'єднуватися між собою болтами або зварюванням.

Приводна станція стрічкового конвеєра складається із приводного барабана, приводу і опорної станини. Натяжна станція складається із веденого барабана і натяжного пристрою.

В якості гнучкого тягового органу стрічкових конвеєрів застосовують прогумовані стрічки.

Ширина стрічки поверни бути на 50 мм більше за ширину вантажу. Швидкість руху стрічки залежить від ряду факторів і заходиться в межах 0,1 – 0,25 м/с. Для центрування стрічки приводні барабани виконують злегка випуклими, ширина барабана на 50 – 100 мм більша за ширину стрічки.

Опорні ролики виготовляють із металевих труб діаметром 50 – 100 мм. Крок роликів транспортера на робочій гілці повинен бути не більше половини довжини штучного вантажу і в межах 500 – 1,5 м при транспортуванні дрібно штучних та сипучих матеріалів. В зоні завантаження стрічки крок роликів приймається меншим, під холостою гілкою крок роликів складає 1,5 – 4 м.

Для створення необхідного щеплення стрічки з приводним барабаном, компенсації витягування стрічки в процесі експлуатації і відповідно зменшення її провисання між опорними роликами застосовують гвинтові і вантажні натяжні пристрої. Гвинтові натяжні пристрої більш компактні, але вимагають періодичного натягу стрічки обертанням гвинтів.

При регулюванні приводних та натяжних станцій транспортерів необхідно слідкувати за тим, щоб поздовжні осі барабанів були перпендикулярні вісі транспортера, а середина барабанів співпадала з цією віссю. Стрічка конвеєра повинна бути точно і якісно скріплена рівномірно натягнута з навантаженням, яке не перевищує розривне зусилля.

Сучасні стрічкові транспортери володіють високою надійністю і безпекою роботи і низькою трудомісткістю обслуговування. Удосконалення конструктивно-технологічних характеристик конвеєрів дозволяє розширити обсяги та області їх застосування. Наприклад, використання проміжних приводів дозволяє збільшити довжину ставів та зменшити або повністю

виключити кількість проміжних перевантажень, що в свою чергу підвищить термін служби стрічки.

Скребкові конвеєри здобули величезне поширення у зерно переробній галузі. Вони можуть пересувати вантаж по нерухомому жолобу за допомогою скребків, які з'єднуються рухомий ланцюгом. Ці конвеєри застосовуються для транспортування пилоподібних, зернистих і кускових вантажів.

Конвеєри зі шкребками зануреними в змозі перемістити вантаж по вертикальному, похилому і навіть горизонтальному ділянці траси. Тому вони і призначаються для пересування дрібношматкових, зернистих, пилоподібних, а також легкосипких вантажів. Скребкові конвеєри з легкістю і без перевантаження можуть підняти вантаж на висоту до 20 метрів, перемістити його на відстань до 100 метрів, збільшити продуктивність до 700 т /год.

Гвинтовий конвеєр або шнековий конвеєр – це спеціально сконструйована шнекова машина, яка є різновидом конвеєра, у межах якого вантаж транспортується за рахунок волочіння уздовж жолоба (нерухомого повністю) з використанням лопатей гвинта, якому надають обертальні рухи. Конвеєр гвинтовий належить до машин безперервної дії.

Гвинтовий конвеєр переважно має у своєму складі нерухомий жолоб або трубку, що комплектується гвинтом (шнеком), який утримується у фіксованому положенні завдяки підвісним підшипникам, маючи привод на одному з кінців та інший кінець повністю вільний. Крім цього, гвинтовий конвеєр має завантажувальний і розвантажувальний патрубком, приєднувальними фланці, механічний редуктор та приводний електродвигун.

Транспортування вантажу вздовж осі жолоба забезпечується за рахунок роботи витків гвинта. Ці витки можуть бути суцільними, стрічковими і фасонними. Суцільні транспортери використовуються при транспортуванні сухих, а також порошкоподібних чи дрібнозернистих вантажів; у той же час стрічкові транспортери гвинтового типу підходять для крупнозернистих або

липких вантажів, а фасонні конвеєри — для транспортування речовин, що схильні до злежування.

Швидкість переміщення об'єму продукції, що транспортується, є пропорційною до швидкості, з якою здійснюється обертання самого шнека. Для промислових умов використовуються шнекові конвеєри, в яких регулюється швидкість обертання.

Шнекові гвинтові транспортери використовують на різноманітних підприємствах, на яких здійснюється виробництво будівельних матеріалів, а також на гірничо-збагачувальній чи хімічній промисловості. Гвинтові конвеєри можуть застосовуватись також в борошномельній, комбікормовій та деревообробній галузях. Крім того, варто зазначити, що у багатьох видах машинобудівних цехів ці агрегати застосовуються для переміщення зливної стружки, що повинна прибиратись від металорізальних верстатів.

Незамінним помічником гвинтовий конвеєр є і для сільського господарства. У цьому випадку він використовується для транспортування зерна та інших зерно-бобових культур з вантажівок та зерновозів у спеціальні бункери, де продукція в подальшому буде зберігатись.

Горизонтальний конвеєр складається з корпусу поз.1, в якому обертається гвинт поз.3, завантажувального поз. 7 та розвантажувального люків поз.8. Вал гвинта підтримується двома кінцевими підшипниками поз.4 та поз.5.

Конвеєр зверху накривається кришкою поз.2. Привод конвеєра встановлюється на рамі поз.9, та включає в себе електродвигун поз.11, редуктор поз.12, та дві пружні втулково-пальцеві муфти поз.13,13.

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Продуктивність,т/год	40
Довжина конвеєра,м	12
Діаметр гвинта,мм	400
Частота обертання гвинта,об/хв.	45
Крок гвинта,мм	320
Потужність двигуна,кВт	3,0
Частота обертання двигуна,об/хв.	1410

Габаритні розміри, мм

довжина	13009
ширина	720
висота	626

Перш ніж приступити до пуску конвеєра, необхідно перевірити, чи відкриті розвантажувальні засувки і чи підготовлений до прийому матеріалу наступний за конвеєром агрегат.

Включати конвеєр потрібно при порожньому жолобі, так як наявність матеріалу при пуску значно підвищує величину крутного моменту і додатково навантажує робочі органи машини.

Після пуску повільно відкривають засувку завантажувальної воронки для того, щоб поступово збільшувати кількість надходження матеріалу.

- надходження зерна в конвеєр повинно бути рівномірним;
- подання в нього матеріалу в кількості, що перевищує пропускну здатність, не допускається, оскільки це може призвести до спресовування матеріалу, що транспортується в жолобі.

У процесі експлуатації необхідно постійно стежити за станом підвісних підшипників конвеєра. Шийки валу, що обертаються в підвісних підшипниках, відносяться до деталей, що найчастіше зношуються.

Перегрів підшипників підвіски, що призводить до їх прискореного зносу, може відбуватися внаслідок зміщення осей підшипників відносно осі конвеєра; недостатня або нерегулярна подача мастила; проникнення частинок матеріалу, що транспортується, в підшипники підвіски.

Тому, перш за все, необхідно переконатися, що підшипники мають достатню жорсткість, надійно закріплені і не вібрують під час роботи. У процесі роботи окремі шматки матеріалу, що транспортується, застряють через недостатній зазор між шнеком і жолобом. Розмір зазору можна змінити, регулюючи положення підшипника за допомогою прокладок.

Необхідно систематично перевіряти стан ущільнювачів і вживати заходів щодо ущільнення стиків.

Транспортування матеріалів, що мають властивість стискатися, вимагає більш ретельного контролю за конвеєром. Пилоподібні матеріали, які часто потрапляють у канавки, слід систематично очищати з кришок кришки.

Негайна зупинка конвеєра необхідна тільки в тих випадках, коли його подальша робота загрожує безпеці працівників, коли в електродвигуні або пусковому пристрої утворюються іскри.

В кінці конвеєра він повинен позбутися від залишків зернового продукту і вимкнутися. Прибрати робоче місце та віднести інвентар, прилади в призначене місце. Про всі недоліки і несправності, що виникли під час роботи, повідомити чергового зміни, старшого працівника, заповнити щоденник «Приймання-здавання зміни».

В процесі експлуатації шнекових конвеєрів необхідно дотримуватись правил безпеки. Поряд із загальними правилами, характерними для всіх машин, слід знати, що категорично забороняється знімати кришку конвеєра під час його роботи.

Конструкція огорож повинна повністю забезпечувати дотримання вимог безпеки. У той же час ці огорожі не повинні заважати обслуговуючому персоналу спостерігати за роботою машини. Доцільно використовувати сітчасті огорожі на суцільному каркасі.

При експлуатації шнекового конвеєра необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- заборонено під час обертання шнека конвеєра для очищення робочих органів від навісних частин транспортного матеріалу, а також для ремонту конвеєра.
- проходи між конвеєрами та стіною або машинами повинні бути не менше 1 м і не повинні бути заблоковані
- монтаж електрообладнання гвинтового конвеєра повинен проводитися згідно з правилами техніки безпеки та діючими інструкціями.

Перед пуском конвеєра необхідно перевірити наявність мастила в підшипникових вузлах і редукторі, при необхідності додати необхідні вимоги. Під час пробної експлуатації перевіряється правильність обертання гвинта і визначається, чи впливає це на корпус, відсутність підвищених вібрацій і сторонніх шумів у підшипниках.

Під час роботи конвеєра стежать за ступенем нагріву підшипників, рівномірною подачею матеріалу, відсутністю просипання через люки та стики. Зовнішні поверхні конвеєра і приводу регулярно очищають від масла і бруду, перевіряють рівень масла в редукторі.

Змащення підшипників проводиться щомісяця за допомогою лубрикаторів.

Конвеєр зупиняється лише після припинення подачі на нього матеріалу і звільнення корпусу по всій довжині.

Рама приводу і корпус конвеєра повинні бути надійно заземлені, а частини приводу, що швидко обертаються, закриті знімними кришками, які дозволяють проводити необхідний огляд і змащення. Конвеєр оснащений автоматичним пристроєм, що відключає привід у разі перевантаження. Конвеєр повинен бути герметично закритий кришкою, контрольний люк під час роботи закритий. Забороняється вмикати конвеєр зі знятими кришками і захисними кожухами приводу.

2.3 Ремонт і монтаж обладнання

До ремонту і монтажу обладнання допускаються працівники, які мають певну підготовку, допуск до роботи та мають вік більше 18 років.

Машини підприємств зернопереробної промисловості працюють у несприятливих умовах. Переробка зерна і зерно продуктів характеризуються абразивністю, і повітря в цехах цих підприємств значною мірою насичене пилом.

Дуже часто машини експлуатуються в умовах підвищеної вологості від атмосферних опадів за межами критих приміщень, а взимку - в умовах низьких температур.

Така специфіка роботи машин ускладнює їх експлуатацію та підвищує вимоги до якості машин і їх монтажу.

Аналіз причин незадовільної роботи та простоїв машин показує, що значна частина неполадок - це наслідок дефектів, допущених в процесі монтажу і налагодження.

При недостатньо ретельному або невмілому монтажі, незадовільному налагодженні добре сконструйовані і виготовлені машини працюють погано, часто виходять з ладу. Низька якість монтажних робіт може бути при роботі машин причиною поштовхів і ривків, що викликають зниження робочих швидкостей, підвищення зносу деталей і вузлів, і як наслідок частому ремонту.

Якість і терміни монтажних робіт зумовлені деякими організаційними заходами, а також складанням відповідної документації.

Процес монтажу підрозділяють на підготовчий и власне монтажний періоди. Підготовчі роботи пов'язані з підготовкою до проведення монтажу машини і включає наступне:

- Приймання машин, що підлягають монтажу, їх розвантаження на монтажному майданчику, огляд та перевірку комплектності вузлів та деталей;

Повне укомплектування вузлів перед монтажем;

Складання вузлів в укрупнені вузли, маса яких відповідає масі, габаритам для даного вантажопідйомного обладнання;

- Приймання будівельних робіт - фундаментів, рейкових шляхів;

Доставку підйомно-транспортних засобів.

Проведення монтажних робіт включає наступне:

Встановлення та розміщення на монтажному майданчику транспортного устаткування;

Проведення такелажних робіт, пов'язаних з підйомом, переміщенням, установкою і кріпленням машини;

Налагодження машин після виконання монтажу або установки;

Випробування вузлів машин в цілому без навантаження та під навантаженням.

Монтаж машин можна здійснювати методами поступового нарощування і крупноблочний метод.

Метод поступового нарощування полягає в послідовній установці на раніше змонтовані частини наступних складальних одиниць машини. Його застосовують при відсутності на монтажному майданчику належних вантажопідйомних механізмів і пристосувань.

Методом поступового нарощування зазвичай монтують машини, розміщені у вертикальному напрямку. Крупноблочний метод зводиться до паралельного монтажу укрупнених блоків з наступним монтажем машини з цих блоків. Збірка блоків поділяється на під вузлову і вузлову, та ведеться кількома бригадами.

Поняття монтажу крупними блоками часто збігається з поняттям швидкісного монтажу, оскільки при монтажі великими блоками однозначно скорочується його тривалість.

Процес крупноблочного монтажу розпадається на стадії попередньо укрупнених складальних одиниць з деталей, а потім цілих блоків-вузлів з підсистемами на відмітках нижче проектних або ж осторонь від проектного положення, або монтаж машини в проектному положенні з вже раніше зібраних блоків-вузлів.

Оскільки довжина гвинтового конвеєра 15м., то він поступає на місце експлуатації в розібраному вигляді.

Монтаж розпочинають на раніш встановленому місці. Воно повинно відповідати умовам монтажу конвеєра. Повинен бути підготовлений фундамент для установки конвеєра, та присутнє вантажопідйомне обладнання (талі,

лебідки та ін.) так як конвеєр буде встановлений на висоті. При монтажі конвеєра ведеться ретельна вивірка його за рівнем.

Перш ніж приступити до монтажу конвеєра, що надійшов в розібраному вигляді, необхідно ретельно перевірити технічний стан привода, жолоби, цапфи і вкладиші підвісних підшипників.

При перевірці слід переконатися в тому, що немає вм'ятин в жолобі, викривлення гвинта, звернути увагу на ступінь підгонки поверхонь і вкладишів.

Виявлені дефекти повинні бути ліквідовані до монтажних робіт. Одночасно необхідно перевірити стан фундаменту.

Після перевірки стану вузлів машини і фундаменту необхідно натягнути головну струну - орієнтир і уточнити вертикальні позначки опор машини.

Доцільно починати монтаж машини з установки приводної секції. Закріпивши приводну секцію, монтують жолоба. У тому випадку, якщо жолоб складається з окремих секцій, їх необхідно зістикувати, перевірити по орієнтиру в горизонтальній площині і за рівнем у вертикальній площині.

Виконуючи цю роботу, треба стежити за тим, щоб у жолобі не було викривлень і згинів на стиках його окремих секцій.

Для того щоб уникнути прокидання і запилення зерна, що транспортується, в стиках жолоба необхідно поставити прокладки з картону або азбесту.

Після установки й вивірки жолоба слід перейти до монтажу підвісних підшипників та секцій гвинта. Приступаючи до цієї роботи, слід мати на увазі, що взаємне положення гвинта і жолоба визначається точністю розташування і кріплення підвісних підшипників.

Підвісні підшипники вивіряють, встановлюючи прокладки. При вивірці необхідно, щоб осі гвинта й осі жолоба конвеєра збігалися.

Після закінчення вивірки валу підвісні підшипники остаточно закріплюють, вал конвеєра повертають вручну і виявляють всі місця зачіпання спіралі за кожух.

Виявлені дефекти усувають, після чого конвеєр обкатують на холостому ходу протягом 1-2 год. У процесі холостої обкатки перевіряють температуру нагрівання підшипників.

Після закінчення монтажу отвори в трубці-жолобі закривають кришками і встановлюють приймальний патрубок.

Змонтований повністю конвеєр обкатують під навантаженням. При цьому конвеєр періодично зупиняють і перевіряють стан кріплення і ступінь нагрівання підшипників.

До основних дефектів, що спостерігаються у гвинтових конвеєрах під час їх експлуатації відносять пошкодження гвинтів, порушення зварних швів, спрацювання жолоба, з'єднувальних цапф, підшипників і деталей привода.

Ремонт вала з гвинтом. Деформовані витки гвинта правлять на оправі дерев'яними молотками, а при високому спрацюванні замінюють на нові, виготовлені із листової сталі товщиною $2 \div 2,5$ мм, за такої умови, щоб зовнішній і внутрішній діаметри отриманого гвинта відповідали внутрішньому діаметру гвинтового конвеєра і діаметра вала. Краї заготовки усувають від задирів, потім їх розрізають, розтягують і збирають в секції, закріплюючи заклепками або зварюючи.

Готову спіраль надівають на вал, і приварюють переривчастим одностороннім швом, розташувавши так, щоб кожен виток був приварений до вала. Кінці витків приварюють двохстороннім швом довжиною $60 \div 88$ мм. Витки розташовують на валу в вигляді плавної спіралі з однаковим кроком по довжині. Частина витків, розташованих з однієї сторони підшипника, мають бути продовженням спіралі на іншу сторону.

Ремонт жолоба виконують накладанням заплат на спрацьовані секції жолоба за допомогою електрозварювання. При неможливості відновлення ставляють нові секції.

Привід, проміжні й кінцеві підшипники і кронштейни ремонтують за загальною технологією.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розрахунок і підбір обладнання

Розраховуємо загальну кількість силосів, виходячи з того, що потужність підприємства складає 600 тис. т.

Відповідно до даних підприємства місткість одного силоса становить 35 тис.т. Розрахуємо кількість силосів (в шт.)

$$Z_c = \frac{M}{m_c} = \frac{600000}{35000} = 17,1 \quad (3.1)$$

де $M=600$ тис.тонн – потужність підприємства

$m_c=35$ тис.тонн - місткість одного силоса

Приймаємо до встановлення 18 силосів, з врахуванням одного запасного

Розрахуємо загальну кількість зерна, що приймається підприємством за добу (в т/добу)

$$G_d = N \cdot Z_{зм} \cdot \tau_{зм} = 600 \cdot 8 \cdot 3 = 14400 \quad (3.2)$$

де $\tau_{зм}=8$ год – тривалість зміни

$z_{зм}=3$ – кількість робочих змін на добу

$N=600$ т/год - продуктивність лінії приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна

Розраховуємо кількість днів приймання зерна підприємством

$$Z_d = \frac{M}{G_d} = \frac{600 \cdot 1000}{14400} = 42 \quad (3.3)$$

Підберемо обладнання для потокової лінії приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна, враховуючи її продуктивність, яка становить 600 т/год

Для приймання зерна, що надходить з автотранспорту приймаємо до встановлення скребковий конвеєр марки FRL-200, продуктивністю 200 т/гол, в кількості 3 шт.

Для приймання зерна, що надходить залізничним транспортом приймаємо до встановлення скребковий конвеєр марки FRL-600, продуктивністю 600 т/гол, в кількості 1 шт.

Для транспортування зерна на його подальшу очистку приймаємо до встановлення стрічковий конвеєр марки FRT-600, продуктивністю 600 т/гол, в кількості 1 шт. та стрічкову норію марки FPK-600, продуктивністю 600 т/год, в кількості 1 шт.

Розрахуємо вантажомісткість проміжного надсепараторного бункера (в т), оскільки він повинен забезпечувати безперервну роботу повітряно-ситового сепаратора протягом 3 годин

$$m_{\text{нб}} = N \cdot \tau_{\text{нб}} = 600 \cdot 3 = 1800 \quad (3.4)$$

де $\tau_{\text{нб}} = 3$ год – тривалість безперервної роботи для сепаратора.

Приймаємо до встановлення проміжний надсепараторний бункер місткістю 2 тис.тон.

Для очищення зерна від феромагнітних домішок приймаємо до встановлення магнітний сепаратор пластинчастий трубний марки ПТСГ, продуктивністю 600 т/год, в кількості 1 шт.

Для очищення зерна від легких домішок приймаємо до встановлення повітряно-ситовий сепаратор марки TexasShaker-100, продуктивністю 100 т/год, в кількості 7 шт., з врахуванням одного запасного.

Для очищення запиленого повітря від легких домішок і зернового пилу приймаємо до встановлення жалюзійний пиловіддільник марки JM21/30-0,64T-R, в кількості 4 шт., з врахуванням одного запасного та відцентровий

вентилятор марки VR68/30-0,64T-R, кількості 4 шт. з урахуванням одного на ремонт.

Розрахуємо місткість бункера для відходів (в т), беручи до уваги середній процент забрудненості зерна протягом всього приймального періоду

$$G_{\text{бв}} = \frac{P_c \cdot k}{100} = \frac{600 \cdot 2}{100} = 12 \quad (3.5)$$

де $P_c = 600$ т/год – сумарна продуктивність сепараторів

$k = 2$ – середній процент відсоток забрудненості зерна

Приймаємо до встановлення бункер для відходів місткістю 12 т з урахуванням безперервності роботи повітряно-ситового сепаратора протягом 1 години

Для подачі зерна в проміжні бункери, приймаємо до встановлення скребковий конвеєр марки FRL-600, продуктивністю 600 т/гол, в кількості 1 шт., стрічкову норію марки FPK-600, продуктивністю 600 т/гол, в кількості 1 шт..

3.2 Енергетичний розрахунок

Продуктивність гвинтового конвеєра складає 40 тонн на годину (згідно завдання), визначаємо частоту обертання шнека конвеєра (в об/хв.) [1,с.407]

$$n = \frac{P}{0,25 \pi D^2 t \rho \varphi} = \frac{40}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 3,6 \cdot 0,42 \cdot 0,32 \cdot 800 \cdot 0,7} = \frac{0,49 \text{ об}}{с} = 29 \text{ об/хв} \quad (3.6)$$

де $D = 0,4$ м – діаметр шнека

$t = 0,8D = 0,8 \cdot 0,4 = 0,32$ м – крок витків шнека

$\rho = 800$ кг/м³ – насипна вага зерна

$\varphi = 0,7$ – коефіцієнт заповнення корпуса зерном

Частота обертання шнека повинна відповідати умові $n \leq n_{\text{max}}$

Найбільша частота обертання гвинта визначається по емпіричній формулі [1,с.409]

$$P_{max} = A/\sqrt{D} = 65/\sqrt{0,4} = 103 \text{ об/хв.} \quad (3.7)$$

Таким чином $p < p_{max}$, умова виконується.

Приймаємо $p = 45 \text{ об/хв}$

Визначаємо потужність на валу гвинта (в кВт) по формулі [1,с.410]

$$P_0 = (k_y P / 367) (L k_T'' + H) = (1,2 \cdot 40 / 367) (12 \cdot 1,2 + 0) = 1,87 \quad (3.8)$$

де $k_y = 1,2$ – коефіцієнт запасу

$L = 12 \text{ м}$ – довжина конвеєра

$k_T' = 1,2$ – коефіцієнт опору руху

$H = 0 \text{ м}$ – висота підйому зерна (конвеєр має горизонтальне розташування)

Потужність електродвигуна (в кВт) визначається по формулі [1,с.410]

$$P = P_0 / \eta_{пр} = 1,87 / 0,85 = 2,2 \quad (3.9)$$

де $\eta_{пр} = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії приводу

Приймаємо до встановлення електродвигун марки АИР100S4 потужністю 3,0 кВт, частотою обертання 1410 об/хв. [2,с.189]

3.3 Кінематичний розрахунок

Визначаємо передаточне число редуктора по формулі [1,с.410]

$$u = n_{дв} / n_{ш} = 1410 / 45 = 31,3 \quad (3.10)$$

Крутний момент на вихідному валу редуктора визначаємо з умови

$$T_2 = 9,55 \left(\frac{P_0}{n_{ш}} \right) = 9,55 \left(\frac{2770}{45} \right) = 588 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.11)$$

де $P_0 = 2770$ Вт – потужність на вихідному валу редуктора

$n_{ш} = 45$ об/хв – частота обертання вихідного вала редуктора

Приймаємо до встановлення циліндричний двохступеневий редуктор 1Ц2У – 125 з передаточним числом $i_p = 31,5$, номінальним крутним моментом на вихідному валу 700 Н·м, к.к.д. редуктора $\eta_p = 0,98$, діаметри валів: вхідного – 20 мм, вихідного – 45 мм. [2,с.206]

Уточняємо число обертів шнека (в об/хв)
$$n_{ш} = \frac{n_{дв}}{i_p} = \frac{1410}{31,5} = 44,76 < n_{max}$$
, що відповідає умові.

Крутний момент на валу гвинта (в Н·м) [1,с.410]

$$T_2 = 9,55 \left(\frac{P_0}{n_{ш}} \right) = 9,55 \left(\frac{2770}{44,8} \right) = 590 \quad (3.12)$$

3.4 Конструктивний розрахунок

Визначаємо діючу на гвинт осьову силу (в кг) по формулі [1,с.410]

$$F_0 = T_2 / (r_0 \tan(\alpha + \rho')) \quad (3.13)$$

де r_0 – радіус, на якому прикладена осьова сила, м

α - кут підйому гвинтової лінії

ρ - приведений кут тертя зерна по поверхні зерна

Визначаємо радіус прикладання до гвинта осьової сили [1,с.411]

$$r_0 = (0,7 \dots 0,8) D / 2 = (0,7 \dots 0,8) 0,4 / 2 = 0,14 \dots 0,16 \quad (3.14)$$

Приймаємо $r_0 = 0,15$ м

Для зерна $\tan \rho' = f = 0,65$ [1,с.531]

Звідки $\rho' = 33^\circ$

Визначаємо кут підйому гвинтової лінії

$$\operatorname{tg} \alpha = t / (2 \pi r_0) = 0,32 / (2 \cdot 3,14 \cdot 0,15) = 0,34 \quad (3.15)$$

Звідки $\alpha = 18^\circ$, де $t = 0,32$ м – крок гвинта

Знайдені величини підставляємо у формулу (3.13) і визначаємо діючу на гвинт осьову силу

$$F_0 = 590 / (0,15 \operatorname{tg}(33^\circ + 18^\circ) 9,81) = 325 \text{ кг}$$

Розрахунок діаметра вала гвинта проводимо на кручення по допустимим дотичним напругам [2,с.194]

$$\tau_k = T_2 / W_p \leq [\tau_k] \quad (3.16)$$

де $T_2 = 590$ Н·м – крутний момент на валу гвинта

W_p – полярний момент опору крутного перерізу вала

$[\tau_k] = 25$ МПа – допустима напруга на кручення для валів з вуглецевої сталі

Визначаємо полярний момент опору

$$W_p = T_2 / [\tau_k] = 590 / (25 \cdot 10^6) = 23,6 \cdot 10^{-6} \quad (3.17)$$

Виходячи з формули [2,с.194]

$$W_p = \pi d^3 / 16 \quad (3.18)$$

Визначаємо діаметр вала гвинта (в м)

$$d = \sqrt[3]{16 W_p / 3,14} = \sqrt[3]{16 \cdot 23,6 \cdot 10^{-6} / 3,14} = 4,9 \cdot 10^{-3} \quad (3.19)$$

Приймаємо $d_b = 70$ мм (діаметр вихідного вала редуктора 45мм).

Розрахунковий крутний момент для муфти між редуктором і шнеком визначається по формулі

$$T_3 = k_p T_2 = 1,5 \cdot 590 = 885 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.20)$$

де $k_p = 1,5$ – коефіцієнт режиму роботи

Приймаємо до встановлення втулково-пальцеву муфту з допустимим крутним моментом $[T_p] = 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}$ з розмірами: діаметр під пальці $D_0 = 176 \text{ мм}$, число пальців $z = 10$ шт., довжина втулки $l = 36 \text{ мм}$, діаметр пальця $d_{\pi} = 18 \text{ мм}$.

Перевіряємо гумові втулки на зминання їх поверхонь при дотику з пальцями

$$\sigma_{зм} = F_t / (d_{\pi} l_{\text{в}}) \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.21)$$

де F_t – колова сила, що передається одним пальцем (в Н)

$$F_t = T_3 / (0,5 D_0 z_n) = 885 / (0,5 \cdot 0,176 \cdot 10) = 1005 \quad (3.22)$$

$$\sigma_{зм} = 1005 / (36 \cdot 18 \cdot 10^{-6}) = 1,55 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$$

де $[\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$ – допустима напруга зминання гуми.

Умовне позначення муфти: муфта пружна втулково-пальцева МУВП 1000-45-1.55-1-УЗ ДСТУ ГОСТ 21424-93

Визначаємо крутний момент на валу електродвигуна по формулі (в Н·м)

$$T_{\text{дв}} = 9,55 P_{\text{дв}} / n_{\text{дв}} = 9,55 \cdot 3000 / 1410 = 20,3 \quad (3.23)$$

Розраховуємо крутний момент

$$T_4 = 1,5 \cdot 20,3 = 30,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Приймаємо для з'єднання валу двигуна і валу редуктора втулково-пальцеву муфту з допустимим крутним моментом $[T_p] = 63 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Параметри муфти: $D_1 = 70 \text{ мм}$, $d_{\pi} = 10 \text{ мм}$, $l_{\text{в}} = 15 \text{ мм}$, $z_{\pi} = 6$ шт.

Колова сила

$$F_t = 30,5 / (0,5 \cdot 70 \cdot 6 \cdot 10^{-3}) = 145 \text{ Н}$$

Тоді

$$\sigma_{зм} = 145 / (10 \cdot 15 \cdot 10^{-6}) = 0,96 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$$

Умовне позначення муфти: муфта пружна втулково-пальцева МУВП 63-18-1.20-1-УЗ ДСТУ ГОСТ 21424-93

Підшипники кочення підбираємо по динамічній вантажопідйомності $C_{тр} \leq C$

де $C_{тр}$ – розрахункова динамічна вантажопідйомність(Н)

C – допустима динамічна вантажопідйомність підшипника

Визначаємо значення динамічної вантажопідйомності по формулі [3,с.212]

$$C_{тр} = (XVF_r + YF_a)K_\delta \cdot K_T(6 \cdot 10^{-5}nL_n)^{1/\alpha} \quad (3.24)$$

де $X = 0,46$ – коефіцієнт радіального навантаження

$Y = 1,46$ – коефіцієнт осьового навантаження

$V = 1,2$ – коефіцієнт обертання

$F_r = 0 \text{ Н}$ – радіальне навантаження підшипника

$F_a = 325 \cdot 9,81 = 3188 \text{ Н}$ – осьове навантаження підшипника

$K_\delta = 2$ – коефіцієнт безпеки

$K_T = 1,0$ – температурний коефіцієнт

$n = 45 \text{ об/хв.}$ – частота обертання вала

$L_n = 15 \cdot 10^3 \text{ год}$ – довговічність підшипника

$\alpha = 3$ – величина, що залежить від типу підшипника

Тоді

$$\begin{aligned} C_{тр} &= (0,46 \cdot 1,2 \cdot 0 + 1,46 \cdot 3188) \cdot 2 \cdot 1 \cdot (6 \cdot 10^{-5} \cdot 45 \cdot 15 \cdot 103)^{1/\alpha} = \\ &= 31975 \text{ Н} \approx 40 \text{ кН} \end{aligned}$$

Приймаємо до встановлення підшипники кулькові радіально-упорні однорядні середньої серії 46312 ГОСТ 831-75 діаметром 60 мм допустимою динамічною вантажопідйомністю $C = 66,6$ кН.

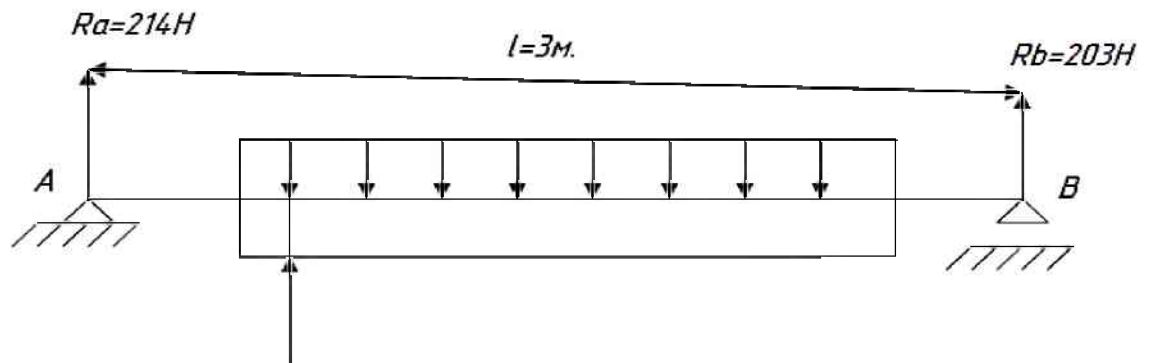


Рисунок 3.1.- Схема навантаження на вал проміжної секції

Визначаємо епюри згинаючого і крутного моментів: Реакції R_a і R_b , в (Н) за формулою:

$$R_a = \frac{\frac{P_{nonp} \cdot l^2}{2l} + P_{oc} \cdot r}{l} = \frac{\frac{846 \cdot 5^2}{2 \cdot 5} + 1740 \cdot 0,126}{5} = 466 \quad (3.25)$$

де:

$P_{nonp} = 846$ Н - поперечне навантаження;

$P_{oc} = 1740$ Н – осьова сила;

$r = 0,126$ м - радіус прикладання осьової сили.

$$R_a = \frac{\frac{P_{nonp} \cdot l^2}{2l} - P_{oc} \cdot r}{l} = \frac{\frac{846 \cdot 5^2}{2 \cdot 5} - 1740 \cdot 0,126}{5} = 379 \quad (3.26)$$

Будуємо епюри згинаючого і крутного моментів в (Н·м)

$$M_{зг1} = R_a \cdot \frac{l}{2} - \frac{P_{nonp} \cdot l^2}{8l} = 466 \cdot \frac{5}{2} - \frac{846 \cdot 5^2}{8 \cdot 5} = 636 \quad (3.27)$$

$$M_{з2} = R_a \cdot \frac{l}{2} - \frac{P_{nonep} \cdot l^2}{8l} = 379 \cdot \frac{5}{2} - \frac{846 \cdot 5^2}{8 \cdot 5} = 418 \quad (3.28)$$

Перевірочний розрахунок вала

Визначаємо для небезпечного перерізу вала запас міцності і зрівняємо його з допустимим.

Визначаємо розрахункове напруження згину в (Н/мм²)

$$\sigma_{з} = \frac{M_{з} \cdot 10^3}{W} \quad (3.29)$$

де

$M_{зг}$ - сумарний згинаючий момент в перерізі вала, Н·м;

W - осьовий момент опору перерізу вала, мм.

$$M_{зг} = \sqrt{M_{зг1}^2 + M_{зг2}^2} = \sqrt{636^2 + 418^2} = 761 \quad (3.30)$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 34^3 = 3930 \quad (3.31)$$

де d - діаметр вала в небезпечному перерізі, мм.

Всі знайдені значення підставляємо у формулу:

$$\sigma_{зг} = \frac{761 \cdot 10^3}{3930} = 193 \quad (3.32)$$

Дотичні напруження змінюються по нульовому циклу, при якому амплітуда циклу τ_a рівна половині розрахункових напружень кручення τ_k

$$\tau_a = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W} \quad (3.33)$$

де $M_{кр}$ = 180,5 Н·м – крутний момент перерізу вала;

W_p - полярний момент інерції, мм³.

$$W_p = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 34^3 = 7860,8 \quad (3.34)$$

$$\tau_a = \frac{180,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 7860,8} = 11,4$$

Визначаємо коефіцієнт концентрації нормальних і дотичних напружень для розрахункового перерізу вала

$$(K_\sigma) = \left(\frac{K_\sigma}{K_d} + K_f - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_y} \quad (3.35)$$

$$(K_\tau) = \left(\frac{K_\tau}{K_d} + K_f - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_y} \quad (3.36)$$

де K_σ і K_τ - ефективні коефіцієнти концентрацій нормального напруження; $K_\sigma=2,2$; $K_\tau=1,6$;

K_d - коефіцієнт впливу абсолютних розмірів поперечного перерізу; $K_d=0,88$;

K_f - коефіцієнт впливу шорсткості, $K_f=1,0$;

K_y - коефіцієнт впливу поверхневого натягу, $K_y=1,5$.

Отже, підставляємо всі значення в формули

$$(K_\sigma) = \left(\frac{2,2}{0,88} + 1 - 1 \right) \cdot \frac{1}{1,5} = 1,65$$

$$(K_\tau) = \left(\frac{1,6}{0,88} + 1 - 1 \right) \cdot \frac{1}{1,5} = 1,2$$

Визначаємо границю міцності в (н/мм²) в перерізі вала

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{\sigma_{-1}}{(K_\sigma)_D}; \quad (3.37)$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{\tau_{-1}}{(K_\sigma)_D}; \quad (3.38)$$

де σ_{-1} і τ_{-1} - границя міцності при симетричному циклі відповідно згину і кручення, $\frac{H}{мм^2}$.

$$\sigma_{-1} = 0,5\sigma_s = 0,5 \cdot 700 = 350 \quad (3.39)$$

$$\tau_{-1} = 0,58\sigma_{-1} = 0,58 \cdot 350 = 203 \quad (3.40)$$

Підставляємо знайдені значення у формули.

Маємо:

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{350}{1,65} = 212,12$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{203}{1,2} = 169,16$$

Знаходимо коефіцієнт запасу міцності по нормальним дотичним напруженням по формулам:

$$S_{\sigma} = \frac{(\sigma_{-1})_D}{\sigma_a} = \frac{212,12}{74,5} = 2,85 \quad (3.41)$$

$$S_{\tau} = \frac{(\tau_{-1})_D}{\tau_a} = \frac{169,16}{1,15} = 147 \quad (3.42)$$

Визначаємо загальний коефіцієнт запасу міцності в небезпечному перерізі по формулі:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} = \frac{2,85 \cdot 147}{\sqrt{2,85^2 + 147^2}} = 2,82 \geq 1,5 \quad (3.43)$$

[S]=1,6 – допустимий коефіцієнт запасу міцності;

Умова $S > [S]$ задовольняється. Запас міцності вала гвинта забезпечений.

Знаходимо полярний момент опору поперечного перерізу вала (Н·м) із формули

$$W_p = \frac{M_{kp}}{[\tau_k]} = \frac{180,5}{20 \cdot 10^6} = 9 \cdot 10^{-6} \quad (3.44)$$

де $M_{kp} = 180,5$ Н·м – крутний момент перерізу вала;

$[\tau_k] = 20$ МПа – допустиме напруження на кручення.

Розраховуємо діаметр вала гвинта, в (мм) із формули:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}; \quad (3.45)$$

$$d_g = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 9 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 34,1 \quad (3.46)$$

По стандартному ряду вибираємо діаметр вала гвинта 34 мм.

Діаметр вала під підшипник знаходимо із рівняння міцності по гіпотезі найбільших дотичних напружень (ІІІ теорія міцності).

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2}}{W_x} \leq [\sigma_{зг}]_{-1} \quad (3.47)$$

Де $M_{зг1}$ - сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі вала, Н·м;

$M_{кр} = 180,5$ Н·м – крутний момент перерізу вала;

$[\sigma_{зг}]_{-1}$ - допустиме напруження згину, $\frac{Н}{мм^2}$;

W_x - осьовий момент опору круглого перерізу вала, Н·м.

Знаходимо сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі вала:

$$M_{зг} = \sqrt{M_{зг1}^2 + M_{зг2}^2} = \sqrt{636^2 + 418^2} = 761 \quad (3.48)$$

Знаходимо допустиме напруження згину в (Н/мм²) по формулі

$$[\sigma_{зг}]_{-1} = \frac{\sigma_{-1}}{[n] \cdot K_\sigma} \cdot k_{pu} = \frac{301}{2 \cdot 2} \cdot 1,5 = 112,8 \quad (3.49)$$

Де $[n]=2$ - коефіцієнт запасу міцності;

$K_\sigma = 2$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

$k_{pu} = 1,5$ – коефіцієнт режиму навантаження при розрахунку на згин;

σ_{-1} - границя витривалості при симетричному циклі напружень.

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_{\sigma} = 0,43 \cdot 700 = 301 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Де $\sigma_{\sigma} = 700 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ - границя міцності вала гвинта;

Із формули знаходимо W_x в (Н·м), підставивши всі знайдені величини:

$$M_{\Sigma} = \frac{\sqrt{M_{\Sigma 1}^2 + M_{\Sigma 2}^2}}{[\sigma_{\Sigma}]_{-1}} = \frac{\sqrt{636^2 + 418^2}}{112,8} = 71 \quad (3.50)$$

Звідси знаходимо діаметр вала, в (мм) під підшипник із формули:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{32};$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 2488}{3,14}} = 29,3 \quad (3.51)$$

о стандартному ряду приймаємо діаметр вала під підшипник 30 мм.

Знаходимо діаметр вала під напівмуфту. Використовуємо формулу без урахування згинаючого моменту, так як в даній ділянці вала він відсутній. Формула матиме такий вигляд:

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{kp}^2}}{W_x} \leq [\sigma_{\Sigma}]_{-1};$$

Звідси:

$$W_x = \frac{\sqrt{M_{kp}^2}}{\sigma_{\Sigma-1}} = \frac{\sqrt{180,5^2}}{112,8} = 16 \text{ мм} \quad (3.52)$$

За формулою знаходимо діаметр вала в (мм) по формулі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 450}{3,14}} = 16$$

По стандартному ряду приймаємо діаметр вала під напівмуфту 18 мм.

Розрахунок підшипників

Вал гвинта підтримується двома кінцевими підшипниками. В якості опор вала застосовуються підшипники кочення. Відповідність підшипників

визначається порівнянням розрахункової вантажопід'ємності $C_{вант}$, Н, з базовою C_6 , або базовою довговічністю L_{10h} з потрібною L_h . Потрібна виконуватись умова: $C_{вант} \leq C_6$, або $L_{10h} \geq L_h$.

Для гвинтового конвеєра потрібна довговічність $L_h = (40 \div 50) \cdot 10^3 \text{ год}$, [4, т.9.4]

По діаметру вала із каталогу вибираємо підшипник роликовий 7606. $d=30$ мм, $D=72$ мм, $T=29,0$ мм, $b=29,0$ мм, $c=23,0$, $Y=1,882$, $e=0,319$, $C_6=51,0$ кН, $Y_0=1,035$.

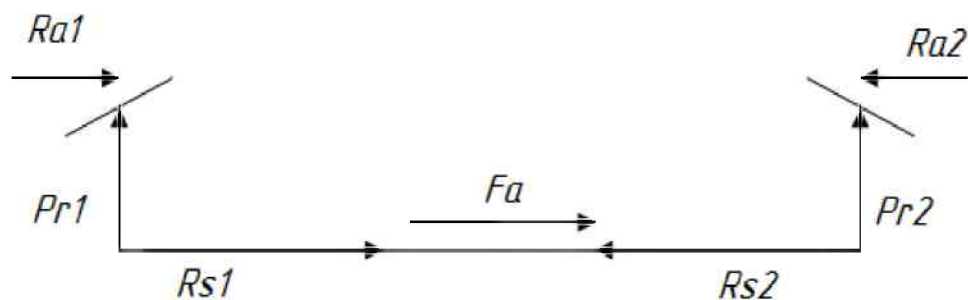


Рисунок 3.3 – Схема навантаження на підшипники

Для роликопідшипників характерні співвідношення

$$R_{s1} = 0,83e P_{r1}, R_{s2} = 0,83e P_{r2}, \quad (3.53)$$

де e – корегуючий коефіцієнт.

$R_{r1} = R_a = 214$ Н; $R_{r2} = R_b = 203$ Н. $F_a = P_{oc}$ – вісьова сила в зачепленні, Н.

$$R_{s1} = 0,83 \cdot 0,319 \cdot 214 = 56,8 \text{ Н}$$

$$R_{s2} = 0,83 \cdot 0,319 \cdot 203 = 53,9 \text{ Н}$$

$$R_{a1} = R_{s1}; R_{a2} = R_{s1} + F_a; R_{a1} = 56,8 \text{ Н};$$

$$R_{a2} = 56,8 + 1740 = 1796 \text{ Н}$$

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження підшипників по формулі:

$$R_e = (X \cdot V \cdot R_r + \gamma \cdot R_a) \cdot K_\delta \cdot K_T, \text{ при } \frac{R_a}{V \cdot R_r} \geq e \quad (3.54)$$

$$R_e = V \cdot R_r \cdot K_\delta \cdot K_T, \text{ при } \frac{R_a}{V \cdot R_r} \leq e \quad (3.55)$$

Де $K_\delta=1,0$ – коефіцієнт небезпеки;

$K_T=1,0$ – температурний коефіцієнт при робочій температурі до 100°C ;

$X = 0,4$ – коефіцієнт радіального навантаження;

$V = 1,0$ – коефіцієнт обертання;

Знайдемо для кожного підшипника відношення $\frac{R_a}{V \cdot R_r}$, та порівняємо його з допустимим

$$\frac{56,8}{1 \cdot 214} = 0,27 \leq 0,32; \quad \frac{1796}{1 \cdot 203} = 8,8 \geq 0,32$$

Знаходимо еквівалентне динамічне навантаження в (Н) для кожного підшипника по формулам:

$$R_e = (0,4 \cdot 1 \cdot 203 + 1,88 \cdot 1796) \cdot 1 \cdot 1 = 3457$$

$$R_e = 1 \cdot 214 \cdot 1 \cdot 1 = 214$$

Визначаємо розрахункову динамічну вантажопід'ємність в(кН), за формулою:

$$C_{вант} = R_e \cdot \sqrt[3,33]{60 \cdot n \cdot \frac{L_h}{a_1 \cdot a_{23} \cdot 10^6}} = 3457 \cdot \sqrt[3,33]{60 \cdot 71 \cdot \frac{50 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,6 \cdot 10^6}} = 20,1 \quad (3.56)$$

де $n=71$ об/хв. – частота обертання внутрішнього кільця підшипника;

$m=3,33$ – показник ступені;

$a_1=1$ – коефіцієнт надійності підшипників;

$a_{23}=0,6$ – коефіцієнт, який враховує вплив якості підшипника і якості його експлуатації.

Знаходимо базову довговічність підшипників в (год), за формулою:

$$L_{10h} = a_1 \cdot a_{23} \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C_e}{R_e} \right)^m = 1 \cdot 0,6 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 71} \cdot \left(\frac{20162}{3457} \right)^{3,33} = 49982 \quad (3.57)$$

Умови $C_{вант} \leq C_e$, і $L_{10h} \geq L_h$ задовільняються. Підшипники підібрані вірно.

Підбір муфт

Муфта для з'єднання вала двигуна та вала редуктора.

Визначаємо крутний момент, який передає муфта (Н·м) за формулою:

$$T = 9,55 \cdot \frac{N}{n} = 9,55 \cdot \frac{2,2 \cdot 10^3}{2850} = 7,37 \quad (3.58)$$

де

$N = 2,2 \cdot 10^3$ Вт – потужність двигуна;

$n = 2850$ об/хв. – частота обертання двигуна.

Визначаємо розрахунковий момент (Н·м) за формулою, приймаючи по коефіцієнт режиму роботи $k_p = 2,0$

$$T_p = k_p \times T = 2,0 \times 7,37 = 10,6 \quad (3.59)$$

По (ГОСТ 21424-75) вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту, для якої допустимий розрахунковий момент 32 Н·м з внутрішнім діаметром 18 мм. Для з'єднання з вихідним валом двигуна використовуємо розточування муфти до 19 мм. Розміри муфти: $D = 90$ мм; $L = 84$; $B = 2$, число пальців – 3.

Перевіряємо резинові втулки на зминання поверхні їх дотикання з пальцями:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_t}{(d_n \cdot l_b)} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.60)$$

де F_t – колова сила, яка передається одним пальцем, Н

$$F_t = \frac{T_p}{0,5 \cdot D_1 \cdot z} = \frac{14,7}{0,5 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 81,6 \quad (3.61)$$

Знайдене значення F_t підставляємо у формулу і маємо

$$\sigma_{зм} = \frac{81,6}{(10 \cdot 15) \cdot 10^{-6}} = 0,54 \cdot 10^6 \leq [\sigma_{зм}]$$

$$[\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа.}$$

Муфта для з'єднання вала редуктора з валом гвинта.

Крутний момент муфти

$$M_{кр} = T = 180,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахунковий момент визначаємо за формулою

$$T_p = 2,0 \times 180,5 = 361 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

По ДСТУ ГОСТ 21424-75 вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту, для якої допустимий розрахунковий момент 450 Н·м внутрішнім діаметром 28 мм. Розміри муфти: $D = 120 \text{ мм}$; $L=125$; $B=4$, число пальців – 3.

Колову силу, яка передається одним пальцем, розраховуємо в (Н) за формулою:

$$F_t = \frac{180,5}{0,5 \cdot 120 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 752$$

Перевіряємо гумові втулки на зминання поверхні їх дотикання з пальцями за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{752}{(14 \cdot 28) \cdot 10^{-6}} = 1,91 \cdot 10^6 \leq [\sigma_{зм}]$$

Умова $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$ задовольняється, а отже муфти підібрані вірно.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розрахунок економічної ефективності норії

Вихідні дані

Кваліфікаційною роботою передбачена розробка гвинтового конвеєра за базу порівняння взято стрічковий конвеєр.

Вихідні дані для розрахунку передбаченні завданням і зібрані на ТОВ «Елеватор-Агро» приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Вихідні дані

Показники	Кількість
Вартість придбання гвинтового конвеєра, грн.	96000
Вартість придбання стрічкового конвеєра (порівнюваного), грн.	105000
Норма амортизаційних відрахувань, % від вартості обладнання	15
Річний фонд роботи обладнання, діб.	42
Потужність двигунів на обладнанні, кВт*год:	
Базовий варіант	3,0
Розрахунковий варіант	5,0
Тариф за 1 кВт*год., грн.	2,08
Коефіцієнт використання обладнання	0,8
Кількість робочих змін	3
Тривалість роботи обладнання на протязі зміни, год.	8,0
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
Кількість обладнання, шт.:	
Базовий варіант	2
Розрахунковий варіант	1
Продуктивність транспортера, т/год.:	
Базовий варіант	40,0
Розрахунковий варіант	40,0
Річний обсяг виробництва, тис. т	600,0

Розрахунок 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 $K_1 = 105000$ грн.

розрахунковий варіант $K_2 = 96000$ грн.

K_T – транспортні витрати (5% від вартості обладнання)

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

базовий варіант $K_{T1} = 105000 \cdot 0,05 = 5250$ грн.

розрахунковий варіант $K_{T2} = 96000 \cdot 0,05 = 4800$ грн.

K_C – заготівельна складність (1,25% від вартості обладнання)

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

базовий варіант $K_{C1} = 105000 \cdot 0,0125 = 1312,5$ грн.

розрахунковий варіант $K_{C2} = 96000 \cdot 0,0125 = 1200$ грн.

$K_{\text{ПР}}$ – проекти роботи (5% від вартості обладнання)

$$K_{\text{ПР}} = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.4)$$

базовий варіант $K_{\text{ПР}1} = 105000 \cdot 0,05 = 5250$ грн.

розрахунковий варіант $K_{\text{ПР}2} = 96000 \cdot 0,05 = 4800$ грн.

K_M – монтажні роботи (20% від вартості обладнання)

$$K_M = K_0 \cdot 0,2 \quad (4.5)$$

базовий варіант $K_{M1} = 105000 \cdot 0,2 = 21000$ грн.

розрахунковий варіант $K_{M2} = 96000 \cdot 0,2 = 19200$ грн.

Підставляємо дані у формулу 4.1

базовий варіант $K_1 = 105000 + 5250 + 1312,5 + 5250 + 21000 = 137812,5$ грн.

розрахунковий варіант $K_2 = 96000 + 4800 + 1200 + 4800 + 19200 = 126000$ грн.

Розрахуємо потужність конвеєра:

$$Q = q \cdot n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot k \quad (4.6)$$

де q – годинна продуктивність конвеєра, т;

$n_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін;

$t_{\text{зм}}$ – тривалість роботи обладнання за зміну, год.;

$P_{\text{п}}$ – робочий період, діб.

Базовий варіант $Q_1 = 70 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 250 = 180000$ т

Розрахунковий варіант $Q_2 = 45 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 250 = 105000$ т

Визначимо питомі капітальні вкладення на 1 т

$$K_{\text{п}} = \frac{K}{Q} \quad (4.7)$$

базовий варіант $K_{\text{п}1} = \frac{137812,5}{600000} = 0,23$ грн.

розрахунковий варіант $K_{\text{п}2} = \frac{126000}{600000} = 0,21$ грн.

Розрахунок зміни поточних витрат

Витрати електроенергії:

$$E_{\text{ЕЛ}} = \frac{(N_{\text{ДВ}} \cdot T \cdot K_{\text{ЕБ}} \cdot K_{\text{ІНТ}} \cdot U_{\text{Е}})}{\cos} \quad (4.8)$$

де $N_{\text{ДВ}}$ – сумарна потужність вилучених встановлених або вилучених двигунів; $N_{\text{ДВ}1} = 3,0$ кВт. $N_{\text{ДВ}2} = 5,0$ кВт

T – час роботи двигуна; $T = 8 \cdot 3 \cdot 42 = 1008$ год.

$K_{\text{ЕБ}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі заводу;
 $K_{\text{ЕБ}} = 1,06$.

$K_{\text{ИТ}}$ – коефіцієнт використання потужності устаткування; $K_{\text{ИТ}} = 0,85$.

$\cos$ – коефіцієнт корисної дії електродвигуна; $\cos = 0,9$.

Отже, витрати електроенергії:

базовий варіант

$$B_{\text{ЕЛ.1}} = \frac{3,0 * 1008 * 1,06 * 0,8 * 2,08}{0,9} = 9878 \text{ грн.}$$

на 1т. $9878/60000=0,016$ грн.

розрахунковий варіант

$$B_{\text{ЕЛ.2}} = \frac{5 * 1008 * 1,06 * 0,8 * 2,08}{0,9} = 5927 \text{ грн.}$$

на 1т. $5927/600000=0,01$ грн.

Витрати на амортизацію обладнання:

$$A = \frac{\Phi * H_{\text{Л}}}{100} \quad (4.9)$$

де Φ – вартість обладнання; $\Phi = K$

$H_{\text{А}}$ – річна норма амортизаційних відрахувань; $H_{\text{А}} = 15\%$

базовий варіант $A_1 = \frac{137812,5 * 15}{100} = 20671,8$ грн.

на 1т $20671,8/600000=0,034$ грн.

розрахунковий варіант $A_2 = \frac{126000 * 15}{100} = 18900$ грн.

на 1т $18900/600000=0,031$ грн.

Витрати на поточний ремонт:

$$B_{\text{П.Р.}} = A * 0,5 \quad (4.10)$$

базовий варіант $B_{\text{П.Р.1}} = 20671,8 * 0,5 = 10335,9$ грн.

на 1т $10335,9/60000= 0,17$ грн.

розрахунковий варіант $B_{\text{П.Р.2}} = 18900 * 0,5 = 9450$ грн.

на 1т $9450/600000= 0,016$ грн.

Витрати по змінних статтях калькуляції приведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Витрати по змінних статтях калькуляції

Статті витрат	Базовий варіант	Розраху- н- ковий варіант	Зміни
Витрати електроенергії	0,016	0,01	-0,006
Амортизація обладнання	0,034	0,031	-0,003
Витрати на поточний ремонт	0,017	0,007	-0,01
Всього	0,067	0,048	-0,019

Основні показники економічної ефективності

Визначимо річний економічний ефект за формулою

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

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 – нормативний коефіцієнт економічної ефективності

$E_n = 0,15$;

Q_2 – розрахунковий обсяг виробництва продукції.

$$E_p = ((0,067 + 0,15 \cdot 0,23) - (0,048 + 0,15 \cdot 0,21)) \cdot 600000 = 13200 \text{ грн.}$$

4.2 Охорона праці та правила безпечної експлуатації

Одним з резервів підвищення ефективності виробництва є вдосконалення методів забезпечення безпеки праці, тому що травматизм визначає істотну частину непродуктивних втрат робочого часу. Доведено, що висока

продуктивність праці може бути досягнута тільки в умовах, коли забезпечена її безпека.

Сутність охорони праці полягає у визначенні можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть проявитися при проведенні запланованих для виконання робіт; у прогнозуванні моментів прояву зазначених факторів; проведенні необхідних профілактичних заходів.

Забезпечення безпеки праці на практиці здійснюється послідовною реалізацією таких етапів:

- виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- локалізація або усунення виявлених факторів;
- визначення методів і засобів захисту працюючих (засобів колективного або індивідуального захисту);
- визначення пільг і компенсації за роботу в несприятливих умовах.

Рівень безпеки будь-яких робіт у суспільному виробництві значною мірою залежить від рівня правового забезпечення її питань, тобто від якості та повноти викладення відповідних вимог в законах та інших нормативно-правових актах. У 1992 році в Україні було прийнято Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності та принципи державної політики у цій сфері, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює його керівник (власник), а в підрозділах – їх керівники або головні фахівці. Координує всю цю діяльність служба охорони праці. Ця служба створюється на підприємствах незалежно від форми власності та видів діяльності для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

Усі працівники, яких приймають на роботу, зобов'язані пройти на підприємстві навчання, інструктаж з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, про правила поведінки при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Види інструктажів: вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий.

Новоприйняті на підприємство працівники після первинного інструктажу до початку самостійної роботи повинні під керівництвом досвідчених, кваліфікованих фахівців прийти стажування протягом 2-15 змін або дублювання протягом не менше ніж 6 змін.

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників, що мають місце при експлуатації обладнання наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Шкідливі і небезпечні виробничі чинники

Джерела виникнення шкідливих і небезпечних виробничих чинників	К-сть, шт	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
1. Конвеєр скребковий (3 шт.)	1	Рухомі частини механізмів, шум, електрострум, пил, вібрація
	1	
	3	
2. Конвеєр стрічковий (5 шт.)	4	Рухомі частини механізмів, шум, електрострум, пил, вібрація
3. Норія стрічкова (4 шт.)		Рухомі частини механізмів, шум, електрострум, пил, вібрація
4. Сепаратор повітряно-ситовий (4 шт.)		Шум, пил, вібрація
5. Зерносушарка (3 шт.)		Електрострум, пил, вологовиділення, тепловиділення
6. Конвеєр гвинтовий (18 шт.)		Рухомі частини механізмів, шум, електрострум, пил, вібрація

Для забезпечення оперативного гасіння пожежі на підприємстві має бути передбачене внутрішнє і зовнішнє протипожежне водопостачання.

Витрати води на пожежогасіння регламентуються СНиП 2.04.01-85 та СНиП 2.04.02-84 і залежать від ступеню вогнестійкості будівлі, категорії виробництва за пожежною та вибухопожежною небезпекою, об'єму будівлі.

Пожежні крани влаштовують на висоті пристосування для опломбування і напис «ПК».

Запас води, необхідний для пожежогасіння будівлі, розраховується за формулою:

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (m + n)}{1000}$$

де 3 год. - розрахунковий час гасіння пожежі.

Згідно ОНТП 24 – 86 по класу пожежі дане зерносховище відноситься до класу В – пожежі твердих речовин;

3600 – перерахунок годин в секунди;

П – секундні витрати води на внутрішнє пожежогасіння. Приймається 10 л/с.

п – секундні витрати води на зовнішнє пожежогасіння. Приймається 20 л/с.

Визначається запас води на пожежогасіння за формулою 4.1

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (10 + 20)}{1000} = 324 \text{ м}^3$$

Для даної площі приміщення з пожежною небезпекою категорії В, якщо потреба в протипожежному водопостачанні не перевищує 20 л/с, замість протипожежної мережі допускається використання водосховища.

Інструкція з охорони праці при обслуговуванні гвинтового конвеєра

Загальні вимоги

- До роботи допускаються особи, які пройшли обов'язкові медичний огляд, вступний і первинний інструктажі, а також перевірку знань і стажування по набуттю безпечних методів праці.

- Повторний інструктаж на робочому місці проводиться у встановлені вимогами терміни.

- Для безпечного ведення робіт працівник повинен знати і виконувати:

- свої обов'язки по безпечному обслуговуванню гвинтового конвеєра;

- вимоги до організації робочого місця;

- правила користування спецодягом і іншими засобами індивідуального захисту;

- правила і прийоми надання першої долікарської допомоги потерпілим при нещасних випадках;

- порядок дій у аварійних ситуаціях, в тому числі і при пожежах;

- правила використання інструментів та пристроїв за призначенням.

- Забороняється допуск до виконання робіт при несправному обладнанні чи інструментах.

- Працівник повинен виконувати всі вимоги інструкцій з техніки безпеки і виробничої санітарії.

- За порушення вимог інструкцій винних притягають до відповідальності, відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку.

2. Перед початком роботи

- Надягніть спецодяг та інші засоби індивідуального захисту, які передбачені нормами.

- Під час прийому зміни перевірте:

- затягування різьбових з'єднань;

- роботу аспіраційної системи;

- на холостому ході не повинно бути не властивого шуму, вібрації чи стукоту;
 - температуру підшипникових опор і електродвигуна.
 - Ознайомтеся із зауваженнями та пропозиціями працівника попередньої зміни, щодо технічного стану конвеєра.
 - Перевірте наявність захисних засобів на всіх обертових вузлах та деталях конвеєра, а також справність пускозупинної апаратури.
 - Зробіть пуск конвеєра, додержуючись порядку і послідовності операцій, зазначених в інструкції з експлуатації, простежте за його роботою на холостому ході протягом 1-2 хвилин та переконайтеся у його справності.
 - Переконайтеся у справності дії світлової та звукової сигналізації і аварійних кнопок «Стоп».
 - Проведіть змащення обертових вузлів і деталей.
 - Відрегулюйте нормальну і безперервну (по можливості) подачу зерна.
3. Вимоги безпеки під час роботи
- Слідкуйте за роботою конвеєра, у разі появи сторонніх вібрацій, шуму чи стукоту негайно зупиніть його та ліквідуйте неполадку.
 - Контролюйте подачу зерна, а також роботу аспіраційної системи.
 - Стежте за швидкістю руху ланцюга із скребками за допомогою датчика руху та показів на щиті управління, за необхідністю відрегулюйте її.
 - Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях
 - Негайно припиніть подачу зерна та зупиніть конвеєр і сповістіть безпосереднього керівника при:
 - виявленні сторонніх вібрацій, шумів чи ударів;
 - відчутті дії електричного струму при дотику до металевих частин конвеєра;
 - якщо подальша експлуатація конвеєра загрожує безпеці працюючих;

- виникненні пожежі.
4. При виникненні пожежі
- Вимкніть обладнання, аспіраційну систему;
 - Сповістіть пожежну охорону та адміністрацію підприємства;
 - Розпочніть гасіння, використовуючи кран внутрішнього протипожежного водопроводу або за допомогою первинних засобів пожежогасіння (води, піску, вогнегасників);
 - При загоранні електропроводів чи силових кабелів, вимкніть головний вимикач конвеєра, а електропроводи гасить вуглекислотним вогнегасником чи піском, гасіння їх водою або пінним вогнегасником суворо заборонено.
 - Надайте першу долікарську допомогу потерпілим при аварії, згідно з інструкцією надання першої невідкладної допомоги.
5. Вимоги безпеки після закінчення роботи
- Зупиніть подачу відходів та дочекайтеся повного вивантаження його з конвеєра, контролюючи цей процес.
 - Вимкніть конвеєр та відімкніть напругу живлення.
 - Упорядкуйте робоче місце та інвентар.
 - Приберіть сміття, зерно та інші непотрібні матеріали.
 - Повідомте майстра та працівників наступної зміни про всі помічені недоліки та технічний стан устаткування, зробіть запис в журналі технічного стану конвеєра.
 - Зніміть спецодяг та решту засобів індивідуального захисту і покладіть їх у відповідне місце.

4.3 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища — система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження особливо цінних

та унікальних природних комплексів, забезпечення екологічної безпеки. Ця сукупність державних, адміністративних, правових, економічних, політичних та соціальних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення та збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки діяльності людини є невід'ємною умовою сталого економічного та соціального розвитку України. Цим реваншем Україна реалізує на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечної для існування живої та неживої природи довкілля, захист життя та здоров'я населення від негативних наслідків забруднення довкілля, досягнення гармонійної взаємодії суспільства та природи, охорона, раціональне використання та відтворення природних ресурсів [1].

Об'єкти охорони навколишнього середовища [1]:

1. Державній охороні та регулюванню використання на території України підлягають: природне середовище як сукупність природних та природно-соціальних умов та процесів, природні ресурси, що беруть участь у господарському обороті, так і не використовуються в економіці в поточному періоді (земля, надра, води, атмосферне повітря, лісова та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші природні комплекси.

2. Території та об'єкти природно-заповідного фонду України, а також інші території та об'єкти, визначені відповідно до законодавства України, підлягають спеціальній державній охороні.

3. Здоров'я та життя людей також підлягають державному захисту від негативних наслідків несприятливої екологічної ситуації.

Сільське господарство — одна з основних галузей матеріального виробництва, що забезпечує людство продуктами харчування, а промисловість — сировиною. Головна екологічна небезпека, яка стоїть перед людством, —

виснаження генетичного фонду рослин і тварин. Це викликано впровадженням монокультур, будівництвом тропічних лісів, урбанізацією, будівництвом величезних водосховищ та ін.

Гонитва за максимальними врожаями, порушення прав актафшехнірів, використання важкої сільськогосподарської техніки, неправильний біовипас, перевипас худоби призводять до втрати головного багатства людства – родючих фунтів. Вчені встановили, що для створення фунтового шару товщиною 18 см природі потрібно в середньому від 1400 до 7000 років. Людина здатна виснажити і зруйнувати шар ґрунту такої товщини за один-два сезони.

Екологічне прогнозування — окремий вид діяльності як функція управління, що полягає в отриманні науково обґрунтованих варіантів розвитку стану навколишнього природного середовища та здоров'я населення, природно-ресурсного потенціалу, ризиків виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, показників збалансованого розвитку [13].

Виділяють наступні види екологічного прогнозування [13]:

глобальне прогнозування - здійснюється для земної кулі в цілому, найбільш відомі так звані футуристичні прогнози розвитку людства (довгострокові прогнози майбутнього), що здійснюються під егідою Римського клубу;

державне прогнозування - здійснюється спеціально уповноваженими державними органами спільно з відповідними науковими установами, які забезпечують організацію короткострокового та довгострокового прогнозування змін у навколишньому природному середовищі, що необхідно враховувати при розробленні та реалізації програм економічного і соціального розвитку;

регіональне та локальне прогнозування здійснюється на місцевих рівнях, переважно на нижній адміністративно-територіальній ієрархії;

Проблемне і спеціальне прогнозування стосується вивчення територіально або проблемно вузьких питань розвитку навколишнього середовища та охорони природи.

Змістом екологічного прогнозування є вивчення майбутніх змін навколишнього середовища та їх зворотного впливу антропогенних факторів на здоров'я людини.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих конструкцій технологічного обладнання для горизонтального транспортування зернопродуктів. Розглянув особливості проектування зернових норій, особливості їх конструкцій. Проведено розрахунки та обґрунтовано режими роботи транспортного обладнання, яке обрав в роботі в якості предмету дослідження. Проаналізовано існуючі небезпеки та заходи з охорони праці на зернопереробному підприємстві, розглянув правила безпечної експлуатації норії.

Розраховано та обґрунтував параметри та режими роботи зернової норії.

У загальному розділі були наведені: стисла оцінка сучасного стану транспортного обладнання потокової лінії приймання та підготовки зерна; існуючі сфери застосування її застосування; практичне значення кваліфікаційної роботи.

У технологічному розділі розглянуто технологічну схему приймання зерна, особливості конструкції гвинтового конвеєра, правила монтажу та експлуатації норії

У конструкторському розділі розраховано конструктивні та режимні параметри гвинтового конвеєра, розглянуто особливості кінематичної схеми, підібрано електродвигун та розраховано відповідний редуктор.

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.

Розрахований конвеєр може бути використаний 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.