

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: «Обґрунтування параметрів та режимів роботи скребкового конвеєра в технологічній лінії приймання зерна»

КРБ.133ГМбд_41.17.00.00.000 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
СТАВНИЧУК Дмитро

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ЛЕВЧЕНКО Юлія

Полтава – 2025 року

ВСТУП

Агропромисловий комплекс України є одним із провідних секторів національної економіки, що забезпечує не лише продовольчу безпеку країни, але й значну частку її експорту. Україна займає лідируючі позиції на світовому ринку завдяки родючим ґрунтам, сприятливим кліматичним умовам і високому потенціалу аграрного сектору.

Сучасний розвиток агропромислового комплексу неможливий без впровадження інноваційних технологій, які забезпечують підвищення ефективності виробничих процесів та покращення якості продукції. Одним із таких технологічних рішень є скребкові конвеєри, які відіграють важливу роль у механізації та автоматизації процесів транспортування зернових культур і сипучих матеріалів.

Скребокві конвеєри є невід'ємною частиною сучасних технологічних ліній агропромислових підприємств. Вони забезпечують ефективне переміщення сировини на різні відстані, мінімізуючи втрати та знижуючи енерговитрати. Такі конвеєри широко застосовуються на елеваторах, зерноочисних комплексах, комбінормових заводах та інших підприємствах, що працюють із сипучими матеріалами.

Використання скребкових конвеєрів дозволяє не лише підвищити продуктивність підприємств, але й забезпечити більш високу якість продукції завдяки дбайливому транспортуванню. Застосування інноваційних рішень у конструкції конвеєрів сприяє збільшенню їх надійності, довговічності та енергоефективності, що є важливим фактором для збереження конкурентоспроможності підприємств агропромислового комплексу.

Таким чином, впровадження сучасних скребкових конвеєрів є стратегічним кроком у розвитку матеріально-технічної бази аграрного сектору України, спрямованим на підвищення ефективності виробничих процесів і забезпечення стійкого зростання галузі.

Мета роботи – провести розрахунок параметрів скребкового конвеєра, обґрунтувати режими його роботи та розробити проєкт на основі виконаних розрахунків.

Предмет дослідження – скребковий конвеєр продуктивністю 25 т/год з удосконаленою системою приводу та підвищеною зносостійкістю.

Об’єкт дослідження – конструктивні та режимні параметри обладнання для транспортування сипучих матеріалів.

У кваліфікаційній роботі поставлені наступні завдання:

1. Провести аналіз літературних та інших джерел щодо сучасних конструкцій скребкових конвеєрів.
2. Вивчити особливості проєктування та вимоги, які висуваються до скребкових конвеєрів, а також особливості їх конструкцій.
3. Виконати розрахунки параметрів скребкового конвеєра, включаючи механічні навантаження, продуктивність та споживання енергії.
4. Провести аналіз існуючих небезпек та розробити заходи з охорони праці для забезпечення безпечної експлуатації скребкових конвеєрів на підприємствах агропромислового комплексу.
5. Провести економічні розрахунки щодо введення в експлуатацію розробленого скребкового конвеєра.

Кваліфікаційна робота спрямована на вдосконалення технологічного процесу транспортування сипучих матеріалів, підвищення його енергоефективності, зниження витрат і забезпечення безпечних умов праці для персоналу.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНИЙ

Після збору зерна неохідно виконати комплекс технологічних операцій, спрямованих на підготовку сировини до тривалого зберігання та подальшої переробки. Одним із ключових процесів є транспортування зерна на різних етапах первинної обробки, таких як очищення, сортування, калібрування та сушіння. Ефективна організація транспортування забезпечує безперебійність роботи всіх ланок технологічного процесу.

Свіжо зібране зерно зазвичай містить домішки та має підвищену вологість, що створює певні труднощі для його переміщення. Домішки, такі як залишки рослин, пісок чи каміння, можуть негативно впливати на роботу транспортувального обладнання, спричиняючи його зношування або блокування. Тому першочерговим завданням є транспортування зерна до очисних машин, де видаляються небажані включення.

Після очищення зерно спрямовується до калібрувального та сортувального обладнання. Точне транспортування на цьому етапі є важливим для збереження фізичних характеристик зерна, таких як розмір, вага та форма, що є особливо актуальним для насінневого матеріалу.

Наступним критично важливим етапом є транспортування зерна до сушарок. У цьому процесі важливе враховувати особливості сировини, рівень її початкової вологості та необхідну продуктивність. Переміщення повинно бути організоване таким чином, щоб уникнути втрат зерна, його пошкоджень та нерівномірного розподілу в сушарці.

Після сушіння зерно потребує охолодження та транспортування до місць зберігання. Цей етап також має свої особливості, зокрема вимоги до швидкості та умов переміщення для запобігання повторному зволоженню зернової маси.

Ефективне транспортування на всіх етапах первинної обробки зерна забезпечує високу якість кінцевого продукту, мінімізує втрати та оптимізує витрати. Для цього використовуються різні види транспортувального обладнання,

такі як стрічкові, ленткові та скребкові конвеєри, кожен із яких має свої переваги залежно від умов і вимог виробничого процесу.

Скребкові транспортери є ефективними машинами безперервної дії, які використовуються для транспортування сипучих матеріалів. Їхня конструкція дозволяє переміщувати вантаж у горизонтальному або похилому напрямі по нерухомому жолобу (коробу) за допомогою скребків, закріплених на тяговому ланцюгу. Завдяки універсальності, такі транспортери знаходять широке застосування в агропромисловості, гірничій справі, будівництві та інших галузях.

Процес проектування скребкових транспортерів вимагає врахування декількох ключових параметрів таких як тип транспортувального матеріалу, продуктивність, довжина маршруту транспортування, а також робочі умови. Наприклад, для транспортування зернових культур часто обираються конвеєри з високими скребками, оскільки вони забезпечують більшу продуктивність при збереженні герметичності і мінімізації пилоутворення.

Скребки бувають низькі та високі. Для сипучих матеріалів, таких як зерно, перевага надається високим скребкам через їхню здатність переміщувати більшу кількість вантажу. Як тяговий орган найчастіше використовуються втулково-роликові ланцюги, які забезпечують плавність руху, високу надійність і легкість обслуговування.

Скребкові транспортери можуть оснащуватися електричними, пневматичними або гідравлічними приводами. Найбільш поширеним є електричний привід завдяки його універсальності, простоті в експлуатації та економічності.

За розташуванням робочої гілки транспортери поділяються на такі, що мають нижню, верхню або обидві робочі гілки. Для транспортування зерна найчастіше використовуються транспортери з нижньою робочою гілкою, оскільки вони дозволяють легко організувати гравітаційне завантаження і розвантаження.

Скребкові транспортери можуть бути стаціонарними, переносними або пересувними. Переносні конструкції забезпечують гнучкість у використанні, особливо для сезонних робіт у сільському господарстві.

При проектуванні скребкового транспортера для транспортування зерна враховуються такі аспекти:

- Герметичність конструкції для запобігання втратам продукту і утворенню пилу.
- Простота обслуговування тягового органу та скребків.
- Жорсткість конструкції коробу, що дозволяє використовувати мінімальну кількість опорних елементів.

Можливість зміни напрямку транспортування без перевантаження.

Таким чином, скребкові транспортери забезпечують ефективне та економічне транспортування сипучих матеріалів, а їх ретельне проектування дозволяє адаптувати конструкцію до конкретних умов експлуатації та вимог виробничого процесу.

Проектування скребкових транспортерів є складним процесом, який вимагає аналізу багатьох технічних і експлуатаційних аспектів. У науковій та технічній літературі ця тема розглядається з різних точок зору, включаючи конструктивні особливості, вибір матеріалів, режими роботи та технічне обслуговування.

У літературних джерелах [1, 2] підкреслюється універсальність скребкових транспортерів як засобів для переміщення сипучих матеріалів, таких як зерно, пісок, вугілля тощо. Вказується, що основними конструктивними елементами цих транспортерів є короб, тяговий орган, скребки та привідний механізм. Різні типи коробів, такі як з нижньою або верхньою робочою гілкою, дозволяють адаптувати транспортери до специфічних умов експлуатації.

Робота [3] присвячена дослідженню властивостей тягових органів, зокрема втулково-роликових і пластинчастих ланцюгів. Ці типи ланцюгів забезпечують високу надійність і плавність роботи, що особливо важливо для транспортування зерна. У статтях [4, 5] розглянуто вплив форми та розміру скребків на продуктивність транспортера. Зазначається, що високі скребки дозволяють транспортувати більший обсяг матеріалу, але вимагають більшої енергоємності привода.

Дослідження [6] акцентує увагу на виборі матеріалів для виготовлення коробів. Використання зносостійких сталей та композитів дозволяє продовжити термін служби транспортера, особливо при транспортуванні абразивних матеріалів. Герметичність коробу забезпечує зменшення пилоутворення та втрат продукту, що особливо важливо для аграрного сектора.

У публікаціях [7, 8] детально розглянуто конструкції приводів для скребкових транспортерів, серед яких найбільш поширеними є електричні приводи. Автори наголошують на важливості правильного розрахунку потужності двигуна, оскільки перевищення навантажень може призвести до передчасного зношення механізмів.

У роботах [9, 10] вказується, що скребкові транспортери мають високу економічну ефективність завдяки простоті конструкції та низькому енергоспоживанню. Разом з тим їх використання сприяє покращенню екологічної ситуації за рахунок зменшення пилоутворення та можливості транспортування вантажів у закритих системах.

Дослідження [11] присвячені заходам безпеки при експлуатації скребкових транспортерів. Основна увага приділяється використанню захисних кожухів на рухомих частинах, системам аварійного зупинення та регулярному технічному обслуговуванню.

Сучасні роботи [12, 13] акцентують увагу на інтеграції автоматизованих систем управління, що дозволяють здійснювати контроль за роботою транспортерів у реальному часі. Це підвищує їх ефективність, знижує витрати на обслуговування і мінімізує простой.

Отже, огляд літератури показує, що скребкові транспортери є важливими елементами матеріально-технічного забезпечення багатьох галузей. Їхнє проектування вимагає комплексного підходу, який враховує конструктивні, матеріальні та експлуатаційні особливості. Подальші дослідження в цьому напрямі можуть бути спрямовані на вдосконалення конструкцій, зниження енергоспоживання та підвищення екологічності транспортування.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

Для зерноприймальних підприємств основною сировиною є зерно, що може містити певну кількість вологи, домішок (органічних, неорганічних та феромагнітних) і надходить з полів або інших підприємств.

На розглянутій технологічній схемі передбачено такі етапи: приймання зерна, очищення від легких та феромагнітних домішок, сушіння (за необхідності) і складування в силосах. Зерно може доставлятися як автомобільним, так і залізничним транспортом.

Для контролю та обліку зерна, що надходить автотранспортом, проводиться попереднє зважування на платформених автомобільних вагах типу Булат-А-60-Н з вантажопідйомністю 60 тонн, обладнаних вагосиміювальними тензодатчиками та реєстраційними пристроями. Після зважування автомобілі прямують до приймального пристрою для вивантаження. Залежно від типу транспорту, це може бути автоматичний автомобілерозвантажувач У-АРГ-16 або ручне розвантаження. Зерно спрямовується до завальних ям, звідки його транспортують скребкові конвеєри FRL-200 продуктивністю 200 т/год.

Якщо зерно доставляється залізничним транспортом, його розвантаження здійснюється загонорозвантажувачем У9РХ-60. Потім воно надходить у завальні ями, а далі транспортується скребковим конвеєром FRL-600 з продуктивністю 300 т/год.

Зерно з конвеєрів надходить на стрічковий конвеєр КРТ-600, який транспортує його до стрічкової лані FPK-600. Ця ланя подає зерно у проміжний надсепараторний бункер, звідки воно проходить через магнітний сепаратор ЛТСГ для очищення від феромагнітних домішок. Потім зерно потрапляє на повітряно-ситовий сепаратор Texas Shaker, де очищується від легких домішок, які вивантажуються в бункер відходів.

Залежно від вологості, зерно може бути спрямоване на сушіння. Для цього використовуються стрічкові конвеєри, які подають зерно в проміжний бункер і далі – до зерносушарок Cimbrica AEG-40 продуктивністю 200 т/год. Після сушіння очищене і висушене зерно складається в силосах або відвантажується.

Зерно, що відповідає вимогам якості, транспортується до проміжних бункерів і далі спрямовується до силосів для зберігання. У разі потреби воно може бути відвантажене за допомогою стрічкових конвеєрів на автомобільний або залізничний транспорт.

Технологічна схема потокової лінії приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна забезпечує ефективність процесу й високу якість кінцевого продукту.

2.1 Опис існуючих конструкцій та запроектованого обладнання.

Правила експлуатації

Проектована поточна лінія для приймання, очищення та зберігання зерна включає в себе наступне обладнання: розвантажувач автомобільного та залізничного транспорту, ваги для автомобілів, скребкові та стрічкові конвеєри, стрічкові норії, магнітні та повітряно-ситові сепаратори, пиловіддільники, вентилятори, дистриб'ютори, зерносушарки, металеві силоси та проміжні бункери.

Стрічковий конвеєр моделі FPT-500 працює за принципом, де вантаж, що транспортується, переміщується разом із стрічкою по стаціонарних роликоопорах. Для транспортування зерна роликоопори на верхній, робочій гілці конвеєра виконані у формі жолобу, що складається з трьох роликів, бокові з яких нахилені під кутом 20°. На нижній, неробочій гілці використовуються однороликові опори. Стрічка при цьому виконує подвійну функцію – вона є і тяговим, і вантажонесучим органом.

Зерно потрапляє на стрічку через завантажувальну воронку, яка розташована в металевому кожусі, забезпечуючи захист від зовнішніх впливів. Стрічка, рухаючись, транспортує зерно до точки вивантаження.

Рух стрічки забезпечується фрикційним контактом між нею та привідним барабаном. Залежно від довжини, продуктивності й кута нахилу конвеєра, у конструкції можуть бути встановлені від одного до трьох привідних барабанів. Тягове зусилля передається стрічці через тертя, яке залежить від натягу стрічки, коефіцієнта тертя, схеми та кута обхвату привідного барабана стрічкою. Щоб підвищити ефективність передачі тягового зусилля, використовують відхиляючі барабани для збільшення кута обхвату.

Привід конвеєра відповідає за передачу тягового зусилля до стрічки. Основними складовими приводу є привідні, розвантажувальні та відхиляючі барабани, а також силові агрегати. Ці елементи монтуються на несучій конструкції, утворюючи привідну станцію. Для плавного запуску конвеєра та запобігання перевантаженням застосовуються пускозапобіжні гідромуфти, що встановлюються між валом електродвигуна та вхідним валом редуктора.

На нижній гілці стрічки поблизу привідної станції встановлюються очисні пристрої, призначені для видалення налиплого гантажу. Їх зазвичай виготовляють у вигляді шкребків, армованих гумою, які встановлюються так, щоб притискатися до поверхні стрічки без її пошкодження. Для транспортування неабразивних матеріалів при швидкості до 1,5 м/с застосовуються пружкові скидачі. Також використовуються циліндричні капронові щітки, які приводяться в обертання у напрямку, протилежному руху стрічки, від окремого приводу або конвеєрного барабана.

Щоб забезпечити оптимальний натяг стрічки, уникнути пробуксовування привідних барабанів і зменшити провисання між ролик-опорами, у конструкції стрічкового конвеєра передбачено натяжний пристрій. Він включає ведений барабан і утворює натяжну станцію. Основними характеристиками натяжних пристроїв є натяг стрічки, швидкість переміщення натяжного барабана та величина його ходу. Хід компенсує видовження стрічки під час експлуатації,

дозволяє її вкорочувати при стиковці після обриву. На коротких конвеєрах (до 80 м) барабан рухається по напрямних за допомогою гвинтового механізму. Для довгих горизонтальних конвеєрів (більше 100 м) барабан встановлюється на візок, що переміщується по рейках за допомогою електричної лебідки. Управління лебідкою автоматизується датчиком контролю натягу стрічки.

Стрічкова норія FPK-600 – це машина безперервної дії з гнучким тяговим органом у вигляді стрічки, оснащеної вантажопідйомними ковшами, яка призначена для вертикального підйому зерна.

При запуску привода, розташованого у верхній частині норії, приводний барабан починає обертання, що надає руху норійній стрічці з ковшами. Привід складається з електродвигуна, який через вал циліндричного редуктора передає обертання на клинорічкову передачу, що приводить у дію барабан. Електродвигун захищений від механічних і теплових перевантажень, а також оснащений магнітними пускатками. Редуктор обладнаний пристроєм Back-Stop, що запобігає перекиданню норії.

Зерно завантажується через воронку в башмак норії, який є збірним корпусом, що включає стінки, опори, кришку, люк, шибер і шток. Башмак виконує функції завантаження зерна, натягу стрічки, швидкого аварійного розвантаження норії та є опорним елементом конструкції. Його міцність розрахована з урахуванням можливого наросту висоти норії. Усередині башмака знаходиться барабан для натяжки стрічки, встановлений на вертикальних штоках, які фіксуються в спеціальних стаканах на корпусі. Для натягу стрічки штоки з'єднані з гвинтами. Шибер використовується для очищення башмака та швидкого розвантаження норії, що дозволяє оперативно виконати цю операцію в разі потреби. У верхній частині башмака передбачено створи для з'єднання з норійними трубами.

Потрапивши в башмак, зерно захоплюється рухомими ковшами й транспортується вгору через норійні труби. Ці труби з'єднують головку та башмак норії, забезпечуючи захист стрічки з ковшами й виконуючи роль несучих елементів, що передають навантаження від головки до башмака. На робочій гілці

норії, ближче до башмака, розташовується інспекційна секція. Вона використовується для перевірки рівня завантаження ковшів, заміни та монтажу стрічки з ковшами, а також для зшивання стрічки.

Після підйому зерно потрапляє до головки норії, яка складається з основи, великої та малої кришок. Основа являє собою зварну конструкцію, до якої кріпляться привідний барабан і привід. Вона оснащена з'єднувальними фланцями для труб і отворами для вивантаження зерна після спорожнення ковшів. Щоб уникнути зворотного висипання зерна, в основі встановлюється регульований шибер. Кришки забезпечують огороження й напрямку руху розвантажуваного зерна під час обертання стрічки з ковшами навколо привідного барабана. Для безпеки конструкції передбачено два вікна з кришками, які закріплені болтовими з'єднаннями для запобігання вибуху пилоповітряної суміші.

Коли стрічка з ковшами огинає привідний барабан, зерно під дією відцентрової сили викидається з ковшів і через розвантажувальну воронку виходить з норії.

Магнітний пластинчастий трубний сепаратор ПТСТ використовується для видалення феромагнітних домішок із зерна, яке переміщується самопливом через зерноводи. Він встановлюється на вертикальні трубопроводи, розраховані на тиск до 0,5 МПа, а з'єднувальні патрубки виготовляються відповідно до розмірів трубопроводу. Корпус сепаратора виготовлений із нержавіючої сталі з підвищеною зносоустійкістю.

Принцип роботи сепаратора полягає в тому, що зерно проходить через зону дії магнітного поля, створеного зовнішніми магнітними системами. Металеві домішки затримуються магнітним полем і залишаються в зоні його дії. Очищення сепаратора проводиться вручну через спеціальний люк під час зупинки технологічного процесу.

Повітряно-ситові зерноочисні сепаратори Texas Shaker-200 застосовуються для очищення зерна від легких домішок, а також для сортування зерна за товщиною, шириною та іншими параметрами, що відрізняються від стандартних.

Процес очищення відбувається шляхом відокремлення домішок через просіювання зерна на похилих ситах, які здійснюють зворотно-поступальні рухи. Додатково зерно двічі продувається повітрям: при вході в сепаратор і при виході з нього, що дозволяє ефективно видаляти домішки.

Сепаратор має розбірну металеву раму, всередині якої на восьми вертикально розташованих пружинах підвішені два ситових кузова. Для зручності обслуговування рама обладнана знімними люками.

Зворотно-поступальний рух ситових кузовів здійснюється за допомогою ексцентрикового коливатного механізму, який приводиться в дію електродвигуном через клинопасову передачу. Щоб рівномірно розподіляти зерно по ширині сит, передбачено приймально-розподільний пристрій із вантажним клапаном.

Сепаратор оснащений чотирма рядами сит: приймальним, сортувальним, розвантажувальним і підсівним. Крім приймального, всі сита очищаються інерційними механізмами.

Зерно, що очищається, з приймально-розподільного пристрою, подолавши опір клапана, рівномірно подається на приймальне сито. Залишки відходів зі сит знімаються лотком і потрапляють у бункер відходів. Проходячи зерно через приймальне сито переходять на сортувальне сито, яке відокремлює великі легкі домішки. Ці домішки виводяться з машини через поперечні лотки.

Зерно, що пройшло сортувальне сито, надходить на розвантажувальне сито. У верхній частині розвантажувального сита потік зерна розділяється: одна частина сходить із сита, інша проходить далі на підсівне сито нижнього кузова. Схід зерна з розвантажувального і підсівного сит (очищене зерно) збирається і виводиться з машини, тоді як проходи підсівного сита (пісок, насіння бур'янів, биті та нестандартні зерна) по піддону надходять у патрубок і видаляються. Для видалення пилу сепаратор підключають до вентиляційної системи через патрубок.

Під час роботи сепаратора потрібно забезпечити, щоб зерно на половині довжини сортувального сита повністю переходило на розвантажувальне сито.

Розмір отворів сортувального сита налаштовують так, щоб не менше 35 % і не більше 50 % зерна сходило з нього.

Якщо зерно сходить і з приймального, і з підсівного сит, це свідчить про засмічення приймального сита великими домішками та пошкодження підсівного сита. При надмірному подачі зерна засувка над живильником відкривається занадто широко. При важкому русі коливальника і перегріванні підшипників слід перевірити кріплення кронштейнів і мастило.

Зупинка інерційного очищувача може бути спричинена зносом гальмівного башмака, збільшенням зазору між башмаком і кутником або обривом спіральної пружини. Якщо очищувач рухається, але не очищає сита, це означає знос гумових очисток або поломку плоскої пружини.

Баштова зерносушарка Cimbria AMC-40 POS10 — це безперервного типу, прямоточна, шахтна установка для сушіння зернових продуктів з вологістю до 35 %. Сушити зерно з більшою вологістю не рекомендується через можливі технічні проблеми, такі як забруднення повітропроводів і конденсація вологи. Температурний режим вибирається з урахуванням необхідності видалити вологу, не пошкоджуючи якість зерна.

Сушарка виготовлена з міцного металу, розрахованого на інтенсивну експлуатацію. Листи і профільована сталь оцинковані. На профільованому каркасі закріплені шахти сушіння, що складаються з двох зон: сушильної та охолоджувальної. Кожна шахта складається з кількох секцій, з'єднаних болтами через ущільнювальні прокладки.

У зоні сушіння розташовано 34 секції, а в зоні охолодження — 6 секцій. Над секціями сушильної зони знаходиться надсушильний бункер з розподільчим механізмом у вигляді металевих ребер. Під зоною охолодження розміщено бункер для сухого зерна та розвантажувальний пристрій.

Секції сушильної зони поділені на 6 частин, кожна з яких має власний вентилятор, призначений для продування сушильного агенту через зерновий шар у відповідній секції. З іншого боку секцій підключений повітропровід для подачі сушильного агенту.

Конструктивно до завантажувального пристрою приєднані дві секції, де відбувається розподіл потоку зерна без продування сушильним агентом. Наступні шість секцій обладнані відповідним повітропроводом, мають власний вентилятор і відповідний повітропровід. Аналогічна конструкція характерна для наступних груп по шість секцій.

Зона охолодження також складається з шести взаємоз'єднаних секцій, обладнаних вентилятором та відповідним повітропроводом. Для охолодження зерна повітря забирається безпосередньо з атмосфери через жалюзі.

Принцип роботи сушарки полягає в наступному: у топці поруч із сушаркою спалюється газоподібне паливо. Виниклі топочові гази захоплюються вентилятором і проходять через калорифер, всередині якого циркулює відпрацьоване в сушарці повітря. Нагріте повітря по індивідуальних повітропроводах подається до кожного набору сушильних секцій. Вологе зерно безперервно рухається з розподільчих секцій униз, оминаючи короби пластини, що змінюють напрямок його руху.

Вентилятор створює розрідження на виході з секції, всмоктуючи сушильний агент через шар зерна. Під час руху сушильний агент нарізає зерно і забирає вологу, що з нього виділяється. Відпрацьоване повітря під тиском по повітропроводу повертається у калорифер для повторного нагрівання. Таким чином у сушарці організовано рециркуляцію повітря, що значно знижує витрати палива.

Час перебування зерна у сушильній та охолоджувальній зонах регулюється розвантажувальним механізмом, який складається з 3,5 або 8 бункерів залежно від продуктивності сушарки. Бункери розділені на дві групи, що по черзі завантажуються і розвантажуються, забезпечуючи необхідне перемішування зерна. Випускний отвір кожного бункера закривається секторним клапаном між операціями наповнення та розвантаження.

За кожне відкриття секторного клапана через випускний отвір проходить до 25 кг зерна. Частота відкривання клапана, а отже й швидкість розвантаження,

регулюється панеллю керування. Є три позиції регулювання, що дозволяють відкривати клапан до 24 разів на хвилину.

Секторний клапан оснащений двостороннім натяжним механізмом, який приводиться в дію електродвигуном потужністю 0,75 кВт.

Зерно, що виходить із розвантажувальних отворів, потрапляє на відповідний гвинтовий конвеєр.

Кожна секція в зонах сушіння і охолодження має по два ряди коробів (похилених пластин), по вісім штук у кожному. Кількість сушильного агента, що проходить через зерновий шар у секції, регулюється жалюзями, встановленими в корпусі вентилятора.

Сушарка обладнана драбиною та обслуговувальною платформою з огорожею. Каркас сушарки закріплений на чотирьох опорах.

Принцип роботи скребкового конвеєра (моделі FRL-200 і FRL-600) полягає в тому, що спеціальні скребкові елементи переміщують вантаж по дну жолоба, зануреному в транспортований матеріал, і одночасно перешкоджають налипанню матеріалу на внутрішню поверхню жолоба. Переміщення вантажу в цьому випадку здійснюється строго горизонтально. Розміри матеріалу, що транспортується, є важливою характеристикою, і зерно є оптимальним для цього виду транспортування.

Спершу зерно через завантажувальний отвір (воронку), розташований у завантажувальній секції, потрапляє безпосередньо в жолоб конвеєра, де його підхоплюють скребки, що кріпляться на ланцюгу (поз. 2).

Сам ланцюг складається з зовнішніх (поз. 11) і внутрішніх ланок (поз. 12) і приводиться в рух приводом (поз. 6), який включає двигун, що через клиноподібний пас передає обертовий момент на циліндричний одноступінчастий редуктор. Редуктор, у свою чергу, через втулково-пальцевий механізм передає момент на вал і зірочку привідної станції (поз. 1).

Натяг ланцюга зі скребками можна регулювати вручну за допомогою натяжної станції (поз. 4), до якої входять ведений вал із веденою зірочкою та гвинтовий натяжний пристрій.

Далі вантаж рухається жолобом через проміжні секції — їх у конструкції транспортера передбачено 15 штук. Вони з'єднані між собою ребрами жорсткості (поз. 13), фланцевими з'єднаннями і прокладками (поз. 14).

Після цього зерно подається на розвантаження. За потреби його можна вивантажити або через проміжний розвантажувальний механізм (поз. 5), розташований посередині довжини конвеєра, що складається зі спеціальної заслінки (шибера), яка автоматично регулюється оператором за допомогою панелі управління, або через розвантажувальну секцію (поз. 8), розміщену в кінці транспортера.

У випадку поломок, перевантаження продуктом, а також під час технічного огляду чи ремонту по всій довжині конвеєра передбачено оглядові люки (поз. 10) та кришки з оглядовими вікнами (поз. 9) у кожній секції, що дає змогу отримати доступ до внутрішньої частини механізму та усунути причину зупинки.

Щоб запобігти травмам всі рухомі елементи транспортера, доступні для обслуговуючого персоналу і працівників поблизу, мають бути захищені спеціальними металевими огорожами. Категорично забороняється змащувати, регулювати, ремонтувати вузли або замінювати деталі конвеєра під час роботи двигуна.

Короб транспортера повинен бути герметично закритий і підключений до аспіраційної системи, оскільки при тривалій роботі з зерном утворюється вибухонебезпечна концентрація зернового пилу.

Вмикати транспортер забороняється при знятих кришках або огорожах приводу. Завантаження матеріалу дозволяється лише за працюючого приводу. Монтаж конвеєра можуть виконувати лише особи, які ознайомлені з його конструкцією, правилами монтажу і пройшли відповідний інструктаж.

Під час роботи оглядові люки і шибери у завантажувальній та розвантажувальній частинах повинні бути зачинені. В процесі експлуатації необхідно контролювати герметичність з'єднань секцій жолоба, кожухів натяжної та привідної станцій, а також запобігати потраплянню сторонніх предметів разом із зерном у завантажувальну частину.

Оператор повинен уникати перевантажень конвеєра, оскільки це негативно впливає на привід і тягові елементи. Якщо перевантаження все ж сталося, слід негайно вимкнути транспортер і звільнити його від зайвого вантажу.

Для швидкої зупинки конвеєра в зонах завантаження та розвантаження встановлені аварійні вимикачі, проте ввімкнення конвеєра можливе лише з пульта керування.

Під час зупинки конвеєра вимикають електродвигун і на панелі керування вивіщують табличку «Не вмикати — працюють люди!». Лише після цього дозволяється виконувати змащення підшипників, регулювання натягу ланцюга, очищення завантажувальних воронки та інші обслуговуючі роботи.

Під час експлуатації та ремонту конвеєра необхідно суворо дотримуватися рекомендацій виробника, зазначених у технічному паспорті або додаткових документах.

Короб транспортера повинен залишатися герметичним і бути підключеним до аспіраційної системи. Запускати транспортер заборонено при знятих кришках або огорожах приводу. Завантаження матеріалу допускається тільки при працюючому приводі.

Під час роботи конвеєра заборонено проводити ремонтні роботи, очищати короб від продукту чи регулювати натяг скребкового ланцюга.

Технічна характеристика

Продуктивність, т/год	350
Швидкість руху ланцюга із скребками, м/с	0,37
Довжина конвеєра, м	18
Електродвигун:	
тип	5A16034
потужність, кВт	15
частота обертання, об/хв	1450
Габаритні розміри:	
довжина, мм	18883
ширина, мм	971
висота, мм	710

2.2 Ремонт і монтаж обладнання

Тема кваліфікаційної роботи полягає у розробці проекту потокової лінії для приймання, очищення та зберігання зерна, зокрема з конструюванням скребкового конвеєра продуктивністю 350 т/год. До складу цієї лінії входять не лише скребкові конвеєри, а й стрічкові конвеєри, норії, зерносушарки, повітряно-ситові та магнітні сепаратори, металеві силоси, проміжні бункери, а також розвантажувачі для автомобілів і залізничних вагонів-зерновозів. Більшість обладнання поставляється на підприємство в уже зібраному вигляді, тоді як великогабаритні транспортери, сушарки та силоси монтуються безпосередньо на місці їх встановлення.

Перед монтажем скребковий конвеєр розділяють на кілька частин: блок приводної станції, блок натяжної станції, блоки прохідної та розвантажувальної секцій із направляючими для ланцюгових гілок, а також тяговий скребковий ланцюг. Монтаж виконують у певній послідовності. За допомогою лебідки блоки переміщують до проектної позначки на катках. Привідний блок, орієнтований по поздовжній монтажній осі, після точного виставлення закріплюють фундаментними болтами. Далі послідовно збирають інші блоки з максимально допустимим зазором не більше 1 мм, встановлюючи їх на міцні опори.

Після перевірки горизонтальності та вирівнювання направляючих (допустиме відхилення — до 1 мм) приєднують натяжну станцію. Відхилення від поздовжньої осі не повинно перевищувати 1 мм на 10 метрів довжини конвеєра. Потім укладають тяговий скребковий ланцюг на зірочку приводної станції, протягують його вручну по верхніх направляючих, обертаючи швидкохідний вал редуктора. Після повороту ланцюга на натяжній зірочці його направляють по нижніх направляючих. З'єднавши кінці ланцюга, здійснюють регулювання натягу — провисання ланцюга на ділянці сходу зірочки не повинно перевищувати 100–150 мм.

Після підключення приводу до заземлення силової мережі проводять тестування транспортера на холостому ході протягом 3–4 годин. Під час роботи

він має функціонувати плавно, без стуків та вібрацій, а температура нагрівання редуктора не повинна перевищувати 60°C.

Перед введенням у експлуатацію перевіряють рівень мастила в підшипниках і редукторах (з кожним шостим спрацьовуванням захисту від обриву ланцюга, що відбувається шляхом послаблення гвинтів натяжної станції), натяг скребкового ланцюга (щотижня), а також герметичність прилягання кришок, днищ і стінок усіх секцій та щільність з'єднань між ними — наявність щілин між фланцями неприпустима. Ревізію всіх вузлів транспортера виконують кожні 6 місяців. Гарантійний строк експлуатації становить 18 місяців від початку роботи.

Під час роботи скребкового транспортера можуть виникати такі несправності:

- Якщо транспортер не досягає заданої продуктивності, це може бути через деформовані або зламані скребки. В цьому випадку потрібно випрямити або замінити пошкоджені скребки.
- Якщо ланцюг скребкового конвеєра заїдає, ймовірно, в коробі опинився сторонній предмет. Транспортер слід зупинити і видалити перешкоду.
- Обрив ланцюга може статися через розрив пластики внаслідок зносу або потрапляння стороннього предмета. Тоді необхідно замінити пошкоджені ланки або прибрати предмет.
- Якщо рух ланцюга супроводжується різкими ривками, можливо, зношені зубці приводної зірочки або в натяжній станції накопився продукт. У такому випадку треба відремонтувати або замінити зірочку, а також очистити натяжну станцію.
- Коли скребки зачіпають краї розвантажувальних отворів, труться об стінки короба чи направляючі, це може бути через неправильне встановлення короба, недостатній натяг ланцюга або зношені направляючі. Потрібно вирівняти короб, відрегулювати натяг або замінити направляючі.
- Якщо транспортер раптово зупиняється, можливо, спрацювала система блокування через обрив ланцюга. Тоді слід замінити пошкоджені ланки і з'єднати ланцюг.

- Заклинювання заслінки розвантажувальної секції може виникнути через забиті продуктом направляючі пази або перекус заслінки. Необхідно очистити пази або відрегулювати заслінку, перевіривши кріплення.

- Якщо короб не повністю очищається від зерна, ймовірно, зірвалися або стерлися гумові накладки скребків. В такому випадку потрібно замінити накладки.

- Підвищений знос шарнірів ланцюга може бути спричинений перекосом валів зірочок. Треба відрегулювати положення валів.

Основними деталями скребкового конвеєра, які швидко зношуються, є ланцюг із змонтованими скребками, зірочки, короб і гвинтовий натяжний механізм.

Під час ремонту приводної станції, щоб відновити зірочку, яка ремонтується за загальною технологією, бічна стінка приводної станції робиться знімною. Перевіряють також роботу відсікача — механізму, що відводить ланки збігаючого ланцюга перед зірочкою. Гумову щітку під відсікачем, що очищає ланцюг від продукту, при зносі замінюють.

Під час ремонту натяжної станції відновлюють вісь, зірочку, направляючі та замінюють зношені підшипники. Гвинти натяжного пристрою повинні обертатися вільно, а якщо різьба пошкоджена, її відновлюють або замінюють гвинт.

Після завершення монтажу виконується заземлення електродвигуна та пускорегулюючої апаратури. Відбувається під'єднання багмака та головки норії до аспіраційної системи. До головки норії підключається вибухорозрядник. Підшипникові вузли та редуктор заповнюються технічним мастилом згідно з регламентом. Виконується пробний пуск норії у холостому режимі без навантаження для перевірки придатності.

Після аналізу результатів роботи норії усуваються виявлені дефекти, після чого здійснюється пуск під навантаженням. У разі відсутності недоліків виконується приймання норії в експлуатацію шляхом оформлення акту виконаних робіт та протоколу випробувань.

Ремонт корпусних елементів башмаків і головки норії проводиться шляхом електрозварювання або повною заміною дефектних деталей. Трубопроводи норії ремонтують шляхом усунення тріщин і щілин шпаклівкою на основі епоксидних смол або встановленням тимчасових манжет. Люки і дверцята проходять регламентний ремонт із заміною прокладок для забезпечення герметичності.

При незначному зносі транспортувальної стрічки можливий ремонт без демонтажу шляхом обшивки її країв арматурним шпагатом або накладанням латок. При значному зношенні стрічки виконується її повна заміна або вставка ремонтних ділянок із нової або малозношеної стрічки.

Деформовані або пошкоджені ковші підлягають відновленню методом механічного виправлення з наступним точковим зварюванням. Заміна несправних ковшів здійснюється через натяжний люк без демонтажу основного корпусу норії.

Монтаж і ремонт стрічкового конвеєра

Монтаж розпочинається з кріплення стійок рами до фундаменту за допомогою анкерних болтів, після чого раму фіксують болтовими з'єднаннями або зварюють. Наступним етапом є встановлення приводного барабана, при цьому вісь барабана має бути строго перпендикулярною осі конвеєра з допустимим відхиленням не більше 1 мм. Далі монтують роликові опори.

Наступним кроком виконується натяг стрічки. Для цього рулон зі стрічкою підвішують на металеву трубу, що лежить на спеціальних катках, зі сторони натяжної станції. Рулон розмотують, вільний кінець стрічки укладають на нижні прямі ролики, після чого за допомогою талі або лебідки протягують стрічку до кінця конвеєра, огинають приводний барабан і укладають стрічку на верхні ролики. Місця стиків стрічки на верхній робочій гілці з'єднують між собою.

Перед проведенням випробувань на холостому ході затягують усі болти, заливають мастило в картер редуктора та заправляють солідолом прес-маслянки підшипників.

Під час тестування на холостому ході контролюють правильність розташування стрічки по ширині барабана і роликів, плавність обертання всіх

роликів, а також правильність центрування приводної станції. Тривалість такого випробування становить від 2 до 4 годин.

Монтаж і ремонт зерносушарки

Перед початком монтажу зерносушарки повинні бути завершені основні будівельні роботи: підготовлені фундамент під металоконструкцію шахти відповідно до проектної документації; зведені приміщення для топки з фундаментами під вентилятори, при цьому внутрішні стіни топки обкладені вогнестійкою цеглою.

Монтаж виконується вузловим методом, який передбачає попереднє складання окремих деталей у великі монтажні блоки з подальшим їхнім збиранням на місці. Процес монтажу шахти здійснюється знизу вгору.

Спершу перевіряють правильність розташування фундаментних болтів. Потім збирають випускний пристрій, що складається з випускних конусів, механізмів вивантаження та гід., і встановлюють його на фундамент шахти. Каркас конструкції з'єднують між собою після чого монтують нижню перегородку холодної зони камери.

Далі встановлюють стійки каркасу, стійки лазів та стійки дифузорів. Після цього здійснюють монтаж секцій охолоджувальної зони та повітропроводів холодного повітря.

Наступним етапом є монтаж секцій сушильних зон. З початком установки останніх секцій розпочинається підйом і монтаж надсушильного бункера.

Після монтажу шахти закріплюють драбини і металеві платформи для обслуговування. З цих платформ виконують монтаж вентиляторів сушильних і охолоджувальних зон, а також підключення повітропроводів сушильного агенту та холодного повітря.

Після завершення монтажу всіх секцій шахт встановлюють електроприводи секторних заслінок розвантажувального механізму та проводять його випробування на холостому ході. Приводи заслінок мають працювати безперебійно, плавно і забезпечувати повне відкривання та закривання випускних

отворів. У закритому положенні заслінки не повинно бути витoku зерна через отвори. Регулювання клапанів здійснюється натяжним ланцюговим механізмом.

Для спалювання газоподібного палива встановлюють блочний пальник, який кріпиться до фронтальної стінки топки. Налаштування та підготовка пальника до роботи виконуються згідно з інструкціями з експлуатації.

Після завершення монтажних робіт необхідно провести перевірку якості виконаних робіт, надійності заземлення, правильності встановлення огорожень, а також герметичності з'єднань шахт, дифузорів, люків, бункерів і механізмів блокування електродвигунів.

Перед запуском у роботу зерносушарку потрібно випробувати на холостому ході протягом трьох годин безперервної роботи. Під час обкатки контролюють нагрів підшипників і електродвигунів, відсутність сторонніх шумів, правильність підключення електричних ланцюгів і стабільність обертання роторів вентиляторів.

Перед початком роботи зерносушарки надсушильні бункери, сушильні та охолоджувальні шахти мають бути заповнені зерном. Після заповнення здійснюється регулювання обсягу повітря, яке відсмоктується з охолоджувальної зони. Для цього шиберні клапани в патрубках забору повітря закривають перед початком живантаження зерна із коробів охолоджувальної зони і фіксують у цьому положенні. Аналогічне регулювання витрати сушильного агента виконується за допомогою шиберних клапанів, розташованих у патрубках вентиляторів забору агента сушіння з шахт.

Під час експлуатації зерносушарки часто виникають поломки та несправності вентиляторів. Однією з найбільш поширених проблем є розбалансування робочого колеса вентилятора. Вібрація вентилятора складається з двох компонентів: пасивної та активної. Пасивна вібрація зумовлена конструкцією кожуха і станиною вентилятора, тоді як активна виникає через відцентрові сили, що виникають через нерівномірний розподіл маси лопатевого колеса відносно його осі. Для зменшення коливань важливо надійно зміцнити всі з'єднання кожуха і станини. Робоче колесо вентилятора врівноважується двома

противагами, розміщеними в протилежних точках. Перед запуском вентиляторів, інтегрованих у технологічну схему, після ремонту або тривалої зупинки необхідно продути їх проточні частини інертним газом або стисненим повітрям.

Можливе передчасне зношування підшипників кочення, які при ремонті підлягають заміні на нові.

Під час ремонту лабіринтового ущільнення та ущільнення вала вентилятора не допускається пошкодження ущільнювальних прокладок або появи подряпин на валу під лабіринтовим ущільненням.

У процесі експлуатації може вийти з ладу розвантажувальний механізм — секторний клапан, зокрема, можливе розтягування ланцюгів натяжного пристрою. Розтягнення усувають шляхом заміни пошкоджених ланок ланцюга.

Також можливий вихід з ладу електродвигуна, який керує відкриванням секторного клапана. У разі несправності його ремонтують або замінюють на новий. Ремонт електродвигунів слід виконувати у спеціалізованому цеху безпосередньо на підприємстві.

2.3 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.)

$$Z_c = \frac{M}{m_c} = \frac{600000}{35000} = 17,1 \quad (2.1)$$

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)

$$G_d = N \cdot Z_{зм} \cdot \tau_{зм} = 600 \cdot 8 \cdot 3 = 14400 \quad (2.2)$$

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

$$Z_d = \frac{M}{G_d} = \frac{600 \cdot 1000}{14400} = 42 \quad (2.3)$$

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 обробку 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

$$m_{но} = N \cdot \tau_{но} = 600 \cdot 3 = 1800 \quad (2.4)$$

де $\tau_{но}=3$ 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

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

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 FTR-600, продуктивністю 600 т/гол, в кількості 1 шт..

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Конструктивний розрахунок

Визначення параметрів жолоба (в м) [3, ст.81]

Задавшись швидкістю тягового елемента $v = 0,2$ м/с, маємо

$$B_{\text{ж}} = \sqrt{\frac{P_p}{3,6 \cdot \rho_z \cdot v \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}} = \sqrt{\frac{350}{3,6 \cdot 800 \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 0,9}} = 0,83 \quad (3.1)$$

Приймаємо по нормальному ряду $B_{\text{ж}} = 1,0$ м

де $P_p = 350$ т/год – продуктивність конвеєра;

$\rho_z = 800$ кг/м³ – насипна маса кукурудзи;

$k_1 = 0,9$ – коефіцієнт, який враховує об'єм, що займає тяговий елемент із скребками;

$k_2 = 1,1$ – коефіцієнт, який враховує ущільнення вантажу;

$k_3 = 0,9$ – коефіцієнт, який дозволяє оцінити відставання вантажу від тягового елемента (для зернових вантажів).

Висоту скребка для горизонтальних і нахилених конвеєрів приймаємо $h_c = 70$ мм, тоді [3, ст.81]

$$h_{\text{сл}} = 0,3 \cdot B_{\text{ж}} = 0,3 \cdot 1,0 = 0,3 \text{ м} \quad (3.2)$$

Визначаємо ширину скребка (в мм) [3, ст.81]

$$B_c = B_{\text{ж}} - 2 \cdot \Delta = 1000 - 2 \cdot 10 = 980 \quad (3.3)$$

де $\Delta = 10$ мм – зазор між жолобом і скребками.

Визначаємо площу поперечного перерізу вантажу, який транспортується (в м²) [3, ст.81]

$$F = B_{\text{ж}} \cdot h_{\text{сл}} = 1,0 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

Уточнюємо швидкість тягового елемента (в м/с) [3, ст.84]

$$v = \sqrt{\frac{350}{3,6 \cdot 1,0 \cdot 800 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 0,9}} = 0,37$$

Визначаємо крок між скребками (приймається кратним кроку ланцюга) (в мм) [3, ст.84]

$$a_c = i \cdot t_{\text{ц}} = 4 \cdot 100 = 400 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$i = 4$ – кратність кроку скребків до кроку ланцюга.

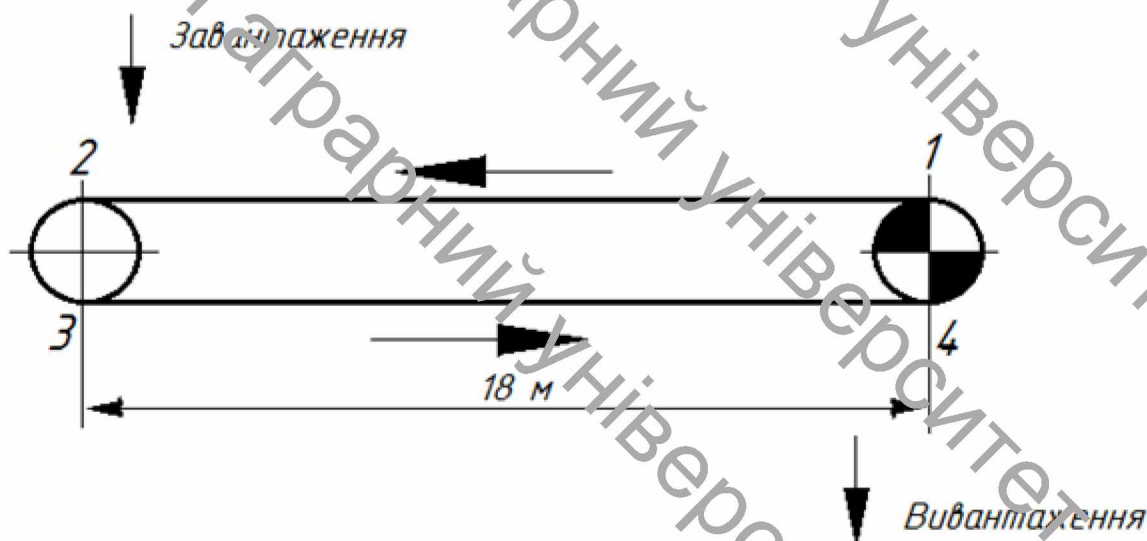
Визначаємо масу 1 м рухомої частини конвеєра і вантажу.

Масу 1 м тягового елемента із скребками орієнтовано приймаємо $q_k = 10 \text{ кг/м}$, виходячи з того, що конвеєр одюланцюговий і буде використовуватися роликовий ланцюг, крок якого $t_{\text{ц}} = 100 \text{ мм}$. Масу вантажу, який знаходиться на 1 м довжини конвеєра буде становити (в кг/м) [3, ст.84]

$$q_r = \frac{P_p}{3,6 \cdot v} = \frac{350}{3,6 \cdot 0,37} = 253 \quad (3.6)$$

3.2 Енергетичний розрахунок

Виконуємо тяговий розрахунок конвеєра. Мінімальний натяг буде в точці 1 траси.



Приймаємо його рівним 1,0 кН. Натяги в інших точках будуть (в Н) [3, ст.84]

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + gq_k \omega L = 1000 + 9,81 \cdot 10 \cdot 0,25 \cdot 18 = 1441 \quad (3.7)$$

де $\omega=0,25$ – коефіцієнт опору,

$L=18$ м – довжина конвеєра.

$$S_3 = \xi S_2 = 1,06 \cdot 1441 = 1527 \quad (3.8)$$

$$\begin{aligned} S_4 &= S_3 + W_{3-4} = S_3 + gq_k \omega L + g\rho_3 h_{\text{сл}}^2 f t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) L + gq_r f L = \\ &= 1527 + 9,81 \cdot 10 \cdot 0,25 \cdot 18 + 9,81 \cdot 800 \cdot 0,3^2 \cdot 0,58 \cdot 0,28 \cdot 18 + 9,81 \cdot 263 \cdot 0,58 \cdot 18 = \\ &= 26616 \end{aligned} \quad (3.9)$$

де $f=0,58$ – коефіцієнт тертя вантажу об стінки жолоба.

Визначивши $S_{\text{max}}=S_4$, знаходимо розривне зусилля, прийнявши коефіцієнт запасу міцності $n_{\text{ц}}=4$ (в Н) [3, ст.85]

$$S_{\text{роз}} = n_{\text{ц}} S_{\text{max}} = 4 \cdot 26616 = 106464 \quad (3.10)$$

Через незначну швидкість тягового елемента додаткове динамічне навантаження на ланцюг не враховуємо. По ГОСТ 588-81 за розривним зусиллям приймаємо ланцюг М112 з $d_{\text{ц}}=15$ мм, $t_{\text{ц}}=100$ мм та масою на 1 м довжини $q_{\text{ц}}=10,3$ кг. Величина $S_{\text{роз}}=112$ кН підбраного ланцюга, що більше розрахованого. Так як маса 1 м ланцюга з урахуванням маси скребків мало відрізняється від попередньо обраної, то перерахунку натягів не виконуємо.

Знаходимо тягове зусилля (в Н) [3, ст.85]

$$F_0 = \xi(S_4 - S_1) = 1,06 \cdot (26616 - 1000) = 25613 \quad (3.11)$$

Потужність на привід конвеєра при ККД передаточного механізму $\eta=0,8$ буде (в кВт) [3, ст.85]

$$P = \frac{F_0 v}{1000 \eta} = \frac{25616 \cdot 0,37}{1000 \cdot 0,8} = 11,8 \quad (3.12)$$

По каталогу підбираємо електродвигун типу 5A160S4, потужністю 15 кВт і частотою обертання 1450 об/хв

3.3 Кінематичний розрахунок

Кінематична схема приводу

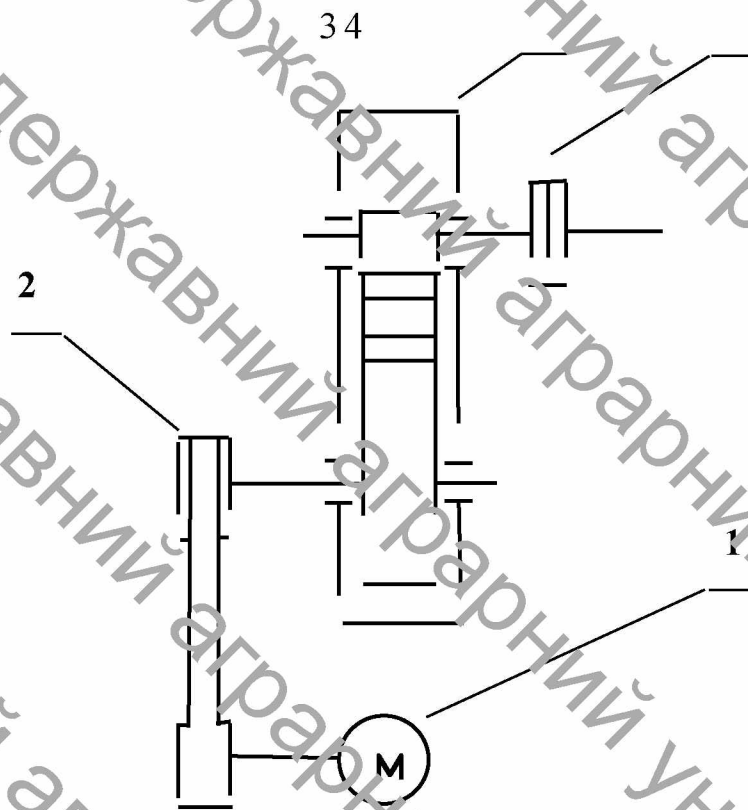


Рисунок 3.2 – Кінематична схема

- 1 – Електродвигун
- 2 – Пасова передача
- 3 – Редуктор
- 4 – Втулково-пальцева муфта

Визначаємо номінальний обертовий момент на валу електродвигуна (в Нм) [7, ст.16]

$$M_{\text{ном}} = 9555 \frac{P_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}} = 9555 \frac{15}{1450} = 102 \quad (3.13)$$

де $P_{\text{дв}} = 15$ кВт – потужність електродвигуна;

$n_{\text{дв}} = 1450$ об/хв – число обертів валу електродвигуна.

Знаходимо ділительний діаметр привідної зірочки по формулі (в мм) [7, ст.16]

$$D_0 = \frac{t_{\text{ц}}}{\sin\left(\frac{180}{z_{\text{зв}}}\right)} = \frac{100}{\sin\left(\frac{180}{6}\right)} = 200,0 \quad (3.14)$$

де $t_{\text{ц}} = 100$ мм – крок ланцюга;

$z_{\text{зв}} = 6$ шт – число зубів приводної зірочки (приймається з діапазону $z_{\text{зв}} = 6 \dots 12$);

Визначаємо число обертів зірочки (в об/хв) [7, ст.18]

$$n_{\text{зв}} = \frac{60v}{\pi D_0} = \frac{60 \cdot 0,37}{3,14 \cdot 0,2} = 35 \quad (3.15)$$

де v – швидкість тягового органу, м/с.

Знаходимо загальне передаточне число привода за формулою [7, ст.18]

$$U_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{зв}}} = \frac{1450}{35} = 41,4 \quad (3.16)$$

Визначаємо гальмівний момент (в Н·м) [7, ст.19]

$$M_2 = k_T M_{\text{ном}} = 1,75 \cdot 102 = 178 \quad (3.17)$$

де k_T – коефіцієнт запасу гальмування.

Приймаємо до встановлення гальмо типу ТКП-200 з типом електромагніту МП-201 та масою 37 кг.

Хід натяжного пристрою визначаємо за формулою (в м) [7, ст.19]

$$X = 1,6t_{\text{ц}} = 1,6 \cdot 0,1 = 0,16 \quad (3.18)$$

де $t_{\text{ц}} = 0,1$ м – крок ланцюга.

Приймаємо до встановлення гвинтовий натяжний пристрій.

Беручи до уваги те, що $U_{\text{заг}} = 41,4$, для пасової передачі згідно рекомендацій [5, с.43] беремо $U_{\text{п}} = 2$, отже

$$U_{\text{р}} = \frac{U_{\text{заг}}}{U_{\text{п}}} = \frac{41,4}{2} = 20,7 \quad (3.19)$$

Визначимо потужність на вхідному валу редуктора (в кВт) [5, с.45]

$$P_1 = F_{\text{дв}} \cdot \eta_1 = 15 \cdot 0,96 = 14,4 \quad (3.20)$$

Визначимо крутний момент на вихідному валу редуктора (в Нм) [5, с.45]

$$T_2 = 9,55 \frac{P_1 \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{з}}}{n_{\text{зв}}} = 9,55 \frac{15000 \cdot 0,96 \cdot 0,94}{35} = 3693 \quad (3.21)$$

По каталогу приймаємо до встановлення циліндричний редуктор типу П2У-250 з передаточним числом 20 та допустимим крутним моментом $[T_2] = 5000$ Нм і масою 320 кг.

Уточнюємо передаточне число пасової передачі

$$U_{\text{п}} = \frac{U_{\text{заг}}}{U_{\text{р}}} = \frac{41,4}{20} = 2,07$$

Визначимо частоту обертання на вхідному валу редуктора (в об/хв) [5, с.46]

$$n_1 = \frac{n_{\text{дв}}}{U_{\text{п}}} = \frac{1450}{2,07} = 700 \quad (3.22)$$

Визначаємо частоту обертання вихідного валу редуктора (в об/хв) [5, с.46]

$$n_2 = \frac{n_1}{U_{\text{р}}} = \frac{700}{20} = 35 \quad (3.23)$$

Визначаємо потужність на вихідному валу редуктора (в кВт) [5, с.46]

$$P_2 = P_1 \eta_p = 14,4 \cdot 0,85 = 12,2 \quad (3.24)$$

Конструктивний розрахунок

Розраховуємо плоскопосову передачу. Діаметр меншого шківa визначаємо по формулі (3.24) [1, ст.120]

$$d_1 = 6 \sqrt[3]{\frac{P_2}{v_{дз}}} = 6 \sqrt[3]{\frac{102000}{v_{дз}}} = 280 \quad (3.25)$$

де $T_{дв} = M_{ном} = 102 \text{ Нм}$ – обертовий момент на валу електродвигуна.

Із стандартного ряду по ГОСТ 17383-73 приймаємо до встановлення шківa діаметром $d_1 = 280 \text{ мм}$.

Визначаємо діаметр веденого шківa (в мм) [1, ст.120]

$$d_2 = d_1 U_{\pi} (1 - \epsilon) = 280 \cdot 2,07 \cdot (1 - 0,01) = 574 \quad (3.26)$$

де $\epsilon = 0,01$ – коефіцієнт для передач з регульованим натягом.

Із стандартного ряду по ГОСТ 17383-73 приймаємо до встановлення шківa діаметром $d_2 = 580 \text{ мм}$.

Визначаємо міжосьову відстань (в мм) [1, ст.121]

$$a = 1,7(d_1 + d_2) = 1,7 \cdot (580 + 280) = 1460 \quad (3.27)$$

Визначаємо кут обхвату малого шківa (в °) [1, ст.121]

$$\alpha_1^{\circ} = 180 - 60 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60 \cdot \frac{580 - 280}{1460} = 167 \quad (3.28)$$

Визначимо довжину пасу (без врахування на з'єднання кінців) (в мм) [1, ст.121]

$$L = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 1460 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (580 + 280) + \frac{(580 - 280)^2}{4 \cdot 1460} = 4286 \quad (3.29)$$

Визначаємо розрахункову швидкість пасу (в м/с) [1, ст.121]

$$v = 0,5d_1\omega_1 = \frac{\pi d_1 n_{\text{дв}}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,28 \cdot 1450}{60} = 19 \quad (3.30)$$

де $d_1=0,28$ м – діаметр меншого шківa.

Попереднє значення натягів кожної гілки визначаємо по формулі (3 Н) [1, ст.121]

$$F_0 = \sigma_0 b \delta \quad (3.31)$$

де σ_0 – напруження від попереднього натягу пасу приймаємо $\sigma_0=1,8$ МПа [2, с. 121];

b і δ – ширина і товщина пасу відповідно, мм.

Потрібну ширину гумотканевого пасу знаходимо згідно з умовою (в мм) [1, ст.121]

$$b \geq \frac{F_t}{z[p]} \quad (3.32)$$

де z – число прокладок, яке приймаємо по ГОСТ 23831-79 (приймаємо по встановлення пас типу БКНЛ з числом прокладок $z=3$ шт, $\delta_1=0,2$ мм);

$[p]$ – допустиме робоче навантаження на 1 мм ширини прокладки і воно визначається по формулі (3 Н/мм) [1, ст.122]

$$[p] = p_0 C_\alpha C_v C_p C_\theta \quad (3.33)$$

Значення p_0 (найбільше допустиме навантаження на 1 мм ширини прокладки) приймаємо [2, ст.329] - $p_0=3$ Н/мм

C_α – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату меншого шківa і визначається за формулою [1, ст.122]

$$C_\alpha = 1 - 0,003(180 - \alpha_1) = 1 - 0,003 \cdot (180 - 167) = 0,79 \quad (3.34)$$

C_v – коефіцієнт, що враховує вплив швидкості пасу і визначається за формулою [1, ст.122]

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 19^2 = 0,895 \quad (3.35)$$

C_p - коефіцієнт, який враховує вплив режиму роботи приймаємо [2, ст.328]
 - $C_p = 0,8$ (для скребкових конвеєрів зі значними коливаннями при пусковому навантаженні не більше 200% номінального)

C_θ - коефіцієнт, який враховує розташування передачі приймаємо $C_\theta = 1$ (якщо кут θ нахилу лінії, з нахилу лінії, з'єднуючий центри шківів, до горизонту не перевищує 60°). Отже

$$[p] = 3 \cdot 0,79 \cdot 0,895 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,86 \text{ Н/мм}$$

F_t – колоза сила, діюча в пасовій передачі і вона визначається за формулою (в Н) [1, ст.126]

$$F_t = \frac{P}{v} = \frac{15167}{19} = 579 \quad (3.36)$$

Отже, $b \geq \frac{579}{3 \cdot 1,86} = 104$ мм. Із стандартного ряду по ГОСТ 23831-79 приймаємо

$b = 110$ мм.

Необхідну товщину пасу знаходимо по формулі (для забезпечення достатньої еластичності пасу необхідно, щоб виконувалася умова) [1, ст.127]

$$\delta = \delta_0 z \leq 0,03d_1 \quad (3.37)$$

$$\delta = 1,2 \cdot 3 \leq 0,03 \cdot 250$$

$$\delta = 3,6 \text{ мм} \leq 7,5 \text{ мм}$$

Із стандартного ряду по ГОСТ 6982-75 приймаємо товщину пасу $\delta = 5,5$ мм

Встановлюємо між редуктором і привідним валом втулково-пальцеву муфту. Напівмуфти з'єднані вісьмома пальцями, чотирі з яких встановлені у отвори без зазору і призначені для передачі крутного моменту, який рівний 3693 Нм.

Матеріал виготовлення для пальців приймаємо сталь Ст 4, з границею текучості $\sigma_T=245$ МПа [2, с.359]

Визначаємо допустиме напруження при роботі болта на зріз (в МПа) [2, с.254]

$$[\tau_{зр}] = (0,25 \dots 0,3) \cdot \sigma_T = 0,25 \cdot 245 = 61,3 \quad (3.38)$$

Приймаємо $[\tau_{зр}] = 61$ МПа

Розрахунковий момент визначаємо за формулою (в Нм) [2, с.256]

$$M_T = k_p \cdot M_{кр} = 2,0 \cdot 3693 = 7386 \quad (3.39)$$

де $k_p = 2,0$ - коефіцієнт режиму роботи для приводу від електродвигуна [2, с.390].

Напруження на зріз визначається за формулою [2, с.255]

$$\tau_{зр} = \frac{4F_t}{\pi \cdot i \cdot z \cdot d_0^2} \leq [\tau_{зр}] \quad (3.40)$$

Згідно формули 3.45 визначаємо діаметр d_0 (в м) ненарізаної частини болта при $i=1$, $z=4$ і коловій силі

$$F_t = F_{тп} = \frac{2M_p}{D_0}$$

$$d_0 \geq \sqrt{\frac{8M_p}{\pi \cdot i \cdot z \cdot D_0 \cdot [\tau_{зр}]} = \sqrt{\frac{8 \cdot 7386}{3,14 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 100 \cdot 61 \cdot 10^3}} = 1,7 \cdot 10^{-3}}$$

Приймаємо пальці $d_0 = 28$ мм

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1. Заходи щодо безпечної експлуатації обладнання

Охорона праці — це сукупність правових, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників у процесі трудової діяльності. Метою системи охорони праці є створення безпечного виробничого середовища, запобігання виробничому травматизму та зниження рівня професійних захворювань.

Державна політика в галузі охорони праці реалізується шляхом встановлення законодавчих та нормативних вимог, контролю за їх дотриманням, а також шляхом сприяння впровадженню новітніх технологій безпеки на виробництві. Одним із головних принципів є пріоритет життя і здоров'я працівника над результатами виробничої діяльності.

На підприємстві охороною праці займається спеціалізована служба, яка безпосередньо підпорядковується керівникові. Вона є складовою частиною системи управління охороною праці (СУОП), яка охоплює всі рівні управління підприємством і забезпечує виконання вимог чинного законодавства України.

Завдання служби охорони праці включають:

- контроль за дотриманням норм і правил з охорони праці;
- участь у розробці інструкцій та положень з безпеки;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- організація навчання та інструктажів;
- участь у розслідуванні причин аварій та нещасних випадків;
- підготовка пропозицій щодо усунення небезпечних факторів виробничого середовища.

Функції служби охорони праці:

- планування та координація заходів з охорони праці;

- моніторинг і аналіз стану безпеки на робочих місцях;
- впровадження ефективних методів контролю ризиків;
- підготовка документації з охорони праці;
- участь у роботі комісії з перевірки знань, приймання об'єктів тощо.

У процесі експлуатації обладнання потокових ліній для обробки зерна можуть виникати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, такі як шум, пил, висока температура, обертальні елементи механізмів, які становлять ризик для здоров'я працівників. Їх перелік представлений у таблиці 3.1.

Таблиця 4.1

Джерела виникнення шкідливих та небезпечних виробничих чинників	Кількість	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
1	2	3
Автомобілерозвантажувач ГУАР-10М	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 УГД-320	1	Зерновий пил, електричний струм, швидкообертові деталі, вібрація, шум
Повітряно-ситовий сепаратор БСХ-100	1	Зерновий пил, електричний струм, вібрація, шум
Пиловідділювач ЦОЛ-10	1	Зерновий пил, електричний струм, вібрація
Магнітний сепаратор КМ-100	1	Електричний струм, магнітні поля
Сушарка У13-СШ-50	1	Висока температура, тепловиділення, шум, електричний струм, вибухонебезпека.

****Загальні заходи з охорони праці при експлуатації скребкового конвеєра****

Скребковий конвеєр є поширеним видом транспортного обладнання на підприємствах зернопереробної галузі, який використовується для горизонтального або похилого переміщення сипучих матеріалів. Його безпечна

експлуатація потребує дотримання низки правил і заходів з охорони праці, спрямованих на запобігання виробничому травматизму.

Перед початком роботи з конвеєром обов'язково виконується зовнішній огляд: перевіряється надійність кріплень конструктивних елементів, цілісність корпусу, стан приводу, заземлення та електрообладнання. Особливу увагу приділяють перевірці кінцевих вимикачів і справності системи блокування. Перед завантаженням виконується пробний запуск без матеріалу для впевненості у правильній роботі обладнання.

Будь-яке технічне обслуговування — регулювання, змащення, очищення, усунення несправностей, натягування ланцюгів і огляд внутрішніх частин конвеєра — виконується лише після його повної зупинки. Електродвигун вимикається, пусковий пристрій блокується, а на нього вивішується табличка з написом: «Не вмикати – працюють люди!».

Скребокні конвеєри повинні бути оснащені світловою і звуковою сигналізацією, яка попереджає про запуск або аварійну зупинку. У головній і хвостовій частинах конвеєра, а також у зонах підвищеної небезпеки встановлюються аварійні кнопки «Стоп». За необхідності, такі кнопки розміщуються кожні 10 метрів уздовж маршруту транспортування і повинні бути пофарбовані в червоний колір.

Органи управління (кнопки, важелі) розташовуються так, щоб забезпечити повний огляд робочої зони. Конвеєр повинен мати огороження рухомих частин (ланцюгів, зірочок, скребоків) для запобігання випадковому контакту працівників з небезпечними елементами.

Під час експлуатації заборонено перебувати на обладнанні, стикатися з рухомими частинами або здійснювати завантаження вручну без спеціального захисту. Не допускається перевантаження конвеєра матеріалом — це може призвести до поломок і аварійних ситуацій.

Конвеєри мають бути обладнані системами аспірації або витяжною вентиляцією, що запобігають накопиченню пилу та шкідливих речовин. Робоча

зона повинна бути добре освітлена, а підлога — рівною, неслизькою і без сторонніх предметів.

До роботи зі скребковим конвеєром допускаються лише працівники, які пройшли навчання, вступний інструктаж з охорони праці та мають відповідне допускове посвідчення. Забороняється передавати свої обов'язки іншим особам без дозволу керівництва.

Приямки, бункери та інші відкриті частини обладнання повинні мати захисні кришки або решітки. Завальні ями обладнуються люками з кришками, що запобігають випадковому падінню або потрапінню сторонніх предметів у робочу зону.

Дотримання цих вимог є обов'язковим і забезпечує не лише ефективну, але й безпечну роботу скребкових конвеєрів на виробництві.

Загальні вимоги безпеки при експлуатації скребкового конвеєра

Для безпечної роботи скребкового конвеєра необхідно, щоб усі джерела освітлення були обладнані захисними скляними ковпаками. Вмикання, зупинка конвеєра та усунення дрібних несправностей виконується оператором. Ремонт і обслуговування електрообладнання дозволено лише електрику, який має відповідну кваліфікацію. Для доступу до верхніх частин конвеєра слід використовувати справні, міцні драбини, що мають протиковзкі наконечники.

У процесі роботи конвеєра існує ймовірність виникнення небезпечних і шкідливих факторів, зокрема контакти з рухомими або обертовими частинами, робота в зоні дії вантажопідіймального обладнання, а також ризик ураження електричним струмом.

Усі види технічного обслуговування — змащення, регулювання, очищення, натягування ланцюгів — виконуються виключно після повної зупинки агрегату, вимкнення живлення та блокування пускового пристрою. На пульт управління при цьому вішається табличка: **«Не вмикати — працюють люди!»**.

Управління запуском і зупинкою конвеєра має здійснюватися лише після подачі відповідного сигналу, відомого всьому персоналу. Оператор повинен бути уважним і не залишати обладнання без нагляду під час його роботи.

Під час проведення ремонту або техобслуговування обов'язково використовуються індивідуальні засоби захисту: захисні окуляри, рукавички, респіратори (у запылених умовах). Заборонено використовувати підставки під інструменти, подовжувати кінці трубам, бити по ключах молотком або виконувати роботи нестандартними способами, які можуть призвести до травм.

Робота конвеєра дозволяється лише в повністю справному стані. Особливу увагу слід приділяти електрообладнанню, ланцюговій передачі, напрямним жолобам, огороженню рухомих частин, а також контрольно-вимірювальним приладам.

Під час роботи в зоні скребкового конвеєра забороняється:

- відкривати люки, кришки, захисні кожухи;
- здійснювати очищення жолобів або ремонтні роботи;
- залишати конвеєр без нагляду під час його роботи.

Після завершення кожної зміни приміщення та конвеєр очищаються від залишків матеріалу, пилу та бруду. Це дозволяє уникнути накопичення горючих речовин і зменшити ризик аварій.

Роботи з техобслуговування та ремонту конвеєра виконуються щонайменше двома працівниками за дозволом відповідальної особи, призначеної адміністрацією. Усі дії мають бути задокументовані в журналі технічного обслуговування.

Розрахунок резервуару для води на зовнішнє пожежогасіння

На підприємстві, що проектується, зберігання зерна передбачається в типовому зерносховищі розмірами 60×20 м, тобто площею $S = 1200 \text{ м}^2$; висота сховища - 12 м. 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

$$V = S \cdot h = 1200 \cdot 12 = 14400 \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

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

$$V_{\text{п}} = 11 \cdot Q = 11 \cdot 40 = 440 \quad (3.2)$$

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

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

$$h = V/a^2 = 440/8^2 = 6,875 \quad (3.3)$$

інструкція з охорони праці під час обслуговування скребкового конвеєра

1. Загальні вимоги

1.1. Працівник, який обслуговує скребковий конвеєр, зобов'язаний:

- знати та дотримуватись нормативно-правових актів з охорони праці;
- вчасно реагувати на ситуації, що можуть призвести до нещасного випадку або аварії;

- виконувати всі вимоги інструкцій, затверджених на підприємстві

Працівник має право відмовитися від роботи у випадку виникнення загрози його життю, здоров'ю, безпеці інших людей або навколишньому середовищу.

1.2. До роботи зі скребковими конвеєрами допускаються лише особи, які:

- пройшли попередній медичний огляд;
- пройшли спеціальне навчання і склали іспити з охорони праці;
- пройшли вступний інструктаж та первинний інструктаж на робочому місці.

1.3. Працівник зобов'язаний:

- дотримуватись внутрішнього трудового розпорядку;
- суворо виконувати вимоги виробничої та технологічної дисципліни;

- дбайливо ставитися до обладнання, пристроїв, інструменту, матеріалів та засобів індивідуального захисту;

- підтримувати чистоту на робочому місці та прилеглій території.

1.4. На робочому місці категорично забороняється:

- палити у невстановлених місцях;
- вживати алкоголь, наркотичні або психотропні речовини.

1.5. Щоб запобігти травмам і аваріям, необхідно:

- не залишати працюючий конвеєр без нагляду;
- не допускати до обслуговування сторонніх осіб, які не мають відповідної підготовки;
- використовувати лише справне обладнання та інструмент;
- повідомляти керівництво про виявлені несправності або усувати їх самостійно — у межах посадових обов'язків;
- не працювати з відкритими або знятими захисними кожухами й пристроями.

1.6. Використовуйте засоби індивідуального захисту відповідно до вимог охорони праці.

- захисний одяг, рукавиці, окуляри, респіратори — за потреби.

1.7. Дотримуйтесь правил особистої гігієни:

- залишайте верхній одяг, взуття й особисті речі у спеціально відведених місцях;
- працюйте у чистому спеціалізованому одязі;
- приймайте їжу тільки у спеціально обладнаних зонах харчування.

Також на підприємстві має бути передбачено резервуар для зберігання води для зовнішнього пожежогашення, розмірами $8 \times 8 \times 6,785$ м, що відповідає вимогам пожежної безпеки.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи одягніть справний спецодяг, надійно зафіксуйте ремінь безпеки, приберіть волосся під головний убір.

2.2. Ознайомтеся з технічними зауваженнями попередньої зміни, що зафіксовані у журналі змін.

2.3. Проведіть детальний огляд скребкового конвеєра, перевіривши:
справність світлової та звукової сигналізації, яка забезпечує зв'язок із суміжними зонами;

- наявність і цілісність захисних кожухів на рухомих частинах;
- стан заземлення на доступних ділянках;
- цілісність електропроводки, відсутність обривів кабелю та ослаблених з'єднань.

2.4. Запустіть конвеєр у холостому режимі. Переконайтесь у стабільній роботі, відсутності сторонніх звуків, вібрації, перевірте справність систем блокування та аспірації.

2.5. Увімкніть припливно-витяжну вентиляцію у робочому приміщенні.

2.6. У разі виявлення несправностей повідомте керівника. Не починайте роботу до їх усунення і отримання дозволу.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Перед увімкненням скребкового конвеєра подайте сигнал до суміжних ділянок для попередження персоналу.

3.2. Забезпечуйте рівномірну подачу матеріалу на конвеєр і стежте за його розподілом по ширині жолоба. При утворенні затворів припиніть подачу продукту, зупиніть обладнання та розчищайте завали тільки за допомогою спеціальних засобів (щітки, скребки з довгими ручками).

3.3. Не зупиняйте конвеєр різко під час роботи і не змикайте його повторно до повної зупинки механізмів.

3.4. Очистку рухомих елементів конвеєра та завантажувальних механізмів виконуйте лише за допомогою призначеного для цього інструменту.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

4.1. негайно зупиніть роботу скребкового конвеєра у випадках:

- загрози життю чи здоров'ю працівників;
- удару електричним струмом при торканні до металевих частин;
- появи іскор у двигунах або електроусуковій апаратурі;
- перегріву підшипників;

- диму, запаху гару або відкритого вогню;
- сторонніх шумів, стуку чи сильних вібрацій.

Повідомте про ситуацію керівника.

4.2. У разі пожежі:

- негайно вимкніть електрообладнання, зупиніть вентиляцію;
- сповістіть пожежну охорону та адміністрацію;
- при можливості — почніть гасіння вогню наявними засобами.

4.3. При загорянні електропроводки відключіть електроживлення (рубильник) і використовуйте вуглекислотний вогнегасник або засипте місце загорання піском.

4.4. У разі нещасного випадку — повідомте керівника та викличте швидку медичну допомогу.

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Зупиніть подачу матеріалу, повністю вимкніть конвеєр.

5.2. Приберіть залишки матеріалу з підлоги спеціальними щітками або скребками з довгими ручками. Проведіть очищення обладнання та робочої зони від пилу (використовуйте пилосос або вологе прибирання).

5.3. Повідомте змінному працівнику та керівнику про виявлені несправності. Заповніть журнал прийому-передачі зміни.

3.2. Охорона навколишнього середовища

Підприємства зернопереробної промисловості мають значний вплив на стан довкілля, тому екологічна безпека є одним із ключових аспектів їхньої діяльності. Забруднення повітря, води та ґрунтів, а також утворення відходів — основні екологічні виклики, що супроводжують виробничий процес.

Основним джерелом викидів в атмосферу є пил, що утворюється під час транспортування, очищення, сушіння та подрібнення зерна. Крім того, при спалюванні палива в сушарках і котельнях виділяються шкідливі речовини, такі як оксиди азоту, вуглецю та сірки.

Заходи захисту:

- використання сучасних аспіраційних систем і фільтрів;
- регулярний контроль рівня викидів;
- автоматизація процесів для зменшення пилоутворення;
- герметизація вузлів, де можливе виділення забруднень.

Підприємства часто використовують воду для охолодження, очищення обладнання та в побутових цілях. У разі недотримання норм стічні води можуть містити залишки зерна, масла, шламу та інші домішки, які забруднюють водойми та ґрунт.

Заходи захисту:

- впровадження систем локального очищення стічних вод;
- розділення господарсько-побутових і виробничих стоків;
- запобігання витокам під час зберігання ПММ і хімічних речовин;
- облаштування водозбірників для аварійних витоків.

Викиди, витoki рідких відходів або розсипання сировини можуть призводити до забруднення ґрунту токсичними сполуками, органічними залишками або паливно-мастильними матеріалами.

Заходи захисту:

- асфальтування та бетонування території підприємства;
- своєчасне прибирання розсипаних залишків сировини;
- облаштування герметичних майданчиків для зберігання відходів;
- контроль технічного стану обладнання для запобігання витокам.

4. Поводження з відходами

У процесі переробки зерна утворюються органічні та неорганічні відходи (лушпиння, пил, залишки зерна, відпрацьовані матеріали тощо).

Заходи захисту:

- сортування та утилізація відходів згідно з нормативами;
- використання органічних залишків як вторинної сировини (корм, паливо);
- ведення обліку та паспортизація небезпечних відходів;

- співпраця з ліцензованими підприємствами для утилізації.

Енерговитрати в зернопереробній галузі значні, особливо під час сушіння зерна. Використання застарілого обладнання збільшує споживання палива і рівень викидів.

Заходи захисту:

- модернізація сушильних установок;
- впровадження автоматизованих систем контролю енергоспоживання;
- використання альтернативних джерел енергії (солярні панелі, біомаса).

Усі екологічні заходи будуть ефективними лише за умови належного рівня екологічної свідомості працівників.

Необхідні дії:

- проведення інструктажів з екобезпеки;
- регулярний екологічний аудит;
- моніторинг показників довкілля на території підприємства.

Ефективна система охорони навколишнього середовища на зернопереробному підприємстві — це не лише дотримання норм, а й інвестиція в безпеку працівників, сталий розвиток та довіру з боку споживачів і контролюючих органів. Завдяки впровадженню сучасних технологій, правильному погодженню з відходами та постійному контролю можна мінімізувати шкідливий вплив на довкілля.

4.3. Розрахунок економічної ефективності від провадження діяльності

Вихідні дані передбачених завдань і зібрані на елеваторі приведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Вихідні дані

Показники	Кількість
Вартість придбання зерносушарки, грн. (проектована)	1524300
Вартість придбання зерносушарки А1-ДСП, грн. (порівнювана)	865400
Норма амортизаційних відрахувань, % від вартості обладнання	15
Річний фонд роботи обладнання, діб.	42
Потужність двигунів на обладнанні, кВт*год:	
- Базовий варіант	106
- Розрахунковий варіант	127
Тариф за 1 кВт*год, грн.	6,9
Коефіцієнт використання обладнання	0,8
Кількість робочих змін	3
Амортизаційні відрахування, % до вартості обладнання	15,0
Витрати на поточний ремонт, % від суми амортизації	50,0
Транспортні витрати, % до вартості придбання обладнання	4,0
Заготівельно-складські витрати, % до вартості придбання обладнання	1,25
Проектні роботи, % до вартості придбання обладнання	4,0
Монтажні роботи, % до вартості придбання обладнання	20,0
Витрати умовного палива на 1 пл.т/‰:	
- Базовий варіант	4,91
- Розрахунковий варіант	4,31
Продуктивність обладнання, т/год.:	
- Базовий варіант	50
- Розрахунковий варіант	180
Вид натурального палива	газ
Коефіцієнт переводу в натуральне паливо	1,2
Ціна 1м³ газу, грн.	33,65
Тривалість зміни, год.	8
Обсяг зберігання, тис. т	400
Кількість обладнання:	
- Базовий варіант	3
- Розрахунковий варіант	1

Проведемо розрахунок одноразових капітальних витрат

Вартість придбання обладнання (грн)

$$K = K_0 + K_{\text{дв}} + K_{\text{с}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{м}} \quad (3.1)$$

де K_0 - вартість придбання обладнання

базовий варіант

$$K_1 = 865400 * 3 = 2596200 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_2 = 1524300 \text{ грн.}$$

K_t - транспортні витрати (4% від вартості обладнання)(грн)

$$K_t = K_0 * 0,04 \quad (3.2)$$

базовий варіант

$$K_{t1} = 2596200 * 0,04 = 103848 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_{t2} = 1524300 * 0,04 = 60972 \text{ грн.}$$

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

$$K_c = K_0 * 0,0125 \quad (3.3)$$

базовий варіант

$$K_{c1} = 2596200 * 0,0125 = 32452 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_{c2} = 1524300 * 0,0125 = 33870 \text{ грн.}$$

K_{np} - проекти роботи (4% від вартості обладнання)(грн)

$$K_{np} = K_0 * 0,04 \quad (3.4)$$

базовий варіант

$$K_{np1} = 2596200 * 0,04 = 103848 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_{np2} = 1524300 * 0,04 = 60972 \text{ грн.}$$

K_m - монтажні роботи (20% від вартості обладнання)(грн)

$$K_m = K_0 * 0,20 \quad (3.5)$$

базовий варіант

$$K_{m1} = 2596200 * 0,20 = 519240 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_{m2} = 1524300 * 0,20 = 304860 \text{ грн.}$$

Підставляємо дані у формулу 3.1

базовий варіант

$$K_1 = 2596200 + 103848 + 32452 + 103848 + 519240 = 3328588 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_2 = 1524300 + 60972 + 38870 + 60972 + 304860 = 1989974 \text{ грн.}$$

Визначимо питомі капітальні вкладення на 1 т (грн)

$$Kn = \frac{K}{Q} \quad (3.6)$$

базовий варіант

$$K_{п1} = \frac{3328588}{400000} = 8,321 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$K_{п2} = \frac{1989974}{400000} = 4,975 \text{ грн.}$$

Розраховуємо зміни поточних витрат на виробництво

Витрати електроенергії (грн)

$$E_{\text{ел}} = \frac{(N_{\text{ДВ}} \cdot T \cdot K_{\text{ЕБ}} \cdot K_{\text{ІНТ}} \cdot C_{\text{Е}})}{\cos} \quad (3.7)$$

де $N_{\text{ДВ}}$ - сумарна потужність вилучених встановлених або вилучених двигунів;

$$N_{\text{ДВ1}} = 106 \cdot 3 = 318 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{ДВ2}} = 127 \text{ кВт}$$

T - час роботи двигуна.

$$T = 8 \cdot 3 \cdot 42 = 1008 \text{ год.}$$

$K_{\text{ЕБ}}$ - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі заводу;

$$K_{\text{ЕБ}} = 1,06.$$

$K_{\text{ІНТ}}$ - коефіцієнт використання потужності устаткування; $K_{\text{ІНТ}} = 0,3.$

$\cos$ - коефіцієнт корисної дії електродвигуна;

$$\cos = 0,9.$$

Отже, витрати електроенергії складуть

базовий варіант

$$E_{\text{ел1}} = (318 \cdot 1008 \cdot 1,06 \cdot 0,3 \cdot 0,9) / 0,9 = 2083963 \text{ грн}$$

на 1 т витрати складуть

$$2083963/400000 = 5,21 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$E_{F.1.2} = \frac{127 \cdot 1008 \cdot 1,06 \cdot 0,8 \cdot 6,90}{0,9} = 832275 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$832275/400000 = 2,08 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання (грн)

$$A = \frac{\Phi \cdot H_A}{100} \quad (3.8)$$

де Φ - вартість обладнання;

$$\Phi = K$$

H_A - річна норма амортизаційних відрахувань;

$$H_A = 15\%$$

базовий варіант

$$A_1 = \frac{3328588 \cdot 15}{100} = 499288 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$499288/400000 = 1,25 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$A_2 = \frac{1989974 \cdot 15}{100} = 298496 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$298496/400000 = 0,75 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт (грн)

$$B_{П.Р.} = A \cdot 0,5 \quad (3.9)$$

базовий варіант

$$B_{П.Р.1} = 499288 \cdot 0,5 = 249644 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$249644/400000 = 0,62 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$B_{П.Р.2} = 298496 \cdot 0,5 = 149248 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$149248/400000 = 0,37 \text{ грн.}$$

Витрати палива розраховуємо по формулі (грн)

$$B_n = \frac{H_{в.ум.п.} * Q_p * Ц_n}{K_{пер}} \quad (3.10)$$

де $H_{в.ум.п.}$ – норма витрат умовного палива на 1 пл.т

Q_p – річний обсяг виробництва

$Ц_n$ – ціна 1 м³ газу, грн.

$K_{пер}$ – коефіцієнт переводу умовного палива в газ

базовий варіант

$$B_n = \frac{4,91 \cdot 400000 \cdot 38,65}{1,2} = 63257167 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$63257167/400000 = 158,14 \text{ грн.}$$

розрахунковий варіант

$$B_n = (4,31 \cdot 400000 \cdot 38,65)/1,2 = 55527167 \text{ грн.}$$

на 1 т витрати складуть

$$55527167/400000 = 138,82 \text{ грн.}$$

Витрати по змінних статтях калькуляції приведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Статті витрат	Базовий варіант	Розрахун- ковий варіант	Зміни
Витрати електроенергії	5,21	2,08	-3,13
Амортизація обладнання	1,25	0,75	-0,50
Витрати на поточний ремонт			
Витрати палива	0,62	0,37	-0,25
Всього	158,14	138,82	-19,32
	165,22	138,82	-26,40

Визначаємо основні показники економічної ефективності

Визначимо річний економічний ефект за формулою (грн.грн)

$$E_p = ((C_1 + E_n * K_{п1}) - (C_2 + E_n * K_{п2})) * Q_2 \quad (3.11)$$

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

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

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності

$E_n = 0,15$;

Q_2 – розрахунковий обсяг виробництва продукції.

$E_p = ((165,22 + 0,15 * 8,321) - (142,02 + 0,15 * 4,975)) * 400000 =$
948,08 тис грн.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз існуючих конструкцій технологічного обладнання для транспортування сипучих матеріалів скребковими конвеєрами. Вивчено особливості проектування скребкових конвеєрів, їх конструктивні характеристики та принципи роботи. Виконано розрахунки й обґрунтування режимів функціонування механічних і приводних систем конвеєра, який обрано об'єктом дослідження. Проведено аналіз потенційних небезпек і заходів з охорони праці на підприємствах, де використовують скребкові конвеєри, а також сформульовано правила безпеки експлуатації обладнання.

У загальному розділі наведено стислу характеристику сучасного стану об'єкта розробки, обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання роботи, описано можливі сфери застосування отриманих результатів і практичне значення роботи.

У технологічному розділі описано схему технологічного процесу транспортування сипучих матеріалів скребковим конвеєром, розглянуто конструктивні особливості обладнання, а також правила його монтажу та експлуатації.

У конструкторському розділі виконано розрахунки конструктивних і режимних параметрів скребкового конвеєра, розглянуто кінематичну схему і підібрано ключові конструктивні елементи.

У розділі економіки, охорони праці та екології проведено оцінку економічної ефективності запропонованих технічних рішень, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці оператора скребкового конвеєра та запропоновано методи мінімізації шкідливого впливу обладнання на навколишнє середовище.

Розраховані параметри скребкового конвеєра придатні для впровадження на промислових і агропромислових підприємствах.

Сфера застосування результатів — удосконалення механізації технологічних процесів транспортування сипучих матеріалів у промисловості та сільському господарстві.

Графічна частина роботи включає 4 аркуші формату А1, які деталізують результати дослідження.