Додаток В

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) __Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання
(назва кафедри)

_____ Ловейкін В.С.
(підпис) (ПІБ)

“ ” _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Оптимізація режиму пуску стрічкового конвеєра при транспортуванні картоплі

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор _____ Ромасевич Ю.О.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи

Д.т.н., професор _____ Ловейкін В.С.
к.т.н., ст..викладач _____ Ляшко А.П.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ Лукинюк Владислав Васильович
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2022

Додаток Д

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) __Конструювання та дизайну__

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Конструювання машин і обладнання
д.т.н., професор _____ **Ловейкін В.С.**
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“____” _____2021 р.

З А В Д А Н Н Я
на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту
Лукинюку Владиславу Васильовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)
Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи **Оптимізація режиму пуску стрічкового конвеєра при транспортуванні картоплі** затверджена наказом ректора НУБіП України від “04” лютого 2022 р. № 204 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру 2022 листопада 10
(рік, місяць, число)
Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи
Технологічна схема застосування стрічкового конвеєра, продуктивність, висота транспортування
Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій стрічкових конвеєрів
2. Розглянути перспективи створення нових стрічкових конвеєрів
3. Виконати розрахунок стрічкового конвеєра
4. Провести динамічний аналіз режиму руху стрічкового конвеєра
5. Оптимізувати режим пуску стрічкового конвеєра
6. Розглянути питання охорони праці при роботі з стрічковим конвеєром
7. Виконати розрахунок економічної ефективності

Дата видачі завдання “09”листопада 2021 р.

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи
д.т.н., професор Ловейкін В.С.
к.т.н., ст.. викладач Ляшко А.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Лукинюк В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ЗМІСТ 5
РЕФЕРАТ 8
ВСТУП 10
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ 12
1.1. Конструкція, типи стрічкових конвеєрів 12
1.2. Перспективи створення нових стрічкових конвеєрів 22
1.3. Аналіз конструкцій приводу стрічкового конвеєра .....**Ошибка! Закладка не определена.**
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА 25
2.1. Вихідні дані для розрахунку і проектування стрічкового конвеєра 25
2.2. Вибір конструктивних елементів конвеєра 25
2.3. Визначення найбільшого допустимого кута нахилу конвеєра 26
2.4. Вибір швидкості руху стрічки 26
2.5. Вибір профілю і ширини стрічки 26
2.6. Вибір типу стрічки 27
2.7. Визначення розподілених навантажень 28
2.8. Визначення загального опору руху стрічки конвеєра 28
2.9. Визначення потужності приводного електродвигуна 29
2.10. Визначення діаметра барабана 30
2.11. Тяговий розрахунок конвеєра 31
2.12. Визначення потужності приводу (вибір двигуна, редуктора, муфти)…… 35
РОЗДІЛ 3. ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА……
3.1. Моделювання динаміки руху стрічкового конвеєра……
3.2. Динамічна модель стрічкового конвеєра……
3.3. Математична модель стрічкового конвеєра……

НУБіП України

3.4. Результати динамічного аналізу стрічкового конвеєра……
РОЗДІЛ 4 ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА……
4.1. Вибір критерію оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра……
4.2. Методика оптимізації режиму руху стрічкового конвеєра….
4.3. Результати оптимізації режимупуску стрічкового конвеєра..

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ 47
5.1. Вимоги щодо нормалізації мікроклімату **Ошибка! Закладка не определена.**
5.2. Захист від шуму ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.3. Вимоги до освітлення ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.4. Заходи безпеки при організації роботи конвеєра і попередження аварійних ситуацій ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.5. Вимоги до електробезпеки **Ошибка! Закладка не определена.**
5.6. Вимоги до пожежної безпеки **Ошибка! Закладка не определена.**
5.7. Охорона праці при обслуговуванні та ремонті ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 74
6.1. Аналіз прогресивності спроектованої конструкції і оцінка ефективності 74
6.2. Оцінка ефективності 76
ВИСНОВКИ 77
РОЗДІЛ 7. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 79
ДОДАТКИ 82

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, що містить вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел та додатків. Дана робота представлена на аркушах друкованого тексту.

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розглянуто конструкції стрічкових конвеєрів, визначено основні їхні складові елементи, типи стрічкових конвеєрів, що застосовуються в різних галузях виробництва. Розглянуті також конструкції закордонних конвеєрів та показані перспективи створення нових конструкцій стрічкових конвеєрів. А також приділена увага можливим варіантам комбінацій приводних механізмів стрічкових конвеєрів.

В другому розділі магістерської роботи проведено розрахунок конструкції стрічкового конвеєра. Розраховано основні його геометричні, кінематичні , силові та енергетичні параметри. Підібрано електродвигун, редуктор та муфту.

Оскільки при роботі стрічкових конвеєрів в перехідних режимах руху значно зростають динамічні навантаження в елементах приводу та тягового органу, то в магістерській роботі проведений динамічний аналіз. Для проведення динамічного аналізу конвеєр представлено у вигляді двомасової динамічної моделі і розраховані усі її динамічні параметри. На базі динамічної моделі складено математичну модель конвеєра, яка являє собою систему двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, які розв'язувались чисельними методами за допомогою комп'ютерної програми. В результаті проведеного розрахунку отримано графічні залежності кінематичних силових та енергетичних характеристик, з яких встановлений коливальний характер їхньої зміни, що приводить до підвищення динамічних навантажень.

Для зведення до мінімуму дію динамічних навантажень проведено оптимізацію процесу пуску за критерієм середньоквадратичного значення пружного моменту в пружному елементі, що з'єднує привод з тяговим органом. В результаті проведеної оптимізації усунені коливання ланок конвеєра та мінімізовані динамічні та енергетичні навантаження.

НУБіП України

В розділі охорона праці розглянуто вимоги до роботи із стрічковим конвеєром, а саме вимоги щодо нормалізації клімату, вимоги до освітлення; вимоги до електробезпеки та вимоги до пожежної безпеки.

Також в бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано розрахунок економічної ефективності від розробки нової конструкції стрічкового конвеєра.

Ключові слова: стрічковий конвеєр, барабан, привод, електродвигун, стрічка, ролики, динамічний аналіз, режим руху, оптимізація.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

ВСТУП

Одним із засобів вирішення завдання щодо підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є застосування стрічкових конвеєрів, які представляють собою машини безперервного транспорту. Конвеєри дозволяють скоротити ручну працю, підвищити інтенсифікацію виробничих процесів, створити єдину комплексну технологію виробництва.

Тому стрічкові транспортери є складовою і невід'ємною частиною технологічного процесу заготівлі картоплі, вони забезпечують ритмічність заготовки, сприяють підвищенню продуктивності праці.

Оптимізації параметрів та режимів руху стрічкових конвеєрів присвячено значну кількість наукових робіт. У більшості з них йдеться про оптимізацію окремих конструктивних або режимних параметрів (ширини стрічки, швидкості її руху, кроку роликових опор і ін.), поза зв'язком з іншими.

Це характерно для робіт, в яких встановлені залежності між параметрами окремих вузлів конвеєра і його експлуатаційними показниками, а рекомендації щодо вибору оптимальних параметрів є наслідком з цих залежностей.

Мета даної роботи полягає в тому, щоб розрахувати конструкцію стрічкового конвеєра, проаналізувати його динаміку та провести оптимізацію режиму руху охарактеризувати його основні елементи, оцінити переваги і недоліки конвеєра, а також розрахувати параметри і вибрати елементи стрічкового конвеєра з метою оптимізації його режимів роботи.

Вивчення робочих процесів і пристрою стрічкового конвеєра в даний час є дуже актуальною темою, адже транспортні і технологічні лінії будь-якого підприємства пов'язані один з одним і являють собою єдину систему, а потоковий метод виробництва, характерний для сучасних підприємств, заснований на конвеєрній передачі вантажів або виробів від однієї технологічної операції до іншої.

Основними завданнями даної випускної кваліфікаційної роботи є:

1. Огляд і систематизація інформації про стрічкові конвеєри.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

2. Оцінка і аналіз специфічних умов експлуатації транспортних машин, а також формулювання вимог, що пред'являються до проектованих конвеєрних установок.

3. Розрахунок конвеєрної установки і вибір її основних вузлів з метою оптимізації роботи конвеєра.

4.Проведення динамічного аналізу з метою виявлення навантажень , що діють на елементи конструкції, тягового органу та приводного механізму. Динамічний аналіз показав наявність коливань ланок та підвищених динамічних навантажень.

5.Для мінімізації динамічних та енергетичних навантажень проведено оптимізацію режиму пуску конвеєра. В результаті проведеної оптимізації усунені коливання ланок конвеєра та мінімізована дія динамічних навантажень.

6. Проведено розрахунок економічної ефективності використання стрічкового конвеєра для перевантаження картоплі.

7. Розроблені заходи з охорони праці при роботі стрічкових конвеєрів в технологічних лініях виробництва.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ

1.1. Конструкція, типи стрічкових конвеєрів

Конвеєри — це механічні пристрої або агрегати, які використовуються для переміщення предметів або упаковок з мінімальними затратами зусилля. Зазвичай вони складаються з рами, яка підтримує ролики, барабани, стрічку, а також привод.

Стрічкові конвеєри транспортують матеріал за допомогою стрічки.

Стрічка конвеєра може бути з текстилю, смугової сталі, сітчастого сталевого дроту.

Найбільш широке застосування знайшли конвеєри з прогумованими текстильними стрічками.

Вида стрічкових конвеєрів:

1. Відповідно до дизайну:

- Стаціонарні конвеєри

НУБіП України

Рис. 1.1Стаціонарний стрічковий конвеєр

- Портативні та мобільні конвеєри

Рис. 1.2. Портативний стрічковий конвеєр

2. Відповідно до призначення
   - Конвеєр загального призначення
   - Конвеєр спеціального призначення

Стрічки спеціального призначення використовуються для транспортування гарячих вантажів або для роботи при температурі навколишнього середовища +60°С і -25°С, а також для транспортування матеріалів, хімічно шкідливих. Стрічки спеціального призначення бувають жаростійкі, морозостійкі та негорючі та інші види.

3. За траєкторією руху стрічкові конвеєри поділяють на:
   - Горизонтальний

НУБіП України

Рис. 1.3. Горизонтальний стрічковий конвеєр

- Похилий

Рис. 1.4. Похилий стрічковий конвеєр

- Комбінований

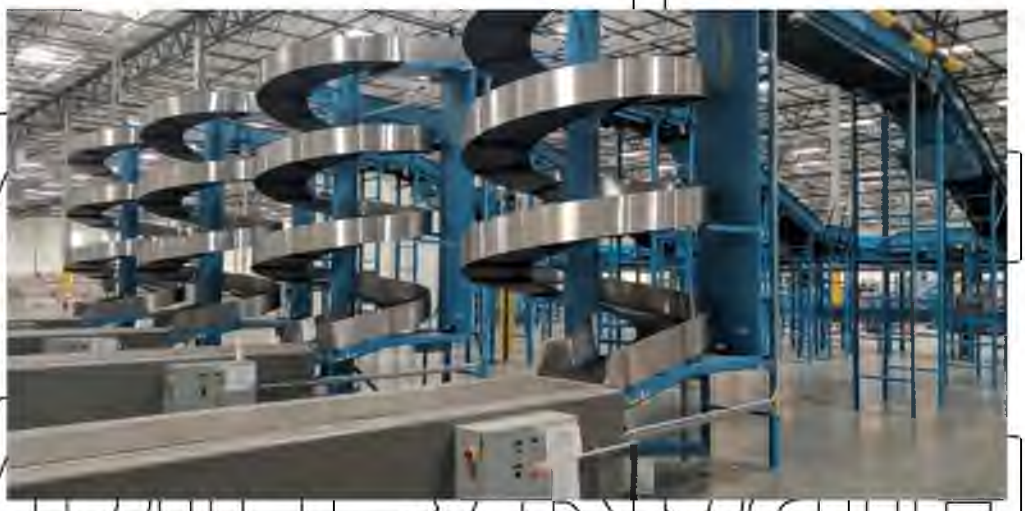


Рис. 1.5. Комбінований стрічковий конвеєр

1.2. Будова стрічкового конвеєр

Стрічкові конвеєри зазвичай мають наступні складові у своїй будові

1. Стрічка: на стрічкових конвеєрах використовуються різні типи текстильних стрічок: верблюжа шерсть, бавовна (тканинні або шиті). Широко використовуються прогумовані текстильні стрічки. Конвеєрні стрічки має відповідати таким вимогам:

1. Низька гігроскопічність
2. Висока міцність
3. Низька власна вага (легка вага)
4. Мале питоме видовження
5. Висока гнучкість
6. Високий питомий опір шару (шару матеріалу)
7. Тривалий термін служби

Прогумовані текстильні ремені виготовляються з кількох шарів грубої бавовняної тканини. Шари з'єднані шляхом вулканізації з натуральним або синтетичним каучуком. Іноді шари виготовляються з надміцної синтетичної тканини, капрон, перлон, нейлон тощо.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

Рис. 1.6. Будова стрічкового конвеєра

2. Натяжні ролики: як правило, стрічка підтримується натяжними роликами, у рідкісних випадках на твердій дерев'яній або листовій сталі, комбінованій опорі, що складається з секцій, що чергуються з натяжними роликами. На конвеєрах, що транспортують насипні, рідше штучні вантажі, використовуються головним чином на конвеєрах, а для штучних вантажів – комбіновані опори.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

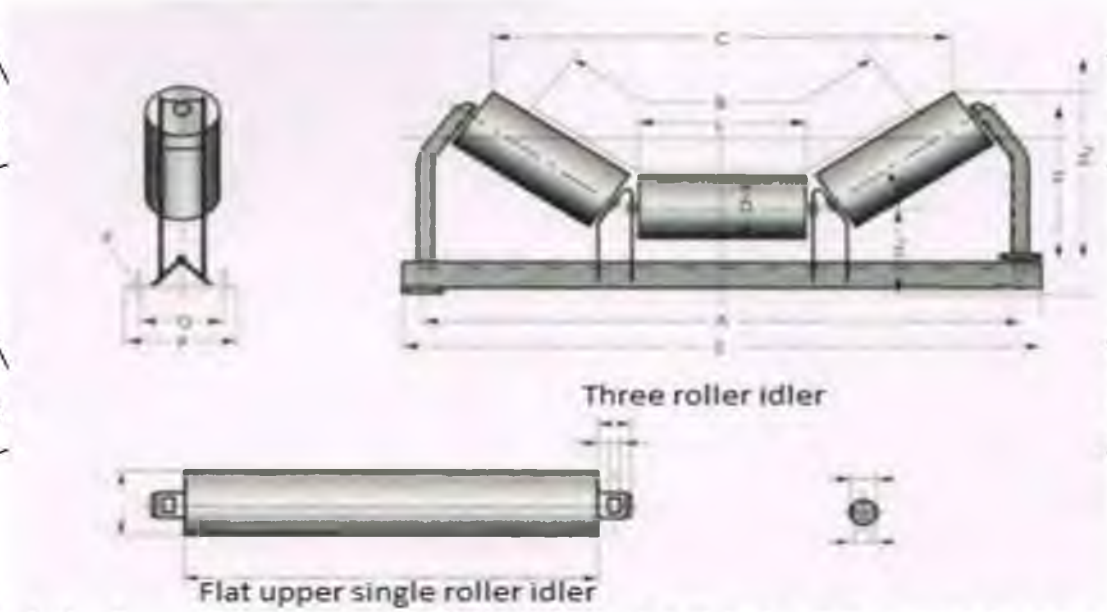


Рис. 1.7. Ролики

За розташуванням на конвеєрах натяжні ролики поділяються на верхні (підтримують навантажену стрічку стрічки) і нижні (підтримують зворотну стрічку стрічки).

3. Центруючий пристрій. Ряд причин, таких як ексцентричне навантаження, забруднення, прилипання матеріалу до шківів і роликів тощо, можуть призвести до того, що ремінь рухається криво. Для запобігання стікання стрічки з роликів використовуються спеціальні «Центруючі ророликиа» різної конструкції. Ці направляючі ролики автоматично підтримують вирівнювання стрічки відносно пристрою (натяжних роликів), який називається центруючим пристроєм.

4. Завантажувальне вікно: стрічковий конвеєр може мати механічний (гвинтовий) або гравітанійний прийом. Останній, у свою чергу, можна розділити на несучий тип (іноді його називають горизонтальним і вертикальним).

У кріпленні гвинта натяжний шків одночасно служить відхиляючим валиком або шківом і обертається на нерухомому валу (найкраща конструкція) або в кінцевих підшипниках (найгірша конструкція).

У гравітаційних підйомниках натяжний шків (виконуючий роль одночасно хвоста та шківа) розміщений на рухомій каретці, яка тягнеться назад за допомогою сталевого канату та відхиляючих шківів.

Приймач вертикальної противаги складається з трьох шківів (двох відхиляючих і одного натяжного) і встановлених на зворотній нитці конвеєра.

5. Приводи: у стрічкових конвеєрах рушійна сила передається на стрічку за допомогою тертя, коли він обертається навколо приводного барабана, що обертається електродвигуном; привод складається з наступних частин: двигун і передача між двигуном і барабаном. Приводи похилих конвеєрів містять гальмівний пристрій, який запобігає прослизанню завантаженої стрічки під вагою матеріалу, що транспортується, якщо припиняється струм, що живить двигун.

6. Завантаження та розвантаження. Завантаження залежить від природи та характеристик транспортованого вантажу та методу завантаження.

Для штучних матеріалів: різні типи лотків, вантаж безпосередньо завантажуються на стрічку.

Для сипучих матеріалів - завантажувальний бункер

Розвантаження - зазвичай розвантажування з приводного барабана.

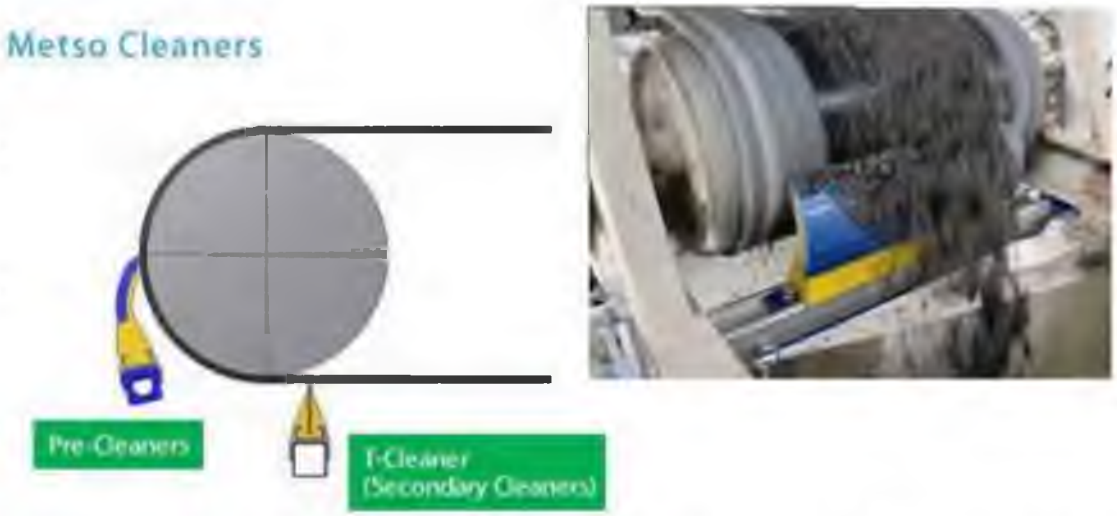
7. Очисник стрічки:

У разі сухих часток: прилиплісухі частки очищаються скребком/скребком.

У разі вологих і липких матеріалів: використовуються обертові щітки.

Скребки встановлені на кінцевому барабані.

Щітки встановлені на приводному барабані.



1.8. Очищення стрічки

8. Автоматичні утримувальні гальма: раптова зупинка завантаженого похилого стрічкового конвеєра може призвести до ковзання завантаженої стрічки. Це станеться, якщо поздовжня складова маси вантажу буде більшою за сили опору тертя руху стрічки.

- Щоб запобігти цьому типу спонтанного руху стрічки, на головному або допоміжному валу встановлено спеціальне гальмо, яке тримає нахил у конвеєрі.
- Це спеціальний захисний пристрій, який автоматично відключає привід, коли ремінь проковзує на шківі.

9. Конвеєрна рама:

- Це несуча конструкція конвеєра і зазвичай зварна
- Складається з поздовжніх балок, вертикальних і поперечних частин
- Висота рами зазвичай становить 400 – 500 мм
- Відстань між стійками 2-3,5 м

Рис. 1.9. Рама стрічкового конвеєра

1.3. Переваги та недоліки стрічкових конвеєрів

Переваги стрічкових конвеєрів:

1. Висока продуктивність 500-5000 м^3/год або більше
2. Можливість транспортувати вантажі на великі відстані (500-1000м і більше)
3. Простота в конструкції

4. Порівняно мала власна вага

6. Зручне управління

7. Для роботи потрібна менша кваліфікація

Недоліки стрічкових конвеєрів:

1. Не підходить для транспортування гарячої золи та шлаку.

2. Не підходить для транспортування грануьованого та порошкового вантажу

3. Абразивний матеріал може спричинити дефект конвеєра

1.4. Літературний огляд стану питань

У [29] авторами представлено математичну модель 6-ти масової електромеханічної системи, яка описує рух стрічки конвеєра з багатодвигунним електроприводом. Наведено результати досліджень втрат енергії в електродвигунах магістрального стрічкового конвеєра з розташуванням двох приводних електродвигунів у головній і одного в хвостовій частинах при ступінчатій зміні моменту навантаження. Показано характер зміни показників енергетичної ефективності в залежності від завантаження стрічки конвеєра.

Робота [30] присвячена розробці крутопохилого пересувного стрічкового конвеєра. У результаті проведеного літературного аналізу існуючих конструкцій похилих стрічкових конвеєрів запропоновано нескладну конструкцію, яка дозволяє забезпечити переміщення насипного вантажу на кут, більший за кут природного відкосу вантажу, без збільшення робочої вітки транспортера, а також зменшити час на регулювання зміни підйому вантажу, що зменшить собівартість навантажувально-розвантажувальних операцій сипких вантажів. Запропонована конструкція розробленого крутопохилого пересувного стрічкового конвеєра уможливлює переміщення сипкого вантажу завдяки використанню транспортувальної стрічки, виконаної з накладним еластичним елементом, який розміщений на несучій стрічці складкоподібно із заданим кроком і по краях закріплений до неї. За умови транспортування вантажу під кутом, меншим за кут природного відкосу, він рухається суцільним потоком у робочу зону розвантаження. У разі

встановлення конвеєра під кутом, більшим за кут природного відкосу, унаслідок відносного руху вантажу стрічкою під дією земного тяжіння (зсуву) накладні еластичні елементи розкриваються та утворюють своєрідні кишені, якими вантаж подається в зону розвантаження, після чого стрічка набуває попередньої форми. Проведено числове експериментальне дослідження в системі Mathcad, де розглянуто вплив зміни продуктивності конвеєра залежно від зміни кута нахилу стрічки конвеєра, а також впливу властивостей сипкого матеріалу, що транспортується. Представлені графічні результати досліджень продуктивності конвеєра за умови нахилу стрічки конвеєра під кутом, меншим від кута природного відкосу матеріалу, а також відображено продуктивність конвеєра за умови його роботи, коли кут нахилу стрічки конвеєра більший від кута природного відкосу матеріалу.

У роботі [31] поставлено за мету обґрунтування оптимальних значень параметрів стрічкового конвеєра, за яких питомі енерговитрати на транспортування вантажу набувають найменшого значення. Досягнення зазначеної мети здійснено шляхом мінімізації функції питомих енерговитрат, яка відображає витрати енергії на транспортування одиничного вантажу на одиничну відстань. У ході досліджень окружне зусилля привода визначено з використанням методу обходу за контуром. При цьому погонні навантаження від транспортованого вантажу, стрічки та роликоопор було представлено як функції ширини стрічки. Для встановлення оптимальних значень продуктивності конвеєра та швидкості руху стрічки ширину стрічки було подано як функцію цих величин з урахуванням фізико-механічних властивостей транспортованого вантажу, особливостей конструкції роликоопор та кута нахилу конвеєра. Отримано залежності питомих енерговитрат від проєктних параметрів конвеєра. Їх аналіз дозволив виявити оптимальні значення ширини стрічки, продуктивності конвеєра, швидкості руху стрічки, а також оптимальне співвідношення двох останніх величин для різних видів транспортованого вантажу. Відзначено, що отримані результати можна доповнити шляхом проведення додаткових розрахунків за формулою, наведеною в цій роботі. Установлено, що оптимальне значення ширини стрічки залежить тільки

від кута нахилу конвеєра та від коефіцієнтів, які визначають втрати енергії, зокрема коефіцієнта опору руху стрічки; при цьому вплив означеного коефіцієнта зростає зі збільшенням кута нахилу конвеєра. До того ж оптимальне значення ширини стрічки не залежить від довжини конвеєра, його продуктивності та швидкості руху стрічки.

Отримано залежності питомих енерговитрат від проектних параметрів стрічкового конвеєра, що дозволило встановити оптимальні значення ширини стрічки та відношення продуктивності конвеєра до швидкості стрічки.

1.5. Перспективи створення нових стрічкових конвеєрів

Перспектива створення конвеєрів високої продуктивності і великої протяжності при одночасному зниженні питомої витрати енергії і металу при використанні стрічок нормальної міцності обмежується можливостями традиційних конструкцій. Стрічкові конвеєри традиційних конструкцій мають одну особливість: зі збільшенням ширини стрічки крок роликових опор зменшується, їх маса зростає. У звичайних умовах маса роликових опор становить в середньому 22-35% загальної маси, вартість - 17-25% від вартості конвеєра. При збільшенні швидкості руху стрічки більше 3,0 м/с потрібна підвищена точність виготовлення і динамічне балансування роликоопор і барабанів. У зв'язку з цим актуальними є розробки високошвидкісних стрічкові безроликових конвеєрів, підтримка стрічки в яких здійснюється за рахунок енергії стисненого повітря (рідини), що подається під стрічку. Конструктивних рішень стрічкових конвеєрів з повітряною подушкою на рівні патентних пропозицій і авторських свідоцтв дозволяє скласти їх класифікацію: камерні, соплові і точково-розподілені. Однак в основному в виробництві застосовуються камерні. Принцип роботи конвеєра JetBelt (фірма Tramco - США міжнародного холдингу ADEPT GROUP) представлений на рис. 1.17.

НУБіП України

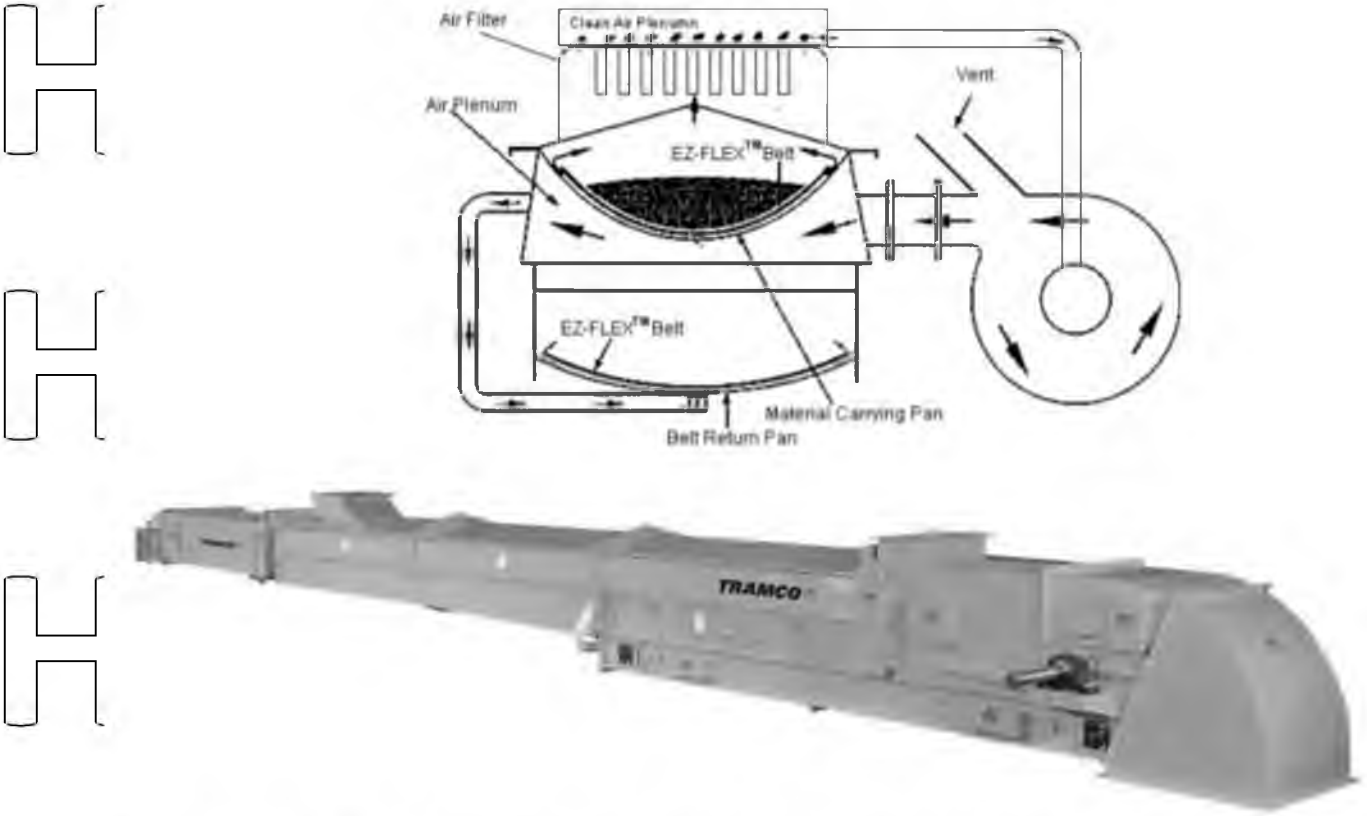


Рис. 1.16. Стрічковий конвеєр JetBelt з камерної повітряною подушкою

Стрічка цього конвеєра рухається на повітряній подушці в закритому сталевому кожусі. Така система має безліч переваг: висока продуктивність; економія до 50% енергії; безшумне переміщення сипучих вантажів на відстані понад 200 м без утворення пилу; температурний діапазон: від -30°С до +30°С; продуктивність 800 м^3 сипучих вантажів на годину [3].

Серійний випуск конвеєрів на повітряній подушці для транспортування сипучих вантажів налагоджений в Нідерландах (Sluis), Великобританії (Simon Carves і Numec), Китаї (JINGU, рис.1.17), Німеччини (Vecobelt, завод Vecoplan AG).

НУБіП України

Рис. 1.17. Конвеєр стрічковий на повітряній подушці (Китай), система навантаження зерна насипом з продуктивністю 500 т / год

Всі конвеєри закритого типу, що випускаються відповідають вимогам екологічної та хімічно шкідливої безпеки, особливо на небезпечних об'єктах, що відповідає вимогам технічного регламенту про безпеку машин та устаткування. У той же час висока якість продукції повинно бути підтверджено сертифікатами відповідності за системою менеджменту якості ISO 9001.

НУБіП України

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

2.1. Вихідні дані для розрахунку і проектування стрічкового конвеєра для транспортування картоплі

– тип вантажу: картопля;

– кут природного ухилу вантажу в русі: $\varphi = 40^{\circ}$, в спокої $\varphi = 45^{\circ}$;

– щільність насипного вантажу: $\rho = 0{,}7\ \left(\frac{т}{м^3}\right)$;

– необхідна продуктивність: $Q = 30\ (м^3/год)$;

– довжина горизонтальної частини конвеєра: $L = 10(м)$;

– кут нахилу конвеєра до горизонту: $\beta = 11^{\circ}$;

– умови експлуатації конвеєра: середні.

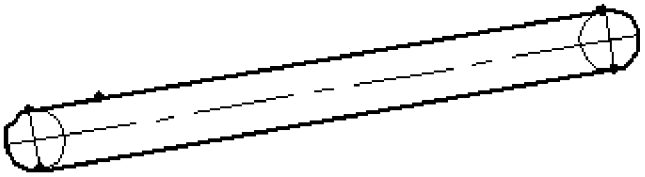


Рис. 2.1. Проектна схема конвеєра

2.2. Вибір конструктивних елементів конвеєра

- тяговий елемент – гумо тросова стрічка;
- на робочої гілки конвеєра встановлюємо три роликові опори,
- тип приводу – електродвигун з редуктором;
- розвантаження конвеєра здійснюється через приводний барабан;
- тип натяжного пристрою - вантажний.

2.3. Визначення найбільшого допустимого кута нахилу конвеєра до горизонту

$$\beta_{max} = k_1 \cdot \varphi = 0,4 \cdot 45 = 18^\circ \geq \beta = 11^\circ \quad (2.1)$$

де k_1 – коефіцієнт запасу, що враховує рухливість вантажу; для вантажів середньої рухливості $k_1 = 0,4$; ϕ – кут природного ухилу вантажу в спокої.

На підставі вихідних даних складається проектна схема конвеєра із зазначенням загальної довжини і позначок за висотою.

Висота конвеєра визначається залежністю і приймає наступне значення

$$H = L \cdot tg\beta = 10 \cdot tg11 = 1,94 \text{ (м)}. \quad (2.2)$$

Визначення розрахункової продуктивності конвеєра за формулою, яка приймає наступне значення

$$Q_p = Q \cdot \rho \cdot \frac{k_н}{k_в k_г} = 30 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,2}{0,9 \cdot 0,96} = 29,2 \text{ (т/год)}, \quad (2.3)$$

де Q – задана об'ємна продуктивність конвеєра; $k_н = 1,1…1,5$ – коефіцієнт нерівномірності навантаження конвеєра; $k_н = 0,9$ – коефіцієнт нерівномірного завантаження конвеєра; $k_г = 0,96$ – загальний коефіцієнт готовності конвеєра.

2.4. Вибір швидкості руху стрічки

Швидкість руху стрічки конвеєра вибирається згідно рекомендаціям [4].

Згідно з цими рекомендаціями приймаємо швидкість руху стрічки V = 2,5 м/с.

2.5. Вибір профілю і ширини стрічки конвеєра

Оскільки спроектований конвеєр призначений для транспортування дрібно кускового вантажу (картоплі), то застосовуємо три роликові жолобчасті опори з кутом нахилу до горизонту бічних роликів 30°.

Визначаємо ширину стрічки за формулою при заданих вихідних даних до розрахунку

$$B = 1{,}1\left(\sqrt{\frac{Q_P}{K_П \cdot K_\beta \cdot \vartheta \cdot \rho}} + 0{,}05\right) = 1{,}1\left(\sqrt{\frac{29{,}2}{21{,}3 \cdot 0{,}95 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}7}} + 0{,}05\right) = 1{,}05\text{м}, \quad (2.4)$$

де $K_П$ – коефіцієнт продуктивності конвеєра;

K_β – коефіцієнт, що враховує зниження площі поперечного перерізу вантажу в залежності від кута нахилу траси конвеєра до горизонту.

По нормальному ряду вибираємо найближчу велику ширину стрічки, яка приймає таке значення

$B = 0{,}8$ м .

Перевіряємо обрану стрічку за умовою мінімальної ширини

$$B \geq (2{,}3 \ldots 3{,}2)a' = 2{,}3 \cdot 0{,}06 = 0{,}138 мм, \quad (2.5)$$

де *a'* – найбільший розмір картоплі.

2.6. Вибір типу стрічки

За характеристиками вантажу, умовами роботи конвеєра і технічними умовами заводів-виробників вибираємо вид і тип стрічки конвеєра. Попередньо для транспортування картоплі приймаємо стрічку ТК-200, з числом прокладок стрічки рівним 2.

Вибір роликових опор і відстані між ними приймається згідно діючих норм.

Приймаємо для вантажної гілки три роликові жолобчасті опори, а на холостій гілки – одно роликові опори згідно рекомендацій [4].

Крок розстановки роликів:

- вантажна гілка $l_{гр} = 1{,}3$ м згідно рекомендацій [4];
- холоста гілка $l_х = 2 \cdot l_{гр} = 2 \cdot 1{,}3 = 2{,}6$м;
- в зоні завантаження $l_х = 0{,}5 \cdot l_{гр} = 0{,}5 \cdot 1{,}3 = 0{,}65$ м.

Діаметр ролика, приймаємо рівним $D_р$= 108 мм згідно рекомендацій [4].

2.7. Визначення розподілених навантажень

Розподілене лінійне навантаження від стрічки визначається за наступною залежністю і визначаємо числове значення

$$q_л \cong (8 \div 10) \cdot g \cdot B = 10 \cdot 0{,}8 \cdot 9{,}8 = 74{,}48 \ (Н/м), \quad (2.6)$$

де $q_л$ – розподіл навантаження по стрічці; $g = 9{,}8 \ (м/с^2)$ – прискорення вільного падіння; $G_л = 10 \ (кг)$ – маса одного метра стрічки вибирається відповідно [6].

Маса стрічки серійного виробництва приведено в роботі [4**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Розподілене лінійне навантаження від транспортованого насипного вантажу (картоплі) визначається за наступною залежністю і приймає таке числове значення:

$$q_г = \frac{g \cdot Q_р}{3{,}6 \cdot V} = \frac{9{,}81 \cdot 29{,}2}{3{,}6 \cdot 2{,}5} = 31{,}8 \ (Н/м). \quad (2.7)$$

Розподілене навантаження від обертових частин роликових опор вантажної гілки визначається так і приймає таке числове значення

$$g_P^{/} = \frac{G_P^{/} \cdot g}{l_P^{/}} = \frac{25{,}4 \cdot 9{,}81}{1{,}3} = 192 Н/м. \quad (2.8)$$

Розподілене навантаження від обертових частин роликових опор холостої вітки визначається за формулою і приймає числове значення

$$g_P^{//} = \frac{G_P^{//} \cdot g}{l_P^{//}} = \frac{18{,}5 \cdot 9{,}81}{3} = \frac{70 Н}{м}. \quad (2.9)$$

2.8. Визначення загального опору руху стрічки конвеєра

Для наближеного розрахунку загальне зусилля опору усталеного руху стрічки, завантаженої рівномірним навантаженням по всій трасі конвеєра, визначається за такою залежністю і приймає таке значення

$$W = k_D \cdot L \cdot w\left(2q_л + q_{гр} + q_P\ + q_P\ \right) + \left(q_л + q_{гр}\right)H = 1{,}7 \cdot 10 \cdot 0{,}022(2 \cdot 74{,}48 + 31{,}8 + 192 + 70) + (74{,}48 + 31{,}8)1{,}94 = 371{,}8H, \quad (2.10)$$

де W – зусилля опору руху похилого конвеєра при усталеному русі стрічки; k_D – коефіцієнт врахування додаткового опору при вигині напрямної колії у вертикальній і горизонтальній площинах (вибирається в межах 2 ... 5); $L_г$ – горизонтальна проекція відстані між осями кінцевих барабанів конвеєра; $q_г$, $q_л$, $q_п$ – розподілені навантаження від маси, відповідно, вантажу, стрічки, підвісок; w – коефіцієнт опору руху стрічки на робочих підвісках.

2.9. Визначення потужності приводного електродвигуна конвеєра

Потужність електродвигуна для приводу конвеєра визначається за такою залежністю і приймає таке числове значення

$$N = \frac{k_З \cdot W \cdot V}{1000 \cdot \eta} = \frac{1{,}3 \cdot 371{,}8 \cdot 2{,}5}{1000 \cdot 0{,}85} = 1{,}42\ (кВт), \quad (2.11)$$

де $k_З = 1{,}15$ – коефіцієнт запасу і неврахованих втрат; $\eta = 0{,}85$ – загальний коефіцієнт корисної дії всіх механізмів.

З огляду на вид вантажу приймаємо електродвигун AIP80B4, потужністю 1,5 кВт; частота обертання n = 1500 об/хв..

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

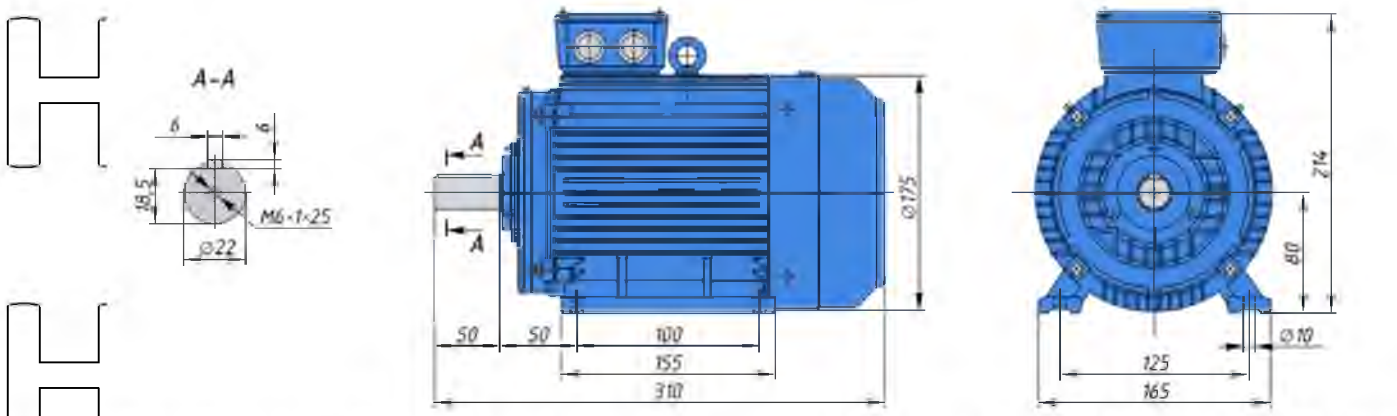


Рис. 1.2. Електродвигун AIP80B4

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕННЯ
Тип (марка)	АИР 80 В4
Потужність, Р	1,5 кВт
Напруга мережі U	220 / 380 В
Частота обертання, n	1400 об/хв
Номінальний струм, I	А 3,72
Коефіцієнт корисної дії ККД	78,5 %
Коефіцієнт потужності cosφ	0.78
Відношення моментів сили пускового до номінального, Мп/Мн	2,3
Відношення моментів сили максимального до номінального, Mmax/Мн	2,3
Відношення сил струму пусковий до номінального, Іп/Ін	6,0
Передній підшипник	6205-ZZ-C3
Задній підшипник	6204-ZZ-C3
Маса електродвигуна	16 кг

НУБіП України

2.10. Визначення діаметра барабана конвеєра

Зовнішній діаметр барабана визначається за призначенням барабана, натягом, шириною і типом тягового каркасу стрічки.

$$D = k_A \cdot k_Б \cdot l = 171 \cdot 1 \cdot 2 = 342 \text{ (мм)}, \quad (2.12)$$

НУБіП України

де $k_Б$ – коефіцієнт призначення барабана, для приводного барабана; $k_Б = 1$, для відхиляючого $k_Б = 0{,}8$; i – число прокладок тягового каркаса стрічки.

Приймаємо діаметр барабана по ГОСТ 22544-77 [7]

$$D_б = 400\ (мм).$$

Діаметр натяжного барабана приймає таке значення:

$$D = D_б \cdot k_Б \cdot i = 171 \cdot 0{,}8 \cdot 2 = 274\ (мм) \qquad (2.13)$$

Приймаємо діаметр натяжного барабана по ГОСТ 22544-77 $D_{нат} = 315\ (мм)$.

Перевірка приводного барабана за формулою:

$$p = \frac{360 \cdot S_{нб}}{\alpha \cdot \pi \cdot D_б \cdot B} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}} = \frac{360 \cdot 39961}{200 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8} \cdot \frac{e^{0{,}35 \cdot \pi}+1}{e^{0{,}35 \cdot \pi}} = 0{,}1\ (МПа), \qquad (2.14)$$

що менше допустимого значення 0,2 МПа.

Перевірка натяжного барабана:

$$p = \frac{360 \cdot S_{нб}}{\alpha \cdot \pi \cdot D_б \cdot B} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}} = \frac{360 \cdot 39961}{200 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}315 \cdot 0{,}8} \cdot \frac{e^{0{,}35 \cdot \pi}+1}{e^{0{,}35 \cdot \pi}} = 0{,}13\ (МПа), \qquad (2.15)$$

що менше допустимого значення 0,2 МПа.

Визначення розрахункового крутного моменту на валу приводного барабана

$$M_{кр} = k_З \cdot W \cdot \frac{D_б}{2} = 1{,}3 \cdot 371{,}8 \cdot \frac{0{,}4}{2} = 96{,}7\ (Н \cdot м) \qquad (2.16)$$

де $k_З = 1{,}1 \ldots 1{,}2$ – коефіцієнт запасу і неврахованих втрат.

Обчислений крутний момент є розрахунковою основою для вибору типорозміру редуктора і перевірки приводного барабана за чинним питомим тиском.

2.11. Тяговий розрахунок конвеєра.

Докладний тяговий розрахунок конвеєра при сталому русі стрічки виконується методом послідовного підсумовування всіх сил опору руху стрічки на всій

трасі конвеєра від точки збігання стрічки з приводного барабана до точки набігання стрічки на приводний барабан.

Для виконання тягового розрахунку контур всієї траси конвеєра по ходу руху стрічки поділяється на окремі ділянки (рис. 1.3) з вигляду опору: горизонтальні, похилі, повороти, завантаження і т.д. Нумерація точок і розрахунок починається з точки збігання стрічок з приводного барабана і триває по всьому контуру траси до кінцевої точки розрахунку. Для визначення дійсного натягу в кожній точці траси, при використанні фрикційного приводу, за основу беремо теорію фрикційних приводів традиційних стрічкових конвеєрів, і тяговий розрахунок проводимо аналогічно. Відмінність полягає у визначенні розподілених і зосереджених сил опору руху стрічки з підвісками по напрямних трубах.

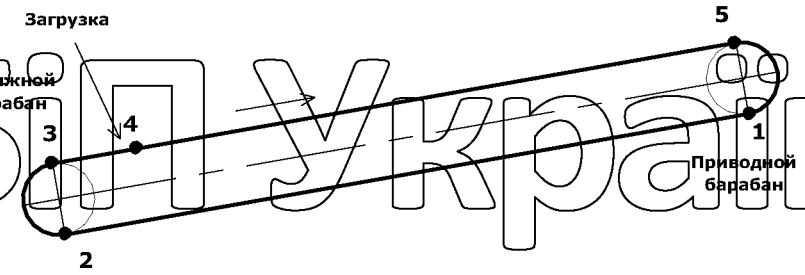


Рис. 1.3. Схема конвеєра для тягового розрахунку

Натягу стрічки на різних ділянках визначається залежностями:

$$Sc\delta = S_1;$$

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + (q_P + q_л)L_{1-2}\omega - q_л H =$$

$$S_1 + (74{,}48 + 70)0.022 \cdot 100 - 74{,}48 \cdot 19{,}4 = S_1 - 1195{,}86\text{Н}S_3$$

$$= (S_1 - 1195{,}86)K = 1{,}04S_1 - 1148H,$$

де $k = 1.04$- коефіцієнт огинання;

$$S_4 = 1{,}04S_1 - 1148 + W_{заг},$$

де $W_{заг}$- опір в місці завантаження конвеєра має вигляд:

$$W_{заг} = W_{зи} + W_{зб} + W_{зп},$$

де $W_з$ - загальний опір в місці завантаження, Н;

$W_{зи}$- опір від подолання сил інерції вантажу, Н;

$W_{зб}$- опір тертя вантажу об стінки направляючого лотка воронки, Н;

$W_{зп}$- опір тертя ущільнювачів смуг про стрічку, Н;

$W_{пу}$- опір підтримує пристрої в місці завантаження стрічки, Н.

$$W_{зи} = 0{,}1q_г(V^2 + V_0^2) = 0{,}1 \cdot 817{,}5 \cdot 2{,}5^2 = 510{,}94H,$$

де $q_г$- розподілене лінійне навантаження від вантажу, Н/м^2;

V - швидкість руху стрічки, м/с;

V_0- проекція швидкості руху частинок вантажу під час вступу його на стрічку з завантажувального пристрою, м/с (вважаємо що $V_0 = 0$).

$$W_{зб} = f_1 \cdot h_б^2 \cdot \rho_в \cdot l_л \cdot g = 0{,}8 \cdot 0{,}3^2 \cdot 1{,}6 \cdot 17658 \cdot 9.81 = 2034H,$$

де f_1- коефіцієнт зовнішнього тертя частинок вантажу об стінки бортів;

$h_б$- висота вантажу у бортах лотка, м ;

$\rho_в$- питома сила тяжіння насипного вантажу, Н/м^2;

$l_л$ - довжина лотка, м.

$$W_{зп} = \kappa_у \cdot l_{уп} = 40 \cdot 1{,}6 = 64H$$

де $\kappa_у$- питомий опір тертю, Н/м;

$l_{уп}$ – довжина ущільнюючих смуг, м. Загальний опір має вигляд

$$W_{заг} = 510{,}94 + 2034 + 64 = 2608{,}94H.$$

В результаті отримаємо зусилля і його числове значення:

$$S_4 = 1.04S_1 + 1460{,}94H;$$

$$S_5 = 1.04S_1 + 1460{,}94 + W_{4-5}, \qquad W_{4-5} = (q_P^{/} + q_л + q_{гр})\omega \cdot L_{4-5} + (q_л + q_{гр})H = (192 + 74{,}48 + 817{,}5)0.022 \cdot 100 +$$

$$+(74{,}48 + 817{,}5)19{,}4 = 19775{,}6H;$$

$S_5 = 1.04 \cdot S_1 + 21236{,}51H.$

З урахуваннями того, що натяг визначається залежністю

$S_5 = S_1 \cdot e^{\mu\alpha}$,($S_{нб} = e^{\mu\alpha} \cdot S_{сб}$), в результаті чого отримаємо:

$$3{,}52 \cdot S_1 = 1.04 \cdot S_1 + 31663{,}8.$$

Звідки $S_1 = 8563$Н і відповідно $S_2 = 7367{,}14$Н, $S_3 = 7757{,}52H$, $S_4 = 10366{,}16$Н, $S_5 = 30142{,}03H$.

Визначення максимального натягу стрічки з урахуванням динамічних пускових навантажень визначається залежністю

$$S_{пуск} = S_П + W_{гр}^{П} + W_X^{П} + \frac{a}{g}\left(2q_л + q_{гр} + q_Р^{/} + q_Р^{//}\right) + (1 + K_И)L,$$

де $S_П$ - пусковий натяг збігаючої гілки, що створюється натяжним пристроєм;

$$S_П = (S_2 + S_3)1.2 = (7367{,}14 + 7757{,}52)1{,}2 = 18149{,}6H$$

$W_{гр}^{П}$ - опір верхньої вантажної гілки, розраховане з урахуванням пускового коефіцієнту опору руху визначається залежністю;

$$W_{гр}^{П} = (W_{загр} + W_{4-5})1.2 = (2608{,}94 + 19775{,}6) \cdot 1.2 = 26861{,}45H$$

$W_X^{П}$ - опір нижньої холостої вітки, розраховане з урахуванням пускового коефіцієнта опору руху має вигляд;

$$W_X^{П} = W_{1-2} \cdot 1.2 = -1195{,}86 \cdot 1.2 = -1435H$$

а – прискорення стрічки при пуску конвеєра визначається залежністю

$$a = Б \cdot \vartheta \sqrt{\frac{\omega_П \cdot cos\,\beta + sin\,\beta}{\varepsilon \cdot L}} = 0{,}4 \cdot 2{,}5 \sqrt{\frac{0.022 \cdot 1{,}2 \cdot cos\,1\,1 + sin\,1\,1}{0{,}015 \cdot 10}} = 1{,}2м/с^2$$

де $\omega_П = K_{ПС} \cdot \omega$

Б – коефіцієнт, що враховує довжину конвеєра;

ε - відносне подовження.

де $K_{без}$ – коефіцієнт безпеки;

f – коефіцієнт зовнішнього тертя.

Оскільки $a < a_{max}$, то вантаж не прослизає по стрічці і визначається залежністю.

$$S_{пуск} = 18149,6 + 26861,45 - 1435 + \frac{0,76}{9,81}(2 \cdot 78,48 + 817,5 + 192 + 70) +$$

$$+(1 + 0,06)100 = 40809,3H.$$

Остаточна перевірка типорозміру стрічки визначається залежністю:

$$i = \frac{S_{пуск} \cdot n}{[\sigma] \cdot B} = \frac{40809,3 \cdot 8}{200 \cdot 800} = 2,04.$$

2.12. Визначення потужності приводу конвеєра

З огляду на вид вантажу приймаємо електродвигун AIP80B4, потужністю 1,5 кВт; частота обертання n = 1500 об/хв..

Передаточне число редуктора визначається залежністю

$$i_p = \frac{n_д}{n_б} = \frac{1500}{119,43} = 12,6.$$

Приймаємо редуктор Ц2У з передавальним числом і = 12,5 і номінальним крутним моментом 10 кНм; зубчасту муфту загального призначення типу М3 з номінальним крутним моментом 8000 Нм.

НУБіП України

РОЗДІЛ 3. ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ КАРТОПЛІ

3.1. Моделювання динаміки руху стрічкового конвеєра

Для підвищення продуктивності стрічкових конвеєрів необхідно збільшувати швидкість руху тягового органу та скорочувати тривалості пуску та гальмування. При цьому зростають робочі навантаження і зменшується точність виконання робочих операцій. Тому виникає потреба в підвищені вимоги до методів розрахунку стрічкових конвеєрів. Особливо це актуально, коли виникає потреба у захисті транспортує мого матеріалу від пошкоджень, яким є картопля, оскільки в пошкоджуваному вигляді вона погано зберігається.

При використанні статичних методів розрахунку збільшуються запаси міцності і, як наслідок, збільшується маса стрічкового конвеєра, а при зменшені запасу міцності стають недостатньо надійні конструкції стрічкових конвеєрів і термін їхньої служби значно зменшується. Тому при створеніі стрічкових конвеєрів необхідно використовувати динамічні методи розрахунку,Які забезпечують необхідну точність розрахунків.

При пуску та гальмуванні стрічкового конвеєра в елементах конструкції та приводного механізму виникають підвищені динамічні навантаження в тяговому органі (стрічці) та елементах приводного механізму. Для визначення характеру зміни та максимальних величин динамічних навантажень є потреба в проведенні динамічного аналізу режиму руху стрічкового конвеєра при транспортуванні картоплі. В стрічці конвеєра має місце нерівномірний рух, який викликаний коливанням картоплин в процесі руху. Наявність нерівномірного руху стрічки з картоплею приводить до виникнення додаткових динамічних навантажень в елементах конструкції та приводі стрічкового конвеєра. Динамічні навантаження зменшують надійність елементів конструкції стрічкового конвеєра і призводять до передчасного його руйнування. При цьому також збільшуються енергетичні витрати, які йдуть на руйнування конструкції стрічкового конвеєра. В результаті

чого зменшується ефективність роботи стрічкового конвеєра і погіршуються умови транспортування картоплі.

При динамічних розрахунках стрічкового конвеєра переходять від його реальної конструкції до динамічної моделі. В динамічній моделі стрічкового конвеєра нехтують характеристиками та елементами, які є несуттєвими для динамічного розрахунку . При цьому, як правило, використовують дискретні динамічні моделі конвеєра. При побудові таких моделей стрічкового конвеєра враховують зосереджені маси, пружність елементів, залежності рушійних та гальмівних сил електродвигунів від частоти обертання вала тощо. Динамічна модель стрічкового конвеєра повинна бути нескладною , щоб можна було проводити розрахунки в умовах реального проектування конвеєрів. Створена динамічна модель стрічкового конвеєра є базою для побудови його математичної моделі, яка представляється у вигляді математичних рівнянь.

3.2. Динамічна модель стрічкового конвеєра

При побудові динамічної моделі стрічкового конвеєра враховується основний керований рух, який визначається приводним механізмом та некеровані рухи, які виникають через наявність пружних властивостей окремих ланок. При побудові динамічної моделі будемо вважати, що всі елементи стрічкового конвеєра є абсолютно твердими ланками, окрім елементів приводу, які мають пружні властивості. Тоді динамічна модель стрічкового конвеєра має два ступені вільності і її можна представити у вигляді двомасової моделі. Обидві маси динамічної моделі стрічкового конвеєра зведемо до приводного барабану. Оскільки барабан здійснює обертальний рух, то і зведені маси також обертаються. Ці маси моделі з’єднані пружним елементом, жорсткість якого залежить від жорсткості елементів передавального механізму приводу. На одну з мас динамічної моделі діє рушійний момент приводного електродвигуна, зведений до осі повороту барабана, а на іншу масу діє зведений до осі того ж барабана момент сил опору

переміщенню стрічки з вантажем (картоплею). Зведений момент сил опору залежить від ваги картоплі на стрічці та зведеного коефіцієнту опору між стрічкою та опорними роликами конвеєра.

До першої зведеної маси динамічної моделі входять елементи ротора електродвигуна та передавального механізму, а до другої маси - приводний та натяжний барабани, стрічка та маса вантажу, що на ній знаходиться. Для прийнятої динамічної моделі стрічкового конвеєра треба визначити всі динамічні параметри, до яких входять: зведені моменти інерції першої та другої зведених мас; коефіцієнт жорсткості пружного елементу приводного механізму; залежність рушійного моменту електродвигуна від частоти його обертання ротора, а також залежність зведеного моменту сил опору стрічкового конвеєра.

Для дослідження динаміки руху стрічкового конвеєра дві масова динамічна модель зі зведеними до осі приводного барабану дискретними обертальними масами наведена на рис. 3.1.

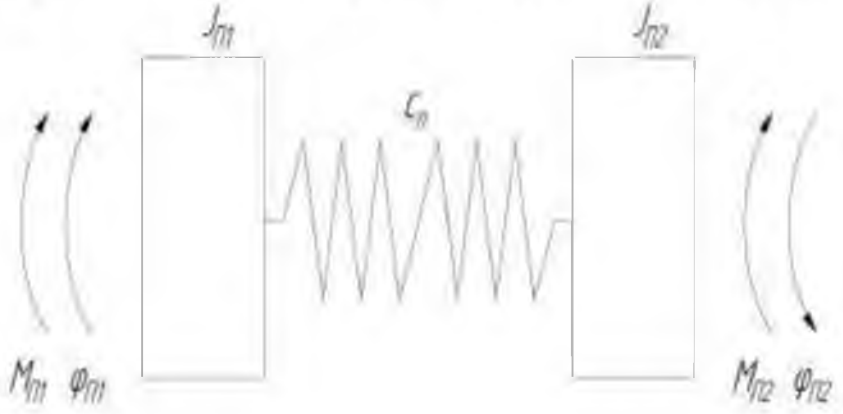


Рисунок 3.1 – Дискретна двомасова динамічна модель стрічкового конвеєра

В динамічній моделі стрічкового конвеєра використані наступні позначення: $J_{П1}$, $J_{П2}$ - зведені моменти інерції першої та другої зведених мас динамічної моделі стрічкового конвеєра; $C_п$ - зведений до осі приводного барабана ко-

ефіцієнт жорсткості пружного елементу, що імітує елементи передавального механізму приводу; $M_{П1}$, $M_{П2}$ - відповідно зведений до осі приводного барабана рушійний момент приводного електродвигуна першої зведеної маси та зведений момент сил опору другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра; $\varphi_{П1}$ - кутова координата повороту першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра; $\varphi_{П2}$ - кутова координата повороту другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра.

Перша зведена маса динамічної моделі стрічкового конвеєра відображає ротор електродвигуна та передавальний механізм приводу, а друга - приводний та натяжний барабани, стрічку з вантажем (картоплею).

Для визначення зведеного моменту інерції першої маси стрічкового конвеєра $J_{П1}$ прирівнюємо кінетичну енергію першої частини реального приводного механізму стрічкового конвеєра T_1 до кінетичної енергії першої зведеної маси динамічної моделі $T_{екв}$, в результаті чого будемо мати

$$T_I = T_{екв.}. \tag{3.1}$$

При визначені параметрів динамічної моделі використані такі значення конструктивних параметрів стрічкового конвеєра:

$D_1 = 0.591$ м – діаметр приводного барабана;

$m_1 = 8.5$кг – маса приводного барабана;

$D_2 = 0.591$м - діаметр натяжного барабана;

$m_2 = 8.5$ кг – маса натяжного барабана;

u = 3,3 – передаточне число приводного механізму.

Для знаходження моментів інерції $J_{п1}$ та $J_{п2}$ зведених мас динамічної моделі визначимо моменти інерції окремих ланок стрічкового конвеєра.

Визначимо момент інерції приводного барабана J_1, який представляється залежністю і приймає наступне числове значення

$$J_1 = \frac{1}{2}\frac{m_1 \cdot D_1^2}{4} = \frac{8.5 \cdot 0.591^2}{8} = 0.44 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Визначимо момент інерції натяжного барабана J_2, який представляється залежністю і приймає наступне чиелове значення

$$J_2 = \frac{1}{2}\frac{m_2 \cdot D_2^2}{4} = \frac{8.5 \cdot 0.591^2}{8} = 0.4\ 4\text{кг} \cdot \text{м}^2.$$

Знайдемо зведений момент інерції траннспортуємого вантажу

$$J_3 = m_в \cdot \frac{D_2^2}{4} = 28\frac{0.591^2}{4} = 2.44 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Зведені моменти інерції J_4 та J_5 , який визначаються залежністю і приймають наступне числове значення

$$J_4 = J_5 = m_4 \cdot \frac{D_4^2}{4} = 8.5\frac{0.46^2}{4} = 0.44 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де

$D_4 = D_5 = 0.46\text{м} -$ діаметри барабанів конвеєра;

$m_4 = m_5 = 8.5 -$ маси барабанів.

Зведений момент інерції робочої частини стрічкового конвеєра J_6

$$J_6 = (m_\text{в} + m_\text{с})\frac{D_4^2}{4} = (110 + 239.2)\frac{0.46^2}{4} = 18.47 \text{ кг.м}^2,$$

де

$m_\text{в} = 110\text{кг}$ – маса вантажу (картоплі), що транспортується стрічковим конвеєром;

$$m_c = 2 \cdot l_k \cdot \rho = 2 \cdot 20 \cdot 5.98 = 239.2 \text{ кг.}$$

Знайдемо величину зведеного до осі приводного барабану моменту інерції ротора електродвигуна та передавального механізму приводу $J_{\text{п1}}$

$$J_{\text{п1}} = (J_0 + J_1 + J_2)U^2 = (0.25 + 0.002 + 0.152) \cdot 3.3^2 = 4.6\text{кг} \cdot \text{м}^2,$$

де $U = 3.3 -$ передаточне числоприводного механізму.

Знайдемо величину, зведеного до осі приводного барабану стрічкового конвеєра, моменту інерції стрічки з вантажем $J_{\text{п2}}$

НУБіП України

$$J_{п2} = (J_4 + J_5 + J_6)U^2 = (0.44 + 0.44 + 18.47) \cdot 3.3^2 = 19.35 кг \cdot м^2.$$

Рушійний момент на валу приводного електродвигуна визначається за допомогою формули Клосса, яка представляється такою залежністю

$$M_{дв} = \frac{2M_{\max} \cdot U \cdot \eta}{\frac{S}{S_{кр.}} + \frac{S_{кр.}}{S}}, \quad (3.2)$$

де S , $S_{кр.}$ - поточне та критичне ковзання електродвигуна.

Максимальний момент на валу електродвигуна визначається наступною залежністю і приймає значення

$$M_{max} = \lambda \cdot M_н = 2.8 \cdot 273 = 764.4 Н * м.$$

Поточне значення ковзання електродвигуна визначається так

$$S = 1 - \frac{\vartheta_1 \cdot U}{\omega_н}. \quad (3.3)$$

Критичне значення ковзання електродвигуна має вигляд

$$S_{кр} = S_{ном} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}), \quad (3.4)$$

де λ =2.8 - кратність максимального моменту електродвигуна .

Номінальне значення ковзання визначається за наступною залежністю

$$S_н = 1 - \frac{\omega_н}{\omega_0} = 1 - \frac{146.5}{157} = 0.06. \quad (3.5)$$

Підставивши отримані числові значення в залежність (3.4), знайдемо критичне ковзання електродвигуна

$$S_{кр} = 0.06\left(2.8 + \sqrt{2.8^2 - 1}\right) = 0.32.$$

НУБіП України

Зведений момент сил опору переміщенню стрічкового конвеєра визначається так

$$M_{п2} = \frac{(F_{нб} - F_{зб})D^4}{2} = \frac{2202.5 \cdot 0.46^2}{2} = 506.6\ Н \cdot м. \quad (3.6)$$

Коефіцієнт жорсткості пружного елементу приводного механізму стрічкового конвеєра має таке значення

$$C = \frac{M_н}{\Delta\varphi}. \quad (3.7)$$

В результаті підстановки отриманих числових значень знаходимо допустиму деформацію пружного елементу приводу

$$\Delta\varphi = 1°;$$

$$\Delta\varphi = \frac{3.14 \cdot 1}{180} = 0.017 \text{ рад},$$

де $\Delta\varphi$ -допустима деформація пружного елементу приводу

Підставивши отримані числові значення в залежність (3.7), знаходимо коефіцієнт жорсткості приводу стрічкового конвеєра

$$C_п = \frac{273}{0{,}017} = 16060.8 \frac{Н \cdot м}{рад},$$

де $C_п$ - коефіцієнт жорсткості пружного елементу приводу стрічкового конвеєра.

3.3. Математична модель стрічкового конвеєра

Математична модель стрічкового конвеєра представляє собою систему диференціальних рівнянь, яку можна отримати на базі побудованої динамічної моделі. Динамічна модель відображає динамічні процеси роботи стрічкового конвеєра, тому на її основі складено математичну модель. Для цього використаємо принцип динамічної рівноваги , згідно з яким механічна система стрічкового конвеєра представляється у вигляді її моделі, що перебуває в стані динамічної рівноваги. У використаному принципі Даламбера розглядається динамічна рівновага кожної з мас динамічної моделі з прикладеними до них усіма силами.

НУБіП України

Тому розчленуємо зведені маси динамічної моделі стрічкового конвеєра на дві окремі маси з дією на них усіх активних сил, сил інерції зведених мас та сил реакції зв'язку між зведеними масами (рис.3.2).

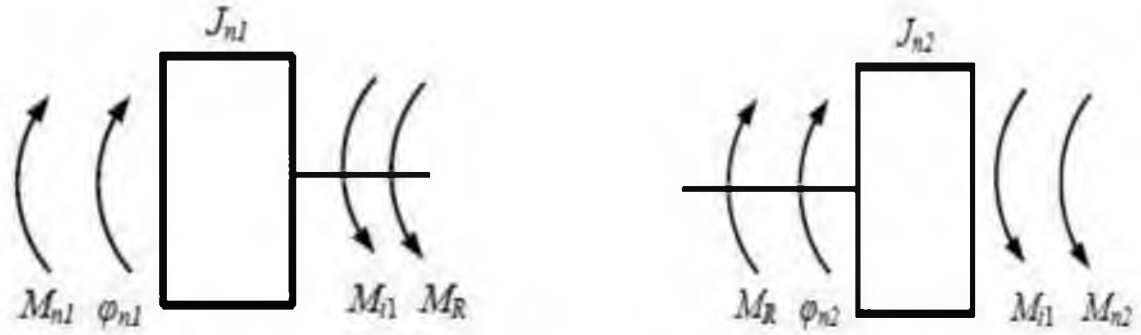


Рисунок 3.2 - Розчленовані зведені маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

У відповідності з принципом динамічної рівноваги кожної зі зведених мас стрічкового конвеєра з діючими зведеними силами отримаємо систему двох диференціальних рівнянь , які являють собою математичну модель динаміки руху стрічкового конвеєра:

$$\begin{aligned} J_{n1}\ddot{\varphi}_1 &= M_{n1} - c(\varphi_1 - \varphi_2); \\ J_{n2}\ddot{\varphi}_2 &= c(\varphi_1 - \varphi_2) - M_{n2}, \end{aligned} \tag{3.8}$$

де J_{n1}, J_{n2} - моменти інерції першої та другої зведених мас динамічної моделі стрічкового конвеєра. M_{n1}, M_{n2} – зведені моменти рушійних сил приводу та сил опору переміщенню стрічки динамічної моделі стрічкового конвеєра; c – зведений коефіцієнт жорсткості пружних елементів приводу; φ_1, φ_2- узагальнені координати першої та другої зведених мас динамічної моделі стрічкового конвеєра.

Отримана система рівнянь (3.8) являє собою систему двох нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, яка описує динамічні процеси руху стрічкового конвеєра. Нелінійність системи диференціальних рівнянь пов'язана з нелінійною рушійного моменту приводу стрічкового конвеєра (рис. 3,3).

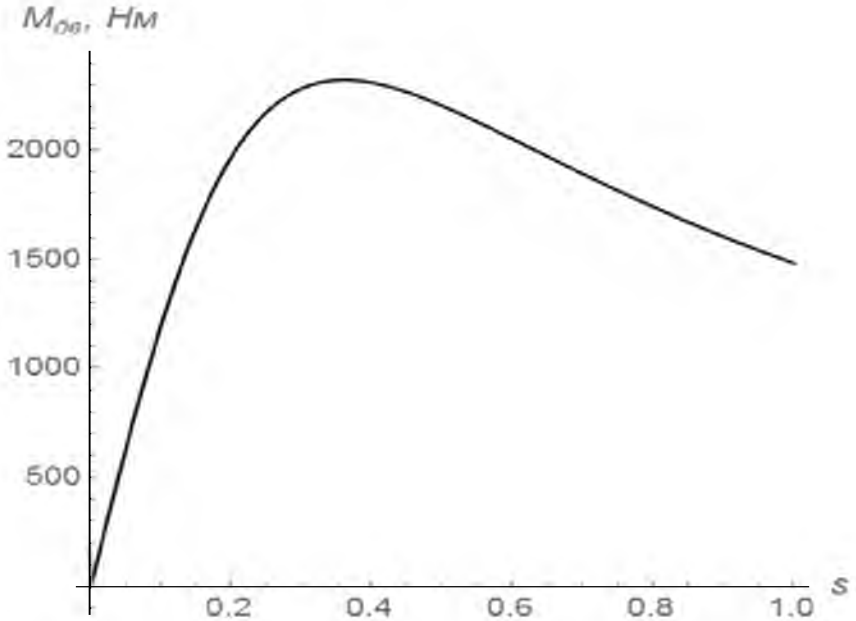


Рисунок 3.3 - Механічна характеристика приводу стрічкового конвеєра

Оскільки механічна характеристика приводу стрічкового конвеєра є нелінійною, то систему диференціальних рівнянь (3.8) не вдається проінтегрувати аналітично , тому використані чисельні методи ,які розроблені в програмному середовищі Wolfram Mathematica.

3.4. Динамічний аналіз стрічкового конвеєра

В представленій магістерській роботі проведені достатні розрахунки стрічкового конвеєра, які дали можливість розробити елементи конструкції, тягового органу та приводу. Для такого стрічкового конвеєра обрані параметри та характеристики, які необхідні для виконання динамічного аналізу при транспортуванні картоплі.

Після чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь руху стрічкового конвеєра (3.8) за допомогою комп'ютерної програми при розрахованих числових параметрах розробленого стрічкового конвеєра визначені кінематичні, силові та енергетичні характеристики конвеєра.

В результаті проведених розрахунків отримані графічні залежності кінематичних (рис.3.4 ... рис.3.7), силових (рис.3.8-3.9) та енергетичних (рис.3.10) характеристик приводу та тягового органу стрічкового конвеєра.

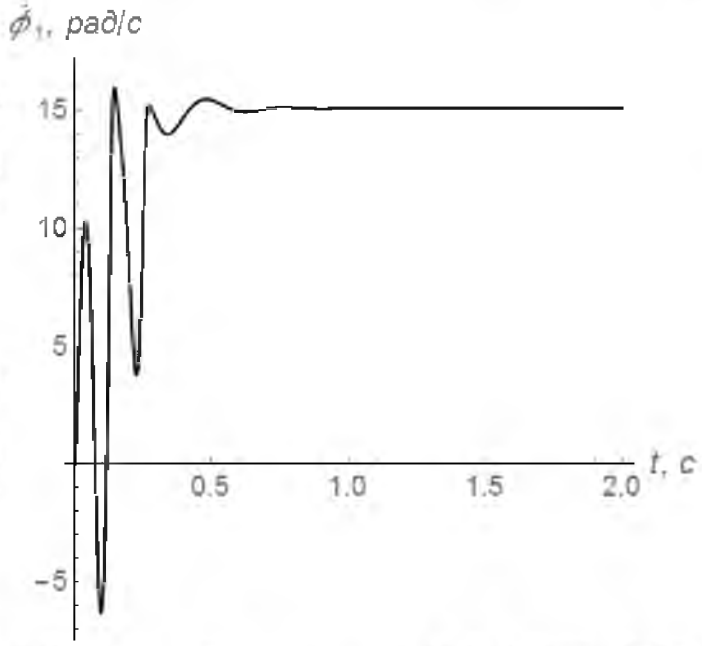


Рисунок 3.4 - Графік швидкості першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

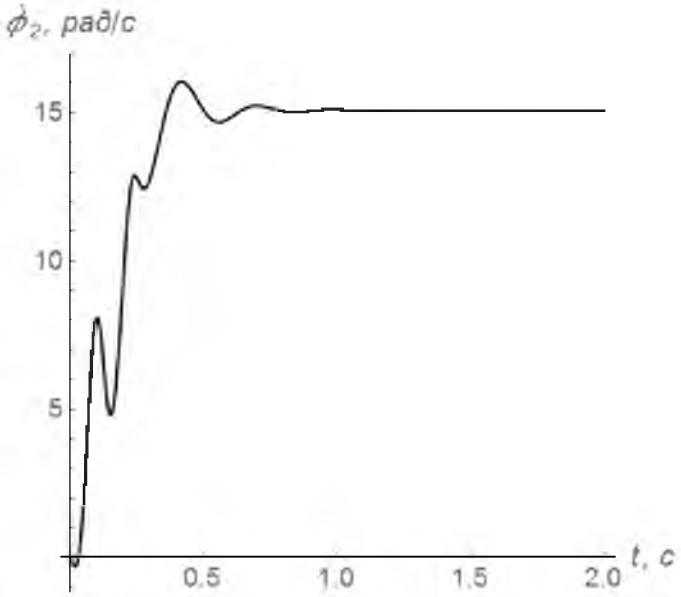


Рисунок 3.5 - Графік швидкості другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

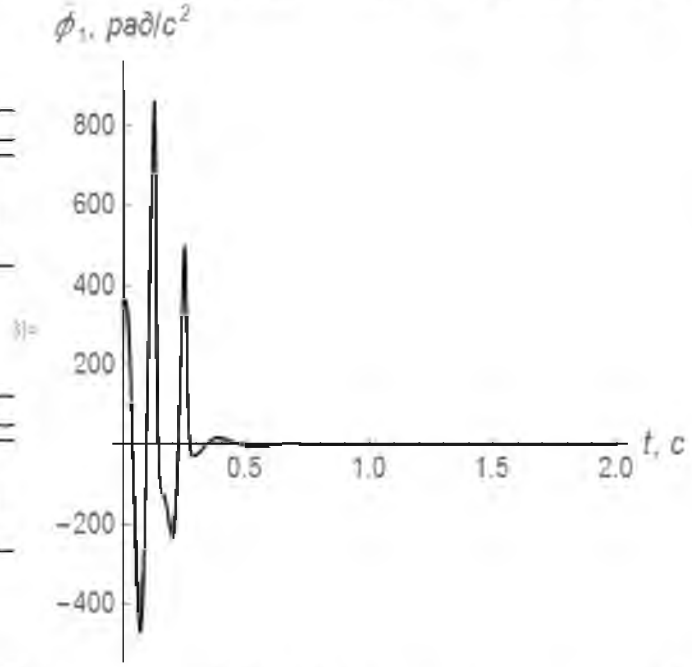


Рисунок 3.6 - Графік прискорення першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

НУБіП України

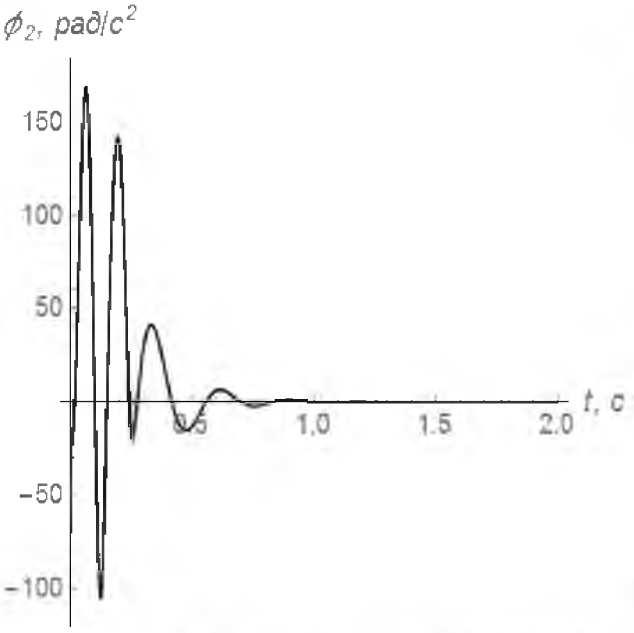


Рисунок 3.7 - Графік прискорення другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

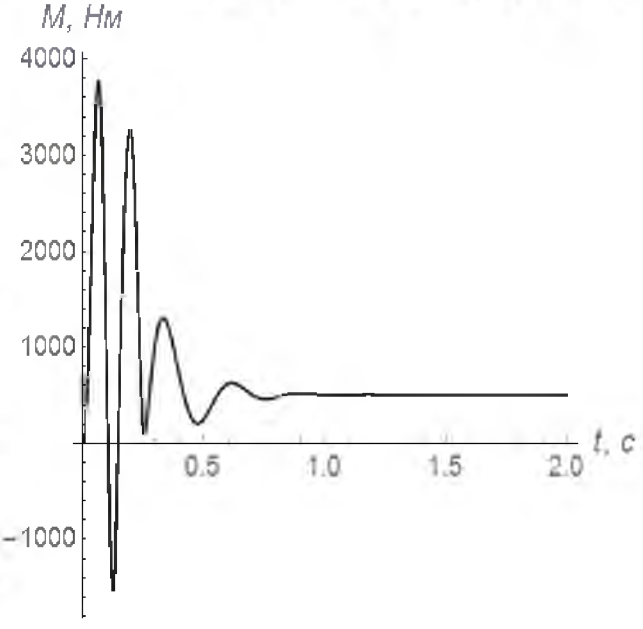


Рисунок 3.8 - Графік зміни пружного моменту приводу стрічкового конвеєра

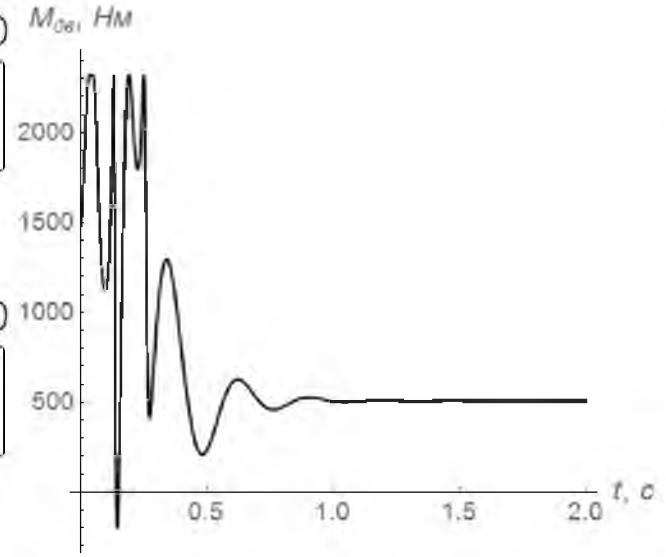


Рисунок 3.9 - Графік зміни рушійного моменту приводу стрічкового конвеєра

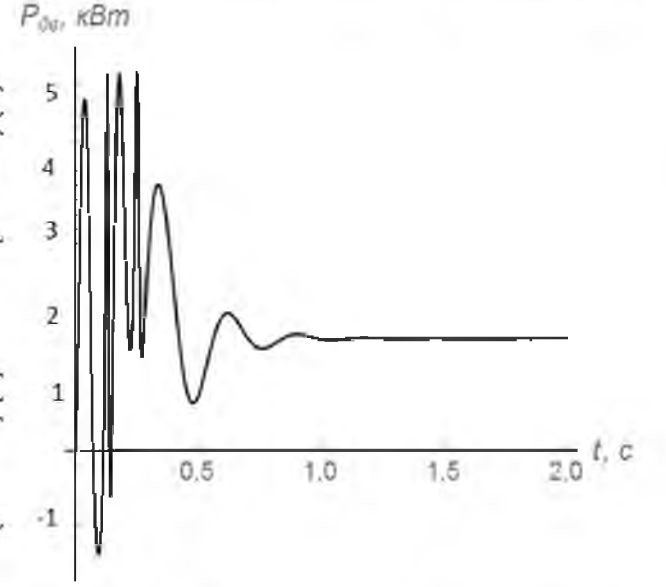


Рисунок 3.9 - Графік зміни потужності приводу стрічкового конвеєр

Аналіз отриманих залежностей кінематичних , силових та енергетичних характеристик стрічкового конвеєра показує, що при зміні усіх цих характеристик спостерігаються коливальні процеси на ділянці пуску. При цьому максимальне значення пружного моменту майже у 8 разів перевищує усталене значення (рис. 3.8). Максимальне значення рушійного моменту перевищує усталене значення майже в п’ять разів, а потужність в 2,7 разів. Таке значне перевищення максимальних значень над усталеними вказує на наявність значних динамічних навантажень в процесі пуску стрічкового конвеєра.

Для значного зменшення динамічних навантажень в процесі пуску виникає потреба в проведенні оптимізації режиму руху на цій ділянці.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ПУСКУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

4.1. Вибір критерію оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра

З динамічного аналізу режиму руху стрічкового конвеєра при транспортуванні картоплі встановлено, що в приводному механізмі та тяговому органі (стрічці) виникають значні коливання кінематичних, силових та енергетичних характеристик. Амплітуда цих коливань є досить значною. Тут максимальні значення динамічних та енергетичних характеристик в декілька разів перевищують усталені значення. Враховуючи наведене, виникає потреба в значному зменшені динамічних та енергетичних навантажень в приводному механізмі та тяговому органі стрічкового конвеєра. Ці навантаження приводять до передчасного руйнування елементів приводного механізму та тягового органу стрічкового конвеєра при транспортуванні картоплі.

Досягти зменшення динамічних навантажень в елементах стрічкового конвеєра можна шляхом вибору режиму руху приводного механізму. Для зменшення динамічних навантажень і усунення коливань в елементах приводу та тягового органу стрічкового конвеєра запропоновано оптимізувати режим руху приводного механізму на ділянці пуску, де виникають найбільші навантаження та коливання ланок зі значною амплітудою. Наявність коливань приводить до виникнення значних динамічних навантажень в елементах конструкції та приводу стрічкового конвеєра. Змінні і динамічні навантаження досить негативно впливають на втомне руйнування елементів приводу та тягового органу стрічкового конвеєра, що знижує надійність його роботи.

Для оптимізації режиму пуску приводу стрічкового конвеєра треба обрати критерій оптимізації. Оскільки виникають значні динамічних навантажень в елементах конструкції стрічкового конвеєра, то критерій повинен відображати ці навантаження. Ці навантаження повинні відображатись протягом всього процесу пуску стрічкового конвеєра, тому за критерій оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра виберемо пружний момент приводного механізму протягом усієї

ділянки пуску. Оскільки при оптимізації здійснюється порівняння режимів руху, то критерій повинен виражатись конкретним числом. Більше того, він повинен виражатись у вигляді інтегралу за часом протягом всієї тривалості процесу пуску.

Враховуючи наведене, за критерій оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра візьмемо середньоквадратичне значення пружного моменту в приводі стрічкового конвеєра протягом процесу пуску, який має вигляд

$$M_{pc} = \left(\frac{1}{t_1}\int_0^{t_1} M_p^2\, dt\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad (4.1)$$

де t, t_1 – координата часу та тривалість у пуску стрічкового конвеєра; M_p – момент сили в пружному елементі приводу стрічкового конвеєра. Оскільки критерій відображає динамічні навантаження, які є небажаними для стрічкового конвеєра, то він в процесі оптимізації режиму пуску повинен бути найменшим.

4.2. Методика оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра

Для оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра побудуємо критерій оптимізації, який підлягає мінімізації за час пуску стрічкового конвеєра. У вираз цього критерію повинен входити момент сили в пружному елементі приводу стрічкового конвеєра, тому знайдемо його. Для цього скористаємось наступною залежністю

$$M_p = c(\varphi_1 - \varphi_2), \qquad (4.2)$$

де c – коефіцієнт жорсткості пружного елементу приводу стрічкового конвеєра; φ_1, φ_2 – кутові координати першої та другої зведених мас динамічної моделі стрічкового конвеєра.

З другого рівняння системи рівнянь (3.8) знаходимо

$$M_p = c(\varphi_1 - \varphi_2) = J_{p2}\ddot{\varphi}_2 + M_{p2}, \qquad (4.3)$$

де J_{p2} - момент інерції другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра при транспортуванні картоплі; M_{p2} - зведений момент сил опору при переміщенні стрічки з картоплею.

Знайдемо підінтегральний вираз критерію (4.1) з урахуванням залежності (4.3), після чого отримаємо

$$f=(J_{p2}\ddot{\varphi}_2 + M_{p2})^2. \quad (4.4)$$

Умовою мінімуму критерію (4.1) з урахуванням виразу (4.4) є рівняння Пуассона, які мають вигляд

$$\frac{\partial f}{\partial \varphi_2} - \frac{d}{dt}\cdot\frac{\partial f}{\partial \dot{\varphi}_2} + \frac{d^2}{dt^2}\cdot\frac{\partial f}{\partial \ddot{\varphi}_2} + \frac{d^3}{dt^3}\cdot\frac{\partial f}{\partial \dddot{\varphi}_2} + \frac{d^4}{dt^4}\cdot\frac{\partial f}{\partial \varphi_2^{IV}} = 0.$$

В результаті підстановки в рівняння Пуассона виразу (4.4) отримаємо умову мінімуму критерію (4.1), який відображає динамічні процеси в приводі стрічкового конвеєра. Ця умова має вигляд

$$2J_{p2}^2\dddot{\varphi}_2 = 0. \quad (4.5)$$

Умова (4.5) справедливе тільки тоді, коли $\dddot{\varphi}_2 = 0$, оскільки інші складові не можуть дорівнювати нулю. В результаті послідовного інтегрування рівняння (4.5) отримаємо залежності координати другої зведеної маси динамічної моделі та її похідні за часом:

$$\begin{aligned}
\dddot{\varphi}_2 &= C_1;\\
\ddot{\varphi}_2 &= C_1 t + C_2;\\
\dot{\varphi}_2 &= \frac{C_1 t^2}{2} + C_2 t + C_3;\\
\varphi_2 &= \frac{C_1 t^3}{6} + \frac{C_2 t^2}{2} + C_3 t + C_4.
\end{aligned} \quad (4.6)$$

Тут C_1, C_2, C_3, C_4 - постійні, що знаходяться з крайових умов руху стрічкового конвеєра:

$$t=0:\ \varphi_2=0;\ \dot{\varphi}_2=0;\ \ t=t_1:\ \ \dot{\varphi}_2=\omega;\ \ \ddot{\varphi}_2=0. \quad (4.7)$$

В (4.7) ω – усталена кутова швидкість приводного барабана стрічкового конвеєра.

З крайових умов (4.7) для виразів (4.6) знайдемо постійні інтегрування, які мають вигляд:

$$C_1=-\frac{2\omega}{t_1^2};\ C_2=\frac{2\omega}{t_1};\ C_3=0;\ \ C_4=0. \quad (4.8)$$

В результаті підстановки виразів (4.8) в рівняння (4.6) знайдемо характеристики оптимального динамічного режиму пуску стрічкового конвеєра, які забезпечують бажану зміну пружного моменту в приводі стрічкового конвеєра. При якому відсутні коливання та динамічні навантаження в приводі та тяговому органі стрічкового конвеєра.

З другого рівняння системи (3.8) виразимо координату першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра, що відображає привод

$$\varphi_1=\varphi_2+\frac{J_2}{c}\ddot{\varphi}_2+\frac{M_{p2}}{c}. \quad (4.9)$$

Двічі продиференціювавши за часом вираз (4.9), знайдемо швидкість та прискорення обертання першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра:

$$\dot{\varphi}_1=\dot{\varphi}_2+\frac{J_{p2}}{c}\dddot{\varphi}_2+\frac{M_{p2}}{c}; \quad (4.10)$$

$$\ddot{\varphi}_1=\ddot{\varphi}_2+\frac{J_{p2}}{c}. \quad (4.11)$$

Тепер можемо визначити пружний момент в приводному механізмі та рушійний момент приводу стрічкового конвеєра, які мають вигляд:

$$M_g = J_{p2}\ddot{\varphi}_2 + M_{p2}; \quad (4.12)$$

$$M_d = J_{p1}\ddot{\varphi}_1 + J_{p2}\ddot{\varphi}_2 + M_{p2}, \quad (4.13)$$

Тут J_{p1}, J_{p2} – моменти інерції першої та другої зведених мас динамічної моделі стрічкового конвеєра, які відображають привод і тяговий орган з картоплею стрічкового конвеєра; M_{p2} – зведений до приводного барабана момент сил опору стрічки з вантажем; ω - кутова швидкість усталеного руху приводного барабана стрічкового конвеєра; t_1- тривалість пуску приводу стрічкового конвеєра.

Виразимо потужності на приводному барабані стрічкового конвеєра

$$P_d = M_d\dot{\varphi}_1$$

4.3. Результати оптимізації режиму пуску стрічкового конвеєра

В результаті проведених розрахунків математичної моделі стрічкового конвеєра при оптимальному режимі руху побудовані графічні залежності кінематичних, силових та енергетичних характеристик процесу пуску, які представлені на рис. 4.1,…, рис. 4.8.

Рисунок 4.1- Графік кутової швидкості першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

НУБіП України

Рисунок 4.2- Графік кутової швидкості другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

НУБіП України

Рисунок 4.3- Графік прискорення першої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

НУБіП України
НУБіП України

НУБіП України

Рисунок 4.4- Графік прискорення другої зведеної маси динамічної моделі стрічкового конвеєра

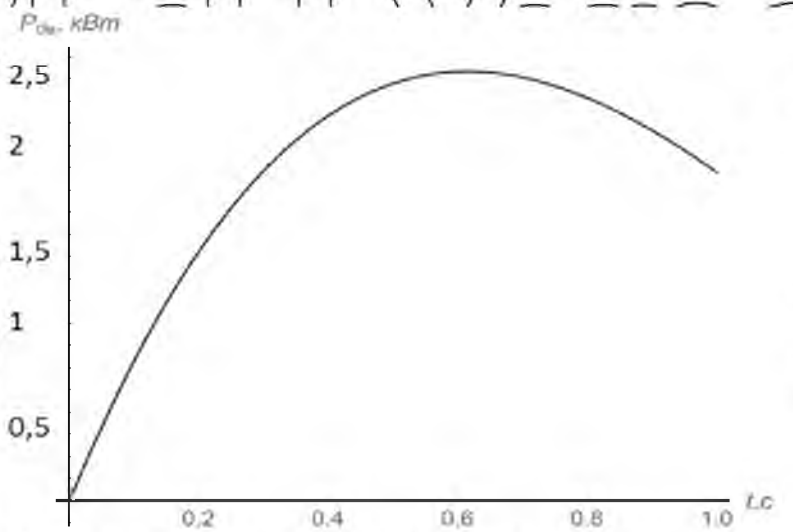


Рисунок 4.5 – Графік зміни потужності приводу стрічкового конвеєра

З наведених графічних залежностей кінематичних, силових та енергетичних характеристик оптимального динамічного режиму пуску видно, що при цьому режимі відсутні коливання ланок стрічкового конвеєра. Це приводить до мінімізації динамічних навантажень елементів стрічкового конвеєра.

НУБіП України

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Стрічковий конвеєр є безперервно рухомою конвеєрною стрічкою, що транспортує різні вантажі як у тарі, так і навалом (головним чином сипучі вантажі).

Стрічковий конвеєр може мати довжину від 1 - 2 м (наприклад, для подачі легких деталей до верстата) і до 1 км і більше, продуктивність від кількох м3/год до кількох тис. м3/год, ширину стрічки від 0,4 до 1, 8 м швидкість руху стрічки від 0,5 до 5 м/с.

При роботі стрічкових конвеєрів необхідно забезпечувати нормальну роботу конвеєрної стрічки без збігання її з барабанів і роликів, без зачеплення про опорні конструкції і без пробуксовки на барабанах.

Робота стрічкових транспортерів повинна бути спланована так, щоб виключалися їх завали матеріалом, що транспортується при пуску, зупинці або в аварійній ситуації.

Швидкість руху конвеєрної стрічки при ручному розбиранні вантажу повинна бути не більше:

0,5 м/с - при масі вантажу, що обробляється, до 5 кг;

0,3 м/с – при масі найбільшого вантажу, що перевищує 5 кг.

Електричний привод стрічкового конвеєра повинен забезпечувати плавний пуск конвеєра при повному навантаженні. Електроустаткування конвеєрів повинно мати виконання, що відповідає умовам експлуатації.

Блок управління повинен забезпечувати рівномірне розподілення навантаження між приводними барабанами стрічкового конвеєра.

Електроустаткування (електродвигуни, електрична апаратура, прилади, ланцюги керування тощо) повинні відповідати чинним правилам та нормам.

Стан електрообладнання, ізоляції, заземлюючих пристроїв, захисту від витоку струмів стрічкових конвеєрів необхідно регулярно перевіряти, т.к. пошкодження електропроводки, пускових та заземлювальних пристроїв може призвести до ураження електричним струмом.

Температура вантажів, що транспортуються стрічковими конвеєрами, зазвичай відповідає температурі навколишнього середовища і становить від -10 до 30 град. З окремих випадках від -50 до 200 град. З.

Стрічкові конвеєри встановлюються на відкритому повітрі на естакадах та відкритих майданчиках, у тунелях, галереях (опалюваних та неопалюваних), у будинках. Температура навколишнього повітря під час експлуатації конвеєрів коливається, як правило, в діапазоні від -50 до 45 град. З.

Стрічкові конвеєри зазвичай оснащуються жорсткими трироликовими опорами, скребками або щітковими пристроями для очищення конвеєрної стрічки з обох боків, мають приводні, кінцеві та барабани, що відхиляють. Як завантажувальні пристрої застосовуються лотки, воронки, спуски, бункери з затворами, живильники.

У завантажувальній частині конвеєра, як правило, влаштовуються борти із ущільнювачами.

При транспортуванні великогабаритного вантажу конвеєри можуть бути оснащені в їхній завантажувальній частині підамортизованими роликоопорами.

Для запобігання падінню вантажів із стрічкових транспортерів кути нахилу їх не повинні перевищувати зазначених у пп. 2.2.3 - 2.2.6 цих Правил, а для обмеження усунення конвеєрної стрічки у бік встановлюються бічні ролики, що піднімають краї стрічки. Натяжний пристрій стрічки, що встановлюється на веденому барабані, повинен мати огорожу.

Стрічкові конвеєри оснащуються допоміжним обладнанням, що забезпечує їх експлуатацію в заданому режимі та створює умови для нормальної та надійної роботи всіх механізмів: завантажувальних пристроїв, центруючих та очисних пристроїв, засобів контролю пробуксовки, цілісності та обриву стрічки, пристроїв для збирання просипу та пилоподавлення, апарат , сигналізації та ін.

Усі стрічкові конвеєри та конвеєрні лінії повинні бути оснащені пристроями захисту та блокувань: датчиками сходження стрічки, звуковими сигнальними пристроями, апаратами контролю пробуксовки, датчиками рівня завантаження та ін.

НУБіП України

Кабель-тросові вимикачі повинні розміщуватись на ставі конвеєра з боку проходу.

Стрічкові конвеєри повинні мати пристрої для видалення з поверхні нижньої гілки вантажів, що прокидалися або впали.

Стрічкові конвеєри повинні бути обладнані пристроями, що виключають падіння з них матеріалу, що транспортується.

Холоста гілка стрічки повинна бути обладнана пристроєм для автоматичного очищення конвеєрної стрічки від суміші, що налипла.

На стрічкових конвеєрах довжиною понад 15 м для запобігання бічних зсувів конвеєрної стрічки повинні бути встановлені напрямні та центрувальні пристрої.

Стрічкові конвеєри, призначені для експлуатації на відкритих майданчиках, повинні бути обладнані захисними засобами, що запобігають можливості скидання вітром конвеєрної стрічки або вантажу, що транспортується.

Ця вимога не поширюється на ділянки траси конвеєрів з пересувними навантажувальними та розвантажувальними пристроями.

При необхідності стрічкові конвеєри обладнуються зупинками, що запобігають мимовільному руху конвеєрної стрічки при відключенні приводу.

Привідні барабани стрічкових конвеєрів можуть облицьовуватися футеровкою (наприклад, з гуми) або оснащуватися притискними механізмами.

Натяжні пристрої забезпечують виключення пробуксовування конвеєрної стрічки і заданий їй натяг у період пуску, руху, що встановився, і при відключенні приводу стрічкового конвеєра.

Не допускається буксування конвеєрної стрічки на барабані. У разі виникнення буксування має бути ліквідовано способами, передбаченими конструкцією стрічкового конвеєра (збільшенням натягу стрічки, збільшенням тиску притискного ролика тощо).

НУБіП України

Стрічкові конвеєри можуть оснащуватися роликоопорами із змінною геометрією установки в плані і по вертикалі, що забезпечують центрування конвеєрної стрічки як на робочій, так і на холостий гілках у разі її усунення поздовжньої осі конвеєра.

При необхідності стрічковий конвеєр може бути оснащений роликоопорами з гвинтовою поверхнею, що сприяє центруванню конвеєрної стрічки.

Стрічкові конвеєри можуть бути оснащені центруючими роликоопорами або механізмами з приводом і датчиками зміщення, що забезпечують автоматичне регулювання положення центруючих роликоопор і конвеєрної стрічки в заданому режимі.

Стрічкові конвеєри з криволінійними в плані ставами оснащуються роликоопорами, похило встановленими у вертикальній площині для виключення зміщення та відриву конвеєрної стрічки від лінійних роликоопор.

2.3.25. Несправні ролики замінюються на нові, ролики повинні обертатися легко і не створювати шуму.

Кріплення осей роликів повинно виключати можливість їх випадання та вертикального переміщення під час руху конвеєрної стрічки.

При обертанні роликів не повинно відбуватися нагрівання деталей, що стикаються.

Стрічкові конвеєри, що транспортують сипучі матеріали, повинні бути оснащені пристроями для очищення конвеєрної стрічки скребкового або щіткового типу.

При транспортуванні матеріалів, що сильно налипають, стрічкові конвеєри на холостій гілки рекомендується обладнати дисковими або спіральними роликоопорами.

Стрічкові конвеєри для транспортування матеріалів, що виділяють шкідливі речовини (пил, гази тощо), повинні обладнуватися укриттями, приєднаними до витяжної вентиляційної системи.

НУБіП України

При застосуванні стрічкових конвеєрів у шламовому господарстві для видалення налипання можуть застосовуватися очищувачі конвеєрної стрічки з гідрозмивом, що забезпечує очищення конвеєрної стрічки та видалення зчищеного матеріалу в пульпі.

Накопичувальний пристрій стрічкового конвеєра, що переміщає сипучі вантажі, є бункер.

Накопичення штучних вантажів ускладнене вимогою збереження їх становища у просторі, та його накопичення зі сходу з стрічкового конвеєра може бути здійснено у спеціальному накопичувальному пристрої як кільцевого накопичувального столу з огородженнями. Такі накопичувальні пристрої можуть бути багатоярусними і є складом або його секцією.

Конструкція завантажувальних пристроїв повинна унеможливлювати заклинювання та зависання в них вантажів, випадання вантажів або їх прокидання, а також перевантаження конвеєра.

Зони подачі на стрічковий конвеєр сипучих пилу через отвори завантажувальних пристроїв, зони вивантаження сипких пилу матеріалів, як правило, повинні бути укриті і приєднані до витяжної вентиляційної системи із забезпеченням швидкості потоку повітря у відкритих отворах укриття не менше 3 м/с.

Завантажувальні отвори лотків для сипучих матеріалів приймаються шириною 0,6 – 0,7 ширини конвеєрної стрічки, а нахил стінок лотків стрічкового конвеєра – на 10 – 15 град. більше кута природного укосу матеріалу, що транспортується.

Хід пересувних вантажно-розвантажувальних пристроїв стрічкового конвеєра обмежується кінцевими вимикачами та упорами.

Розвантаження стрічкових конвеєрів, що транспортують сипучі вантажі, може здійснюватися за допомогою плужкових скидачів, що є щитом, що встановлюється над конвеєрною стрічкою під кутом до напрямку руху вантажу. Вантаж, рухаючись уздовж щита, скидається зі стрічки на одну або на обидві сто-

НУБіП України

роди. Розвантаження стрічкових конвеєрів може проводитися за допомогою розвантажувальних візків, що пересуваються по рейках вздовж конвеєра та встановлюються у місці розвантаження.

У цьому випадку змонтовані на візку два барабани огинаються стрічкою і вантаж, піднімаючись стрічкою до верхнього барабана візка, скидається в лоток, що відводить його вбік від конвеєра.

При завантаженні вручну приймальна частина завантажувального пристрою виконується таким чином, щоб горизонтальне (або з невеликим ухилом) переміщення вантажу у бік завантаження. У цьому слід виключати, зазвичай, підйом вантажу працівниками з підлоги чи з іншого транспортного засобу.

Конструкція та розміщення стрічкових конвеєрів повинні забезпечувати при транспортуванні штучних вантажів на похилій ділянці траси їх нерухоме щодо несучого органу положення, прийняте під час завантаження.

При подачі вантажу пристроями, що скидають у бункери, розташовані безпосередньо під стрічковим конвеєром, люки бункерів повинні бути огороджені стандартними поручнями і підлоговими бордюрами або закриті гратами з розміром осередків, що пропускають тільки вантаж.

Стрічкові конвеєри, що транспортують вантажі, які можуть налипати, оснащуються нерухомими скребками або щітками, що обертаються, для видалення налиплого вантажу. Зазначені пристрої повинні виключати необхідність ручного очищення, неприпустимої при конвеєрній стрічці, що рухається.

При транспортуванні вологих вантажів конвеєрну стрічку необхідно очищати в кінці кожної зміни, для цієї мети на нижній стороні переднього шківа стрічкового конвеєра встановлюється пристрій зі щітками з механічним приводом, що унеможливлює затискання рук працівника при ручному очищенні.

Для зняття з стрічкового конвеєра статичної електрики може бути встановлений статичний струмознімач в районі частини конвеєрної стрічки, що збігає, у приводного шківа або натяжного ролика.

НУБіП України

У місцях завантаження стрічкових конвеєрів, що транспортують шматкові вантажі, передбачаються відбійні щитки, що унеможливлюють падіння шматків вантажу з конвеєрної стрічки.

Кінцеві ділянки стрічкового конвеєра (привід, натяжні пристрої), пристрої для очищення конвеєрної стрічки повинні бути огороджені з можливістю швидкого зняття цих огорож. Огородження повинні мати блокування з приводом конвеєра. Огородження, у яких необхідний огляд вузлів без зняття огорожі, виготовляються сітчастими.

Стрічковий конвеєр повинен бути обладнаний пристроями механічного очищення конвеєрної стрічки і барабанів від налиплого на них транспортованого матеріалу, що запобігають попаданню матеріалу, що транспортується між стрічкою і барабанами, між стрічкою і роликами.

Пристрій автоматичного натягу повинен підтримувати мінімальний натяг конвеєрної стрічки, необхідний для надійної роботи приводу за всіх режимів роботи, включаючи пуск. У пересувних стрічкових конвеєрах допускається неавтоматичне натяг стрічки з контролем величини натягу.

Очищення барабанів і конвеєрних стрічок від вантажу, що налипнув, під час роботи стрічкових конвеєрів повинно проводитися автоматично. Ручне очищення допускається проводити після зупинки конвеєра.

У конструкції стрічкового конвеєра не повинно бути горючих конструкційних матеріалів.

При застосуванні гідроприводу у механічних вузлах конвеєра необхідно використовувати негорючі рідини.

У конструкції стрічкового конвеєра може бути передбачена можливість регулювання положення приводного барабана, а обичайка барабана може бути виконана з елементами, що центрують стрічку.

Стрічкові конвеєри великої довжини обладнуються датчиками контролю сходу конвеєрної стрічки для відключення приводу конвеєра при неприпустимому її зміщенні або подачі сигналу керуючого для включення в роботу центруючого пристрою стрічки.

Усі стрічкові конвеєри незалежно від їх параметрів та кута нахилу повинні оснащуватися гальмівними пристроями, а встановлювані з кутом нахилу понад 6 град. повинні мати, крім гальмівних пристроїв, та зупинки.

Стрічкові конвеєри повинні бути обладнані вимірювальними, сигнальними пристроями та блокуваннями відповідно до вимог відповідних правил і норм, що пред'являються до транспортних засобів безперервної дії, а працюючим у пожежо- та вибухонебезпечних умовах, що забезпечують, крім того, автоматичну зупинку приводу при аварійній ситуації, задану швидкість руху стрічки без пробуксовування та сходу її, контроль з блокуванням і сигналізацією температури нагрівання вище допустимої приводних, натяжних та оборотних барабанів, корпусів підшипників і т.д.

Привідні, натяжні, барабани, що відхиляють, натяжні пристрої стрічкових конвеєрів закриваються огорожами, що виключають доступ до них.

Набігаючі на приводні, натяжні, відхиляючі барабани ділянки конвеєрної стрічки на відстані не менше 2,5 м від лінії торкання стрічки з барабаном повинні закриватися зверху і з обох боків огородженнями, що виключають доступ до цих порожнин при ручному прибиранні просипу.

Опорні ролики стрічкового конвеєра робочої та холостої гілок конвеєрної стрічки в зоні робочих місць, ремінні та інші передачі, шківи, муфти та інші частини конвеєра, що рухаються, на висоті до 2,5 м від підлоги, до яких можливий доступ працівників, повинні бути огороджені.

Огородження натяжної станції, розташованої в головній частині стрічкового конвеєра, має бути двостороннім по всій довжині.

На стрічкові конвеєри встановлюються конвеєрні стрічки, що відповідають умовам експлуатації за продуктивністю, розтягуючим навантаженням і відносному подовженню в період пуску і руху, виду, крупності і температурі транспортованого вантажу, кліматичним умовам, діючим динамічним навантаженням, особливо в місцях завантаження.

Якість конвеєрних стрічок має відповідати вимогам відповідних державних стандартів, технічних умов виробника.

НУБіП України

Конвеєрні стрічки повинні мати сертифікат відповідності.

На поверхні конвеєрної стрічки повинно бути складок, тріщин, раковин, механічних ушкоджень.

Граничне відхилення борту конвеєрної стрічки від прямої лінії на довжині 20 м не повинно перевищувати 5% ширини стрічки. Краї стрічки мають бути рівними.

Широке застосування знаходять гумові конвеєрні стрічки, армовані кордовими нитками (бавовняними, синтетичними, сталевими).

Для розвантаження стрічкового полотна від тягового зусилля потужних стрічкових конвеєрах використовуються сталеві троси, на яких закріплюється стрічкове полотно.

Конвеєрні стрічки можуть бути виготовлені з листової нержавіючої сталі, поліефірного волокна, тефлону, композиційних матеріалів, що витримують температуру до 950 град. С, та з інших матеріалів, що дозволяють застосовувати стрічкові конвеєри в харчовій промисловості, а також у інших нетрадиційних областях.

Залежно від умов роботи стрічкових конвеєрів повинні застосовуватися негорючі, вогнестійкі та антиелектростатичні конвеєрні стрічки, поверхневий електричний опір, яких має перевищувати 3 х 10 Ом.

На стрічкових конвеєрах із шириною стрічки понад 1,0 м слід здійснювати контроль наскрізного руйнування конвеєрної стрічки, що запобігає її пориву.

З метою попередження на стрічкових конвеєрах аварійних ситуацій, пов'язаних із розривом конвеєрної стрічки, повинен здійснюватися контроль стану стрічки з виявленням зовнішніх та внутрішніх пошкоджень стрічки та своєчасний ремонт окремих її ділянок.

Стрічковий конвеєр, що встановлюється з кутом нахилу більше 10 град., рекомендується обладнати уловлювачами стрічки.

Через пробуксовування конвеєрної стрічки на приводному барабані в місцях завантаження стрічкового конвеєра можуть виникнути значні завали транспортованого матеріалу, що викликають у свою чергу підвищений знос обкладок

НУБіП України

стрічки і футерування барабана і навіть запалення стрічки, для запобігання яких конвеєр повинен оснащуватися датчиками.

Пошкоджені місця конвеєрної стрічки повинні ремонтуватися (при необхідності із заміною пошкоджених ділянок) або повинна проводитись заміна стрічки цілком на нову залежно від характеру пошкодження стрічки.

Стики конвеєрних стрічок мають бути гладкими. Застосування металевих з'єднувачів стрічки не допускається.

Не допускається зрощування конвеєрних стрічок та приводних ременів з використанням болтів, скоб тощо. Зрощування повинне виконуватися методом вулканізації або зшиванням сиром'ятними ремінцями.

Швидкість руху стрічки конвеєра для пожежонебезпечних приміщень не повинна перевищувати 2,5 м/с, для вибухонебезпечних - 2 м/с.

Для зниження небезпеки пошкодження конвеєрної стрічки та з метою зменшення її зносу завантажувальні пристрої стрічкового конвеєра повинні забезпечувати зниження висоти падіння шматків вантажу на стрічку, повідомлення вантажного потоку при завантаженні швидкості, близької до швидкості руху стрічки за величиною та напрямком, центровану подачу вантажу на стрічку, задану продуктивність, поділ вантажопотоку на фракції для створення підсипки, можливість регулювання та контролю режиму закінчення вантажопотоку, відділення негабаритів та сторонніх предметів, зменшення пилоутворення.

При роботі стрічкового конвеєра в умовах тривалого впливу низьких температур для боротьби з намерзанням вантажу на конвеєрну стрічку рекомендується використовувати спеціальні розчини, виготовляти сушку стрічки та барабанів для полегшення їх очищення.

На стрічкових конвеєрах довжиною понад 80 розмірів ширини конвеєрної стрічки рекомендується проводити перевертання стрічки, що унеможливлює забруднення роликоопор на холостій гілки. При цьому стрічка має бути зістикована методом вулканізації, а на ділянці перевертання встановлено механізм видалення просипу.

НУБіП України

При транспортуванні сипких матеріалів, схильних до інтенсивного пилу, повинні вживатися заходи щодо зниження пиловиділення, що передбачають скорочення числа пунктів навантаження, герметизацію та оснащення установками для зрошення або аспірації, суцільні укриття стрічкових конвеєрів кожухами по всій довжині.

Завантажувальні пристрої стрічкових конвеєрів, що піддаються періодичним чисткам від налиплого матеріалу, що транспортується, приймачі розвантажувальних пристроїв, встановлених у місцях сходу вантажу з конвеєра, повинні огороджуватися.

Для обслуговування захищених огорожами частин обладнання стрічкових конвеєрів в огорожі повинні влаштовуватися дверцята або кришки. Огородження можуть бути виконані відкидними або знімними.

Огородження травмонебезпечних місць і зон стрічкового конвеєра повинні надійно кріпитися в їх робочому положенні і при необхідності оснащуватися, включаючи їх дверцята і кришки, блокуваннями, що відключають привід конвеєра при відкриванні дверцят, кришки або знятті огорожі.

Огородження виготовляються з металевих листів або сітки з осередками розміром не більше 20 х 20 мм.

Застосування огорож, виготовлених із приварених до каркасу стрічкового конвеєра прутків або смуг, не допускається.

Особливо травмонебезпечними зонами при роботі стрічкового конвеєра, що вимагають обов'язкового огородження, є зони можливого затискання між стрічкою, що набігає, і барабаном, між набігає стрічкою і натяжним роликом.

У разі використання в комплексі з стрічковим конвеєром неприводного рольгангу як приймальний стіл небезпечним місцем защемлення є також зона між стрічкою транспортера, що набігає, і першим неприводним роликом рольганга.

Для усунення цієї небезпеки встановлення першого ролика неприводного рольганга повинна виконуватися у відкриту зверху похилу вирізку в рамі рольганга у вільному положенні.

НУБіП України

При попаданні руки працівника в поглиблення між конвеєрною стрічкою, що рухається, і першим роликом цей ролик відхиляється від свого положення по відкритому вирізу в рамі рольганга, запобігаючи тим самим защемлення руки.

Доступ до місця можливого затискання повинен бути закритий міцними та добре підігнаними огородженнями з виступом над місцем можливого защемлення не менше ніж на 90 мм.

У разі, коли стрічка транспортера значно менша за ширину барабана, огорожа повинна бути виконана так, щоб зазначений розмір 90 мм був виконаний від бічної кромки транспортерної стрічки, а не від торця барабана.

Місця можливого затискання повинні бути захищені огорожею не менше ніж на 90 мм у кожну сторону від небезпечної зони.

Пристрої аварійного зупинки стрічкового конвеєра повинні розміщуватися з інтервалами не більше 8,0 м уздовж конвеєра з боку проходу або повинні мати міцний трос, що проходить по всій довжині конвеєра і пов'язаний з пристроєм аварійного відключення конвеєра так, щоб одне натискання на трос в будь-якому напрямку конвеєр.

При подачі вантажу на стрічковий конвеєр з рухомого живильника останній повинен перебувати у надійно фіксованому стані.

При зніманні вантажу з стрічкового конвеєра пристроями, що скидають, з самостійним приводом на кожному кінці транспортного шляху повинні встановлюватися пристрої для перемикання приводу скидальних пристроїв в нейтральне положення у разі переміщення вантажу за кінцеві точки транспортного шляху.

Одним із недоліків стрічкового конвеєра є його прямолінійність і невеликі кути підйому, обмежені фактором зісковзування вантажу. Для збільшення кута підйому створені конвеєри з жолобчастістю стрічки, що змінюється, аж до кругового обхвату вантажу, а також конвеєри з двома стрічками, між якими затискається вантаж, що переміщається.

Для застосування на стрічкових конвеєрах, що працюють у пожежонебезпечних умовах, допускаються конвеєрні стрічки, що пройшли вхідний контроль на пожежну безпеку.

НУЦЗ України

Перед пуском стрічкового конвеєра необхідно перевіряти:

- стан транспортерної стрічки та її стиків;
- справність звукової та світлової сигналізації;
- справність сигналізуючих датчиків, блокувань;
- наявність та працездатність протипожежного захисту конвеєра (для пожежонебезпечних умов роботи);
- надійність роботи пристроїв аварійного зупинки конвеєра;
- правильність натягу конвеєрної стрічки;
- наявність та справність роликів;
- наявність захисного заземлення електроустаткування, броні кабелів, рами конвеєра;
- наявність та надійність огорож приводних, натяжних та кінцевих барабанів.

Не допускається пускати в роботу стрічковий конвеєр при захараченості та захараченості проходів.

Пуск стрічкового конвеєра слід проводити без навантаження, зупинку (при нормальній роботі) - після сходу з нього вантажу.

При експлуатації стрічкового конвеєра потрібно стежити за станом і положенням конвеєрної стрічки на барабанах, за завантаженням конвеєра матеріалом, за відсутністю пробуксовки стрічки.

У процесі експлуатації стрічкового конвеєра необхідно систематично контролювати:

- правильність завантаження конвеєрної стрічки матеріалом, що транспортується;
- плавність руху та стан конвеєрної стрічки,
- положення та роботу щіток та скребків.

Стрічковий конвеєр або конвеєрна лінія повинні бути негайно зупинені:

- при пробуксуванні конвеєрної стрічки на приводних барабанах;
- при появі запаху гару, диму, полум'я;

НУБіП України

- при ослабленні натягу конвеєрної стрічки понад допустиме;
- при збіганні конвеєрної стрічки на роликоопорах чи барабанах до торкання нею нерухомих частин конвеєра та інших предметів;
- при несправності захисту, блокувань, засобів екстреної зупинки конвеєра;
- за відсутності чи несправності огороджувальних приладів;
- при несправних болтових з'єднаннях; при виявленні незатягнутих болтів;
- при ненормальному стукоті та підвищеному рівні шуму в редукторі приводу;
- при забиванні транспортованим матеріалом перевантажувального вузла;
- за відсутності двох і більше роликів на суміжних опорах;
- при пошкодженнях конвеєрної стрічки та її стикового з'єднання, що утворюють небезпеку аварії;
- при порушенні футерування приводного та притискного барабанів;
- при заклинуванні барабанів.

Під час роботи стрічкового конвеєра не допускається:

- усунення перекосу конвеєрної стрічки з використанням металевого прута, труби, палиці тощо, регулювання положення барабанів та роликових опор;
- зберігання горючих рідин, мастильних та обтиральних матеріалів поблизу пускових пристроїв конвеєра;
- застосування для редукторів приводів конвеєрів мастильних матеріалів, які не рекомендовані заводом-виробником;
- робота при несправних реле швидкості, реле захисту від пробуксовування конвеєрної стрічки, реле сходу конвеєрної стрічки, сигнальних пристроях та пристроях екстреної зупинки конвеєра, при завалах транспортованого матеріалу на конвеєрній стрічці;

НУБіП України

Усунення пробуксовування конвеєрної стрічки з використанням підсипки між стрічкою та барабаном каніфолі, бітуму, піску, транспортованого та другого матеріалу. Усунення пробуксовування конвеєрної стрічки необхідно проводити при зупиненому конвеєрі натягом стрічки способом, передбаченим у конструкції конвеєра; мастило підшипників та інших деталей, що труться; допуск сторонніх осіб до керування конвеєром.

Після закінчення роботи стрічкового конвеєра необхідно:

- відключити конвеєр від електромережі;
- очистити конвеєрну стрічку, барабани, завантажувальні та приймальні пристрої;
- зробити записи в журналі огляду та ремонту конвеєра про виявлені неполадки та заходи щодо їх усунення.

У разі раптового припинення подачі електроенергії пускові пристрої електродвигунів та важелі управління стрічкових конвеєрів негайно переводяться в положення "Стоп".

Пересувні стрічкові конвеєри повинні обслуговуватися та експлуатуватися відповідно до вимог безпеки, призначених для стрічкових конвеєрів.

При роботі з пересувними стрічковими конвеєрами особлива увага має звертатися на огородження місць можливого затискання в зоні набігання стрічки на барабан, ролик, шків.

Пересувні стрічкові конвеєри, якщо вони не закриті спеціальними кожухами, та стрічкові конвеєри, встановлені у виробничих будівлях нижче рівня підлоги, повинні бути огороджені по всій довжині перилами висотою не менше 1,0 м з обшивкою внизу шириною не менше 0,15 м та додатковою огороджувальною планкою на висоті 0,5 м від підлоги.

Для електричної мережі живлення приводів стрічкових конвеєрів використовуються зазвичай броньовані кабелі. Усі струмопровідні частини мають бути надійно захищені, а металеві деталі заземлені.

При переміщенні пересувних стрічкових конвеєрів працівники, які виробляють ці переміщення, повинні бути позаду або попереду конвеєра.

НУБіП України

Робота пересувного стрічкового конвеєра не допускається за несправної ходової частини, відсутності обмежувального болта на підйомній рамі.

Під час роботи пересувного стрічкового конвеєра з підйомною рамою, що має підйомний пристрій для зміни кута нахилу, знаходження людей під піднятою рамою не допускається.

Електричний кабель, що живить привід пересувного стрічкового конвеєра, повинен розміщуватися таким чином, щоб унеможливлювалися випадки наїзду на нього транспортних засобів; рознімання секцій кабелю повинні розташовуватися під землею.

Для запобігання випаданню важких вантажів або здуванню легких сипучих вантажів зі стрічки пересувного стрічкового конвеєра рекомендується встановлювати бічні обмежувальні щитки заввишки не менше 200 мм, які виконують роль укриття небезпечних зон можливого защемлення.

Доріжка, що рухається (пасажирський конвеєр) являє собою різновид стрічкового конвеєра - нескінченну рухому доріжку з силовим приводом для транспортування пасажирів в одному або різних рівнях.

Доріжки, що горизонтально переміщаються, дозволяють безпечно перевозити людей, дитячі коляски, інвалідні крісла-коляски, візки з продуктами, багаж.

Рухові доріжки, що похиляються, для утримання на них дитячих та інвалідних колясок, візків з продуктами, багажу тощо, що мають значну масу, повинні забезпечувати їх автоматичну фіксацію на стрічці конвеєра.

В цьому випадку:

а) стрічка конвеєра повинна бути виконана з металевих пластин, аналогічних несучим платформ сходів ескалаторів, або у вигляді нескінченної гумової стрічки з канавками;

б) кут нахилу конвеєра не повинен перевищувати 12 град.;

в) несуча доріжка (гумова стрічка, металеві пластини) повинні мати горизонтальні ділянки колії довжиною не менше 0,4 м на підході до майданчиків входу та виходу.

НУБіП України

Пасажирська доріжка, що рухається, що переміщається між балюстрадами, по верхніх поверхнях балюстради, повинна бути обладнана поручнями, що рухаються з однаковою з нею швидкістю.

Швидкість переміщення доріжки, що рухається, не повинна перевищувати 0,75 м/с, а для руху в горизонтальній площині при ширині доріжки не більше 1,1 м допускається збільшення швидкості руху до 0,9 м/с.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Аналіз прогресивності спроектованої конструкції і оцінка ефективності

Всі показники, які використовуються для оцінки технічного рівня конструкції можна класифікувати на:

- показники призначення і тактико-техічні дані вироба;
- конструкторські (спеціальні) показники, що впливають на функціонування виробу;

Як показники значення обрані: продуктивність, потужність двигуна, швидкість руху стрічки, в якості технічних показників: ширина конвеєра, довжина конвеєра; в якості технологічних показників: рівень стандартизації, рівень уніфікації. Для більшої наочності ці показники внесені в таблицю 4.1.

Таблиця 6.1.

Перелік показника технічного рівня і якості виробів

Показник	Одиниця виміру	Базова модель	Проектована модель
Продуктивність	т/год	28	29,2
Потужність електродвигуна	кВт	2,2	1,5
Швидкість руху стрічки	м/с	2,5	2,5
Ширина стрічки	м	0,7	0,8
Довжина конвеєра	м	10	10

НУБіП України

Таблиця 6.2.

Вартість робіт згідно з кошторисом

Найменування операції	Час на операцію, год	Вартість годинної роботи, грн.	Вартість операції, грн.
Демонтаж конвеєра	24	350	8400
Підготовка до монтажних роботи	24	350	8400
Монтаж конвеєра	32	350	11200
Остаточна перевірка	6	350	2100
Разом	86	-	30100

До кошторису на модернізацію конвеєра не включені витрати на механізми і машини, так як вони оплачуються за актами використання.

Витрати на модернізацію розраховуються за такою формулою:

$$З_{мод} = З_{тех} + З_{труд}$$

де $З_{тех}$ = 7500 грн - витрати на машини, механізми та будівельні матеріали, $З_{труд}$=30100 грн - витрати на демонтаж старого і монтаж нового обладнання, 86000руб.

$$З_{мод} = 7500 + 30100 = 37600 \text{ грн}$$

Витрати на проведення модернізації складаються з витрат на механізми і будівельні матеріали, витрат на демонтаж старого і монтаж нового обладнання, вартості нового обладнання, для створення запасу та запобігання аварійної ситуації і склали 37600 грн.

6.2.Оцінка ефективності

Метою установки нового конвеєра є збільшити вантажопотік відвантаження.

Це можна досягнути за рахунок застосування більшої продуктивності конвеєра, що забезпечує швидше завантаження сховища.

Економічний ефект від скорочення часу на вивантаження складає:

$$\Delta_{скор} = \Delta_{час\ основний} - \Delta_{час\ після} \quad (6.2)$$

де $\Delta_{час\ основний}$ - час на завантаження одного сховища до модернізації, хв.

$\Delta_{час\ після}$ - час на завантаження одного сховища після модернізації, хв.

$$\Delta_{скор} = 9 - 5 = 4\ хв$$

$$E_{екон.простою} = \Delta_{скор} \cdot C_{простій} \cdot N_{сховищ} \cdot \quad (6.3)$$

де $N_{сховищ.} = 20$ середня кількість,

$C_{простій} = 12$ грн/год - ціна простою

$$E_{екон.простою} = 4 \cdot 12 \cdot 20 = 960 \cdot$$

Скорочення витрат на ремонтні роботи досягається за рахунок установки більш надійного і сучасного обладнання з більш високим запасом міцності і ресурсом знову встановленого обладнання. Це обладнання мають десятирічний гарантійний термін експлуатації і не вимагають заміни вузлів по закінчення гарантійного терміну експлуатації, що дозволить знизити експлуатаційні витрати на даний вид обладнання. Витрати, що проводяться для обслуговування конвеєра розвантаження протягом річного терміну експлуатації наведені в таблиці 10.

ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи були розглянуті загальні відомості про стрічкові конвеєри, дана характеристика основним елементам, а також були проведені розрахунки стрічкового конвеєра з метою оптимізації його конструкції. Проведений вибір необхідних вузлів для проведення модернізації стрічкового конвеєра для транспортування картоплі.

У першій частині роботи розглянута класифікація конвеєрів, їх призначення, дано огляд стрічкових конвеєрів і розглянуті основні переваги та недоліки стрічкових конвеєрів. Окрема увага приділена конструкціям приводних механізмів стрічкових конвеєрів та приводних і натяжних барабанів.

У розрахункової частини були обрані основні вузли стрічкового конвеєра, що включають в себе стрічку; електродвигун, редуктор, вал приводного барабана, з'єднувальну муфту тощо. Здійснено проектування окремих вузлів і конвеєра в цілому для транспортування картоплі.

Проведено динамічний аналіз руху конвеєра, який показав, що в елементах приводу та тягового органу виникають коливання, які приводять до підвищених динамічних навантажень. При цьому максимальні значення цих навантажень в декілька разів перевищують усталені значення. При проведені динамічного аналізу розроблено динамічну та математичні моделі руху стрічкового конвеєра. Результати динамічного аналізу показали потребу в необхідності значно зменшити динамічні навантаження в приводі та тяговому органі.

Для суттєвого зменшення динамічних навантажень в процесі пуску проведено оптимізацію режиму руху приводного механізму стрічкового конвеєра. В якості критерію оптимізації обрано середньоквадратичне значення пружного моменту в елементах передавального механізму приводу конвеєра. В результаті проведеної оптимізації виявлено, що на ділянці пуску конвеєра усуваються коливання і до мінімуму зводиться дія динамічних та енергетичних навантажень.

У розділі «Охорона праці» розглянуті основні небезпечні і шкідливі фактори, що впливають на здоров'я людини: електробезпека, пожежна безпека, гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, шуми і вібрація, оцінка

можливих аварійних ситуацій. Розкрито загальні вимоги з охорони праці та заходи протидії небезпечним і аварійних ситуацій при експлуатації стрічкового конвеєра.

Проведено економічний розрахунок конвеєра з метою доцільності його використання для транспортування картоплі в складських приміщеннях довготривалого її зберігання.

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конвейеры: справочник. Р.А. Волков, А.Н. [и др.]; под общ. ред. Ю.А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд.-е, 1984. 367 с.
2. Hi Roller. Точка доступу: https://www.aggrowth.com/en-us/brands/hiroller.
3. Конвейеры JetBelt. Точка доступу: http://www1.aggrowth.com/ru/catalogue/product/24/jetbelt%E2%84%A2.
4. Конвейеры: Справочник. Р. А. Волков, А. Н. Гнутов, В.К. Дьячков и др. Под общ. ред. Ю.А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. 367 с.
5. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. 3-е изд. перераб. М.: Машиностроение, 1983. 487 с., ил.
6. Зенков Р. Л. и др. Машины непрерывного транспорта: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности “Подъемно-траспортные машины и оборудование”/Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н.Колобов, - 2 – е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с., ил.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. Изд. 4-е, переработанное и доп. Кн. 2.М., «Машиностроение». 576 с.
8. Vecoplan. Точка доступу: http://www.vecoplan.com/fileadmin.
9. Расчеты и проектирование транспортных средств непрерывного действия / В.А. Будишевский, А.И. Барышев, Н.А. Скляров, А.А. Сулима, А.Н. Ткачук. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 689 с.
10. Ромакин, Н.Е. Машины непрерывного транспорта : учеб. пособ. / Н.Е. Ромакин. – М. : Академия, 2008 . – 432 с.
11. Кожушко, Г.Г. Расчет и проектирование ленточных конвейеров : учебно-методическое пособие / Г.Г. Кожушко, О.А. Лукашук. – Екатеринбург : Изд-во Урал. Ун-та, 2016. – 232 с.

НУБіП України

12. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / Галкин В.И. [и др.] – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2005. – 544 с.

13. Конвейеры: справочник / Р.А. Волков, А.Н. [и др.], под общ. ред. Ю.А. Пертена. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд.-е, 1984. – 367 с.

14. Нойманн, Т. Трубчатые конвейерные ленты ConiTech – превосходное транспортное решение / Т. Нойманн // Уголь. – 2013. – № 4. – С. 76–77.

15. Давыдов С.Я. Новые решения по использованию лент общепромышленного назначения для перемещения насыпных материалов /С.Я. Давыдов // Известия Уральского государственного горного университета. – 2013. – №4(32). – С. 59- 71.

16. Дорошенко, А. VecoBelt – это транспортировка на высоком уровне с высокой производительностью / А. Дорошенко, А. Тариков // «Оборудование и инструмент». – 2013. – №3.

17. http://www.vecoplan.com/fileadmin. 12. Gummilabor. Конвейерные ленты MEC CONV-BELTS – http//www.konveersnab-spb.ru, С. 3–9.

18. Номенклатура конвейерных лент DBP. www.rema-tiptop.com.

19. http://www.rk- rti.ru/news/proizvodstvo konveyernoy lenty v novosibirske

20. Ромакин, Н.Е. Конструкция и расчет конвейеров: справочник / Н.Е. Ромакин. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 504 с.

21. http://www.sibkc.ru/catalog/.

22. http://www.rematiptop.com.

23. http://www.mechanic-techno.com/catalog/modulnye-lenty.

24. http://www.combelt.ru/conveyersystems.ru/catalog.aspx?map_id=54

25.Динаміка машин / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2013. – 227 с.

26.Расчеты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин: Учеб. пособие / В. С. Ловейкин. – Киев: УМК ВО, 1990. – 168 с..

27.Ловейкін В.С., Назаренко І.І., Онищенко О.Г. Теорія технічних систем: Навч. посібник. – Київ – Полтава: ІЗМН – ПДТУ, 1998. – 196 с.

28.В. С. Ловейкін, В. В. Мельніченко. Оптимізація ривкового режиму руху механізма повороту стрілкового крана: електронний науковий журнал – № 24 http://agrmash.info/zb/24/part32.pdf (5. 11. 2015) - Заголовок з екрану.

29.Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Класифікація критеріїв оптимізації режимів руху вантажопідйомних машин. [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_124-2/43.pdf (5. 11. 2015) - Заголовок з екрану.

30. Дослідження енергоефективних режимів роботи багатодвигунного стрічкового конвеєра / М.В. Печеник, С.О. Бур'ян, Л.М. Наумчук // Технічна електродинаміка. — 2016. — № 3. — С. 82-84.

31. Коруняк П., Баранович С., Вечерік-Дриженко В., Оліфер О. Підвищення ефективності використання стрічкових конвеєрів. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2020. № 24. С. 33-38

31. Куроп'ятник О. С. Параметрична оптимізація стрічкових конвеєрів за критерієм енергоефективності. Наука та прогрес транспорту. 2021. № 3 (93). С.50–58. DOI: 10.15802/stp2021/242036.

НУБіП України

НУБіП України

ДОДАТКИ

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

17.05 – КМР. 204 “С” 2021.02.04. 019 ПЗ

ЛУКИНЮК ВЛАДИСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України

НУБіП України

НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України
НУБіП України