

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра прикладної механіки та машин

Дипломний магістерський проєкт

на тему: Розроблення та дослідження мехатронних та роботизованих
пристроїв підприємств легкої промисловості

Виконав: студент групи МгПМ-20

спеціальності 131Прикладна механіка освітня

програма Мехатроніка та робототехніка

Дмитро СЕРДЮК

Керівник к.т.н., доц. Олександр МАНОЙЛЕНКО

Рецензент к.т.н., доц. Юрій КОВАЛЬОВ

Київ 2021

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ДИЗАЙНУ

Факультет Мехатроніки та комп'ютерних технологій

Кафедра Прикладної механіки та машин

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Освітня програма Мехатроніка та робототехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПММ

Олександр МАНОЙЛЕНКО

«05» Жовтня 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Сердюку Дмитру Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення та дослідження мехатронних та роботизованих пристроїв підприємств легкої промисловості.

Науковий керівник роботи: Манойленко Олександр Петрович, к.т.н., доцент.

затверджені наказом вищого навчального закладу від "04" жовтня 2021 року № 286

2. Строк подання студентом роботи 08 грудня 2021 рік.

3. Вихідні дані до роботи: розробка магазинного завантажувального пристрою штучних виробів легкої промисловості.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
ЗМІСТ. ВСТУП. РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНВЕЄРНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ. РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТА ЇЇ КОМПОНЕНТІВ. РОЗДІЛ 3. РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА РОЗРОБКА 3D-МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДУ ДЛЯ ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК. СПИСОК ДЖЕРЕЛ. ДОДАТКИ

5. Дата видачі завдання «05» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Список виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	10 жовтня 2021 року	
2	Розділ 1. Аналітичний огляд обладнання та складських приміщень	17 жовтня 2021 року	
3	Розділ 2. Огляд існуючих автоматизованих систем управління та її компонентів	26 жовтня 2021 року	
4	Розділ 3. Розрахунок та розробка 3d-моделі автоматизованого складу для виробів легкої промисловості	14 листопада 2021 року	
5	Висновки	1 грудня 2021 року	
6	Оформлення дипломної магістерської роботи	3 грудня 2021 року	
7	Здача дипломної магістерської роботи на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту)	4 грудня 2021 року	
8	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	5 грудня 2020 року	26% 24.02
9	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (з 7 днів до захисту)	8 грудня 2021 року	

Студент

(підпис)

Дмитро СЕРДЮК

Науковий керівник роботи

(підпис)

Олександр. МАНОЙЛЕНКО

Директор НМЦУПФ

(підпис)

Олена ГРИГОРЕВСЬКА

АНОТАЦІЯ

Сердюку Д. А. Розроблення та дослідження мехатронних та роботизованих пристроїв підприємств легкої промисловості.

Дипломний магістерський проєкт спеціальністю 131 Прикладна механіка. Освітня програма: Мехатроніка та робототехніка – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2021 рік.

Сучасне підприємство - це чітко налагоджена виробнича система, високопродуктивна робота якої залежить від автоматизації багатьох процесів, у тому числі і процесу безперервного транспортування. Популярним рішенням забезпечення безперервного потокового виробництва є конвеєр. Конвеєр є складовою частиною сучасного підприємства. Він встановлює і настраює темп виробництва, забезпечує ритмічність, сприяє підвищенню продуктивності праці і збільшенню пропускної спроможності виробництва

Розглянуто види крокових двигунів і завдання, що вирішуються за допомогою крокового приводу, дуже різноманітні. Крокові двигуни встановлюються в пристроях і механізмах, що вимагають високої надійності і точності. Конструкція крокового двигуна така, що в ній відсутні деталі, що зношуються. Розглянемо деякі типові застосування крокового приводу.

Дипломну магістерську роботу присвячено розробці та дослідженню конструкцій магазинного завантажувального пристрою для штучних виробів легкої промисловості, що дозволить прискорити робочий процес, заощадити площу, зменшити кількість задіяного персоналу, що у свою чергу відкриє більші можливості для оптимізації складських приміщень.

Проведено аналіз існуючого конвеєрного обладнання та апаратного забезпечення ЧПУ, на основі якого було розроблено МЗП штучних виробів легкої промисловості.

Ключові слова: конвеєр, складське приміщення, , штучні вироби, легка промисловість, крокові двигуни, роботизовано пристрої.

АННОТАЦИЯ

Сердюку Д. А. Разработка и исследование мехатронных и роботизированных устройств предприятий легкой промышленности. Дипломный магистерский проект специальности 131 Прикладная механика. Образовательная программа: Мехатроника и робототехника Киевский национальный университет технологий и дизайна, Киев, 2021 год. Современное предприятие – это четко отлаженная производственная система, высокопроизводительная работа которой зависит от автоматизации многих процессов, в том числе и процесса непрерывной транспортировки. Популярным решением обеспечения непрерывного поточного производства является конвейер. Конвейер является составной частью современного предприятия. Он устанавливает и настраивает темп производства, обеспечивает ритмичность, способствует повышению производительности труда и увеличению пропускной способности производства. Рассмотрены виды шаговых двигателей и задачи, решаемые с помощью шагового привода, очень разнообразны. Шаговые двигатели устанавливаются в устройствах и механизмах, требующих высокой надежности и точности. Конструкция шагового двигателя такова, что в ней отсутствуют изнашиваемые детали. Рассмотрим некоторые типичные применения шагового привода. Дипломная магистерская работа посвящена разработке и исследованию конструкций магазинного загрузочного устройства для искусственных изделий легкой промышленности, что позволит ускорить рабочий процесс, сэкономить площадь, уменьшить количество задействованного персонала, что в свою очередь откроет большие возможности для оптимизации складских помещений. Проведен анализ существующего конвейерного оборудования и аппаратного обеспечения ЧПУ, на основе которого разработан МЗП искусственных изделий легкой промышленности.

***Ключевые слова:** конвейер, складское помещение, искусственные изделия, легкая промышленность, шаговые двигатели, роботизированные устройства.*

SUMMARY

D. Serdyuk Development and research of mechatronic and robotic devices of light industry enterprises.

Master's thesis project specialty 131 Applied Mechanics. Educational program: Mechatronics and Robotics - Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2021.

A modern enterprise is a well-established production system, the high-performance work of which depends on the automation of many processes, including the process of continuous transportation. A popular solution for continuous flow production is the conveyor. The conveyor is an integral part of a modern enterprise. It sets and adjusts the pace of production, provides rhythm, increases productivity and increase production capacity

The types of stepper motors are considered and the tasks that are solved with the help of stepper drive are very diverse. Stepper motors are installed in devices and mechanisms that require high reliability and accuracy. The design of the stepper motor is such that it has no wearing parts. Consider some typical applications of the stepper drive.

The master's thesis is devoted to the development and research of store loading device for artificial light products, which will speed up the work process, save space, reduce the number of staff involved, which in turn will open up greater opportunities for optimizing warehouses.

The analysis of the existing conveyor equipment and hardware of CNC is carried out, on the basis of which the minimum wage of artificial products of light industry was developed.

Key words: conveyor, warehouse,, artificial products, light industry, stepper motors, robotic devices.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНВЕЄРНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	
1.1. Види складських приміщень та їх призначення.....	10
1.2. Конвеєрів і їх види.....	13
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТА ЇЇ КОМПОНЕНТІВ	
2.1. Аналіз крокових двигунів для застосування у розробці пристрою.....	24
2.2. Електроприводи крокових двигунів для транспортних систем.....	30
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА РОЗРОБКА 3D-МОДЕЛІ МЗП ШТУЧНИХ ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
3.1. Розрахунок стрічкового конвеєра	32
3.2. Визначення навантажень на ковчег.....	34
3.3. Визначення геометричних параметрів траси та ролик-опор.....	35
3.4. Визначення натягів у стрічці	36
3.5. Визначення максимального провисання стрічки між ролик-опорами робочої вітки в місці найменшого натягу	40
3.6. Розрахунок привода конвеєра.....	40
3.7. Вибір стрічки.....	41
3.8. Визначення діаметра барабанів.....	41
3.9. Вибір редуктора.....	42
3.10. Перевірка привода конвеєра на пуск та гальмування.....	43
3.11. Розробка 3D-моделі МЗП пристрою у програмі SolidWorks.....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТОК.....	56

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасне серійне потокове виробництво виробів передбачає використання механізованих та автоматизованих пристроїв, що дозволяє підвищити робочі швидкості устаткування й поліпшити якість продукції. Значне збільшення обсягу виробництва штучних виробів, поліпшення їх якості й підвищення продуктивності праці базується на корінному вдосконалюванні технологічних процесів, правильній організації праці і виробництва, оснащенні підприємств легкої промисловості новітнім та модернізованим обладнанням.

Пристрої, що виконують безперервне, або періодичне переміщення об'єктів за певним алгоритмом і траєкторією з метою транспортування або здійснення їх обробки називають конвеєрами. В промисловості поширені конвеєри різного типу конструкцій: стрічкові, пластинчасті, ланцюгові, шнекові та ін.

У міру ускладнення технологічних процесів підвищилися технічні вимоги, що пред'являються до конвеєрів, і виникла потреба створення гнучкіших систем електроприводів, які б змогли бути адаптовані до сучасних вимог. Подальше якісне вдосконалення автоматизації конвеєрних ліній повинне розвиватися у напрямі підвищення централізації управління на базі використання спеціалізованих ЕОМ і мікроконтролерів, що дозволить підвищити оперативність управління за рахунок обробки великого об'єму інформації про роботу конвеєрів, причини аварійних ситуацій, вести роботу конвеєрів в оптимальних режимах.

Головними чинниками, що впливають на процес автоматизації конвеєрних ліній, є: різноманітність їх технологічних схем по конфігурації, довжині, числу конвеєрів і відгалужень; різнотипність конвеєрів за їх технологічному призначенню, продуктивності, конструктивного виконання, довжини і динамічних характеристик; різнотипність приводів конвеєрів по числу і типу двигунів і т.д.

Використання пристроїв конвеєрного типу в електропобутових автоматизованих пристроях останнім часом стрімко розвивається. Це пристрої приготування напоїв з різноманітними дозаторами, машини для приготування штучних виробів типу «вареники» і інші. В роботі запропоновано розробку пристрою конвеєрного типу для дозування холодних напоїв.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процес удосконалення магазинного завантажувального пристрою штучних виробів легкої промисловості.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є магазинний завантажувальний пристрій.

Мета і завдання. Метою роботи є розробка та дослідження магазинного завантажувального пристрою (МЗП) штучних виробів для завантаження деталей легкої промисловості, в якому забезпечується спрощення конструкції та підвищення надійності. Для досягнення поставленої мети запропоновано використання завантажувального пристрою, в якому використовується робочі органи від ЧПУ пристроїв.

Методи та засоби дослідження. Використано метод визначення структурного синтезу для розробки магазинного завантажувального пристрою штучних виробів легкої промисловості. Теоретичною основою дослідження служать основні положення теорії автоматичного керування технологічними процесами, проектування ЧПУ пристроїв.

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської роботи доповідалися на міжнародній конференціях MSIE 2021.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що в цій роботі вперше запропоновано РЗП для штучних виробів легкої промисловості з використанням деталей ЧПУ і конвеєрного обладнання.

Практична значимість. Результати роботи можуть бути використані

для створення нових систем керування пристроями конвеєрного типу і створення нових конструкцій.

Структура роботи. Дипломна магістерська робота (проект) складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел (найменувань), в склад яких входить таблиць, діаграма, схем, рисунки. Загальний обсяг магістерської роботи сторінок комп'ютерного тек

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНВЕЄРНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

1.1. Види складських приміщень та їх призначення

Призначення і функції складів, їх класифікація

Більшість складів виконує такі основні функції:

- отримання товарів від постачальників і здійснення контролю за їх якістю;
- накопичення товарних запасів та забезпечення належних умов їх зберігання;
- підготовку товарів до продажу;
- комплектування замовлень оптових покупців;
- товаропостачання роздрібній торговельній мережі.

Залежно від характеру виконуваних функцій склади бувають:

- сортувально-розподільні;
- транзитно-перевалочні;
- сезонного зберігання;
- дострокового завозу;
- накопичувальні.

За асортиментною ознакою склади поділяють на:

- універсальні – призначені для концентрації широкого асортименту
непродовольчих або продовольчих товарів;
- спеціалізовані – служать для зберігання товарів однієї або
скільких
споріднених товарних груп.

З урахуванням створюваних режимів зберігання склади поділяють на:

- загально товарні – призначені для зберігання непродовольчих і продовольчих товарів, що не мають потреби у створенні особливого режиму;

- спеціальні – ставляться овочесховища, холодильники і т.д.

Залежно від поверховості та висоти складських приміщень розрізняють:

- одноповерхові (заввишки 6, 12, 16 і 32 м);
- багатоповерхові склади.

За ступенем механізації технологічних процесів склади поділяють на:

- комплексно-механізовані й автоматизовані;
- склади з застосуванням засобів малої механізації.

Залежно від пристрою склади поділяють на:

- відкриті;
- напівзакриті;
- закриті.

Види складських приміщень та їх планування

Складські приміщення ділять на наступні групи:

- основного виробничого призначення;
- допоміжні;
- підсобного призначення.

До приміщень основного виробничого призначення відносять приміщення для зберігання товарів (секції зберігання), холодильні камери, експедиції по прийому та відпуску товарів, цеху фасування, комплектуючі.

Допоміжні приміщення призначені для розміщення апарату управління.

Це службові приміщення апарату управління, пункти харчування, здоровпункт, санітарно-побутові приміщення, вестибюлі, сходові клітки, тамбури. Сюди ж відноситься зал товарних зразків.

Складські приміщення підсобного призначення використовуються для

зберігання пакувальних матеріалів, для розміщення технологічного обладнання, інвентарю, тари, збиральних машин, відходів упаковки, мийки інвентарю і виробничої тари.

Для визначення ефективності використання складських приміщень застосовують такі показники:

- коефіцієнт використання складської площі

$$K = S_{\text{гр.}} / J_{\text{скл.}} \quad (0,25 \dots 0,6 \text{ -оптимально}) \quad (1.1.)$$

- коефіцієнт використання корисного обсягу складу

$$K = V_{\text{гр.}} / K_{\text{скл.}} \quad (0,3 \dots 0,5 \text{ - оптимально}) \quad (1.2.)$$

Спеціальні вимоги висуваються до плануванні залу товарних зразків. Для основних виробничих процесів тут повинні бути виділені функціональні зони. Кількість таких зон та їх розташування визначаються структурою представлених у залі товарних груп і чисельністю працівників.

Візкові конвеєри призначені для переміщення вантажів по окремих технологічних операціями потокового виробничого процесу. Їх застосовують для транспортування виробів від одного робочого місця до іншого в процесі складання, для переміщення ливарних форм у процесі складання, заливки, охолодження, вибівки, повернення порожніх опок в ливарному цеху, для межопераційної передачі виробів від одного робочого місця до іншого в процесі виготовлення, а також для виконання ряду інших операцій подібного призначення. Широке різноманітність використання візкових конвеєрів зумовило велике число їх конструктивних різновидів.

Основними ознаками класифікації візкових конвеєрів є розташування тягового елемента і напрямних шляхів і положення візків на гілках конвеєра. За першою ознакою розрізняють конвеєри вертикально замкнуті і горизонтально замкнуті; останні можуть бути розташовані як в одній горизонтальній площині, так і в просторі. За положенням візків на зворотному гілки розрізняють конвеєри з перекидається і неопрокидуючіміся візками. Горизонтально замкнуті конвеєри бувають з

підлоговим і настільним переміщенням візків. За характером переміщення виробів відомі конвеєри з безперервним та пульсуючим рухом візків.

1.2. Конвеєр і їх види

Конвеєр, також транспортёр— машина безперервної дії, призначена для транспортування насипних і штучних вантажів: корисних копалин, породи, закладальних матеріалів та інш. Широко застосовується в кар'єрах, на шахтах, збагачувальних фабриках, складах.[2]

Основні елементи конвеєра:

- тяговий, вантажний або тягово-вантажний органи;
- опорні і напрямні елементи;
- конвеєрний постав, урухомник.

Секція конвеєра — частина конструкції конвеєра. Для стрічкового конвеєра складається з опор із закріпленими на них роликоопорами вантажної та холостої гілки. Головний елемент секції скребкового конвеєра — *риштак*.

Інші елементи конструкції конвеєрів: *ножовий скидач, скребок, конвеєрна стрічка*.

Класифікація конвеєрів[16]

В залежності від напрямку переміщення об'єктів конвеєри ділять на:

- горизонтальні;
- вертикальні;
- похилі.

В залежності від типу вантажу:

- насипні;
- штучні.

В залежності від виконуваних функцій:

- транспортування;
- складальні.

В залежності від розміщення самого конвеєра або деталей:

- підлогові;
- підвісні.

В залежності від тягового органу:

- стрічкові;
- ланцюгові;
 - канатні.

Без тягового органу:

- гравітаційні;
- інерційні;
- гвинтові.

В залежності від конструкції тягового органу:

- стрічковий;
- гладкий;
- профільований;
- пластинчастий;
- люлечний;
- скребковий
- ковшовий.

Конструкція різних видів конвеєрів

Із-за різних видів і особливостей підприємств, стали з'являтися конвеєри різних типів. Кожен конвеєр має свої особливості і недоліки, які необхідно враховувати при виборі конвеєра.

Таб. 1.1.

Товщина пластин, мм	від 3
Ширина полотна, мм	від 500

Швидкість руху полотна, м/с	від 0,6
Продуктивність, т/ч	від 250 до 2000
Кут нахилу установки, °	до 45

Відомим прикладом пластинчатого конвеєра буде ескалатор, використовуваний у будь-якому метрополітені. Головними перевагами пластинчастих конвеєрів є висока надійність. Саме тому йому немає ціни в умовах дефіциту вільного простору і коли необхідно перемістити вантаж з гострими краями.

Вібраційний конвеєр. Вибір того чи іншого типу конвеєра залежить від характеру технологічного процесу, що обслуговується конвеєром, характеристики переміщуваного вантажу і планування виробничого приміщення.

У горизонтально замкнутих конвеєрах використовуються обидві гілки, але для їх розміщення потрібна значна виробнича площа. На конвеєрах цього типу вантажі можуть здійснювати кругові рухи без знімання з візків, що дозволяє раціонально використовувати конвеєр при порівняно меншій довжині приміщення для тривалих виробничих процесів, а також як рухливий склад.

Вибір типу конвеєра залежить також від характеристики вантажу. Для переміщення в процесі складання порівняно важких і громіздких виробів застосовують, як правило, вертикально замкнуті, а для легких малогабаритних - горизонтально замкнуті конвеєри. Технологічні конвеєри з тривалими і різними за часом операціями роблять, як правило, горизонтально замкнутими з одноплосинний і просторової трасами.

В залежності від числа коливальних мас вібраційні конвеєри поділяються на одномасні, двомасні і багатомасні; за режимом коливальних рухів робочого органу — на зарезонансні, резонансні і дорезонансні. Останні

найменш поширені. Розрізняють вібраційні конвеєри з круговою, еліптичною, прямолінійною,

горизонтальною і похилою траєкторіями руху робочого органу. Коливальні рухи робочого органу вібраційного конвеєра можуть збуджуватися ексцентрикними, інерційними, електромагнітними, пневматичними і гідравлічними приводами. Вібраційні конвеєри, як правило, мають довжину в горизонтальному або похилому напрямках до 100 м, а у вертикальному до 10 м. Продуктивність горизонтальних і похилих вібраційних конвеєрів до 200 м³/год, вертикальних — 50 м³/год. Вібраційний конвеєр призначений для транспортування тонкодисперсних (від десятків мікрон), зернистих і грудкуватих матеріалів (до 1000 мм і більше) з температурою до 1000–1200 °С в горизонтальному, похилому або вертикальному напрямках. Вібраційний конвеєр широко використовуються в гірничій промисловості.

Основні властивості скребковий конвеєрів:

- висока продуктивність при мінімальних енерговитратах;
- простота конструкції і в результаті - висока ремонтпридатність;
- можливість завантаження і розвантаження вантажів на різних ділянках жолоба;
- можливість транспортування агресивних і важкотранспортуєчих матеріалів;
- низький рівень шуму під час роботи;
- тривалий термін служби;
- оптимальна вартість.

Підвісний конвеєр. Особливість даного типу в тому, що він найчастіше знаходиться в підвішеному стані, наприклад, до стелі, завдяки цьому знімається обмеження навантаження на підлогу біля конвеєра. Розділяється даний конвеєр на декілька видів: несучі конвеєри, що штовхають, ведучі і

комбіновані.

Підвісний конвеєр, як правило, включає: замкнутий в просторі підвісної однорейкових шлях; ходові візки (каретки) з вантажними підвісками (гаки, траверси, етажерки, люльки, захоплення, майданчики та ін.); натягувальний пристрій; тяговий орган (ланцюг, рідше сталевий канат); одне або кілька приводних пристроїв.

горизонтальною і похилою траєкторіями руху робочого органу.
Коливальні

Тяговим елементом в даній системі є, розташована в горизонтальній площині, ланцюг або канат, прикріплена до приводу. Спеціально обладнані каретки, що відрізняються від виду підвісного конвеєра, є несучим елементом (рис. 1.4).

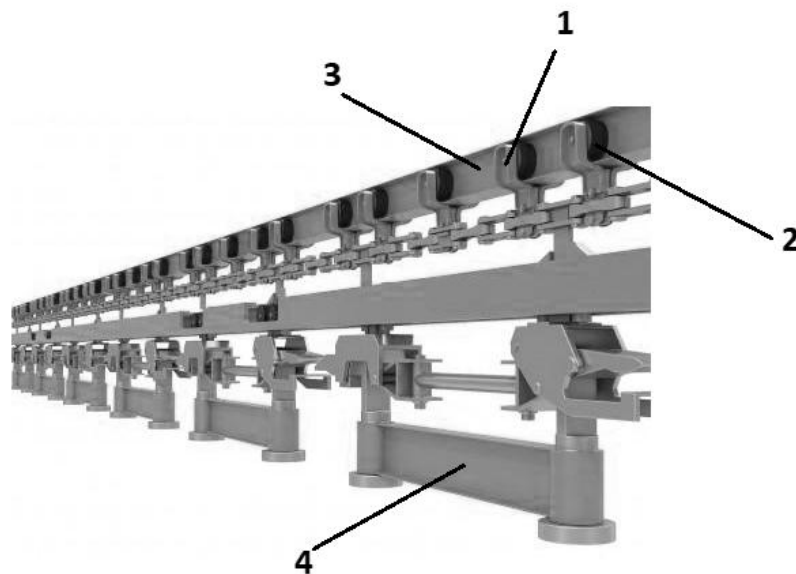


Рис. 1.4. Підвісний конвеєр: 1.- напрямна балка; 2 – підвіс; 3 – роликові каретки; захватні пристрої

Вантажо-несучі конвеєри призначені тільки для безперервного переміщення штучних вантажів або візків. У грузонесущих конвеєрів як підвіски, так і з'єднують їх тягові ланцюги переміщуються по одному і тому ж підвісному шляху. При цьому швидкість переміщення всіх вантажів завжди однакова і збігається зі швидкістю тягового ланцюга.

Рольганг. Принципова відмінність даного конвеєра полягає в його конструкції. Він не має робочої поверхні, як в попередніх випадках, але має синхронно працюючі ролики. Застосовуються в основному для несипких вантажів, тільки для великогабаритного вантажу, актуальні в тих випадках, коли застосувати стрічкові конвеєри неможливо або недоцільно. Конструкція рольганга повинна бути міцною, оскільки умови роботи даних конвеєрів найчастіше дуже складні із-за постійних навантажень, ударів важких вантажів, високих температур і часто сильної запиленої. Ролики і рами для рольгангів виконують з конструкційної, неіржавіючої, загартованої сталі. Підрозділяються рольганги на гравітаційні, приводні, гнучкі гравітаційні. Гравітаційні рольганги працюють під дією сили тяжіння вантажу, який переміщається по конструкції. Такі рольганги встановлюють під певним, наперед розрахованим кутом.

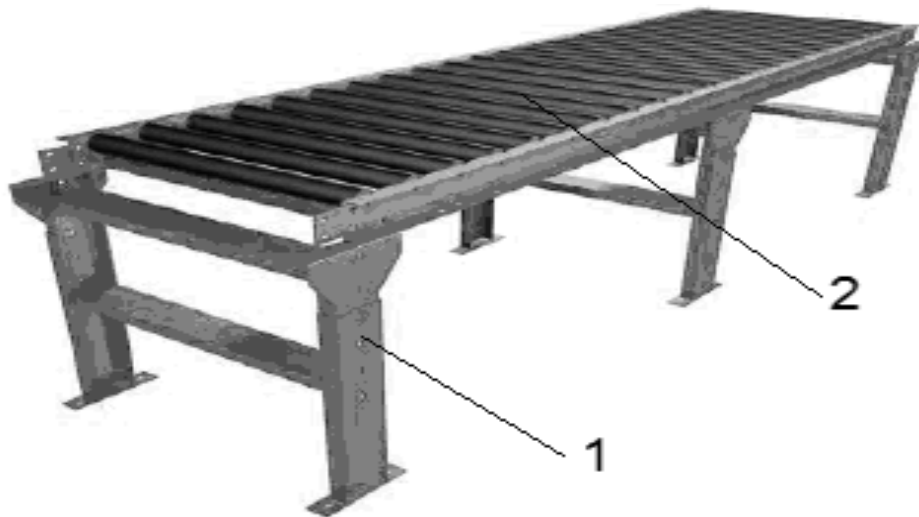


Рис. 1.5. Рольганг: 1 – рама; 2 – роликові опори

У приводних рольгангах деякі ролики в ланцюзі мають груповий привід від загального приводу. Особливість даного типу конвеєра - постійна швидкість руху стрічки і вантажів по стрічці. У гнучких гравітаційних конвеєрах особливість в тій, що їх розтягується, подібно до гармошки, рами. Призначені, в основному, для упакованих товарів, вантажів.

Невеликої довжини, які можуть мати лінійну чи кутову форму, можна скласти конструкції з трасою будь-якої довжини та конфігурації.

Залежно від особливостей транспортованих вантажів, області та мети застосування роликового транспортера, він може комплектуватись додатковими пристосуваннями: відбійниками, напрямними, знімними бортами, електронними пристроями стеження тощо.

Роликові конвеєри застосовують для переміщення поштучних вантажів (труби, колоди, піддони, контейнери, ящики, прокат, виливки, плити, окремі деталі) в горизонтальному або похилому (під невеликим кутом) напрямі в різних виробництвах, на складах тощо.

Такі конвеєри часто використовують у виробничих цехах для забезпечення відповідних технологічних процесів. У прокатному виробництві роликові конвеєри — це основний тип конвеєрів для транспортування гарячого прокату. Застосовуються у прохідних печах, як частина транспортних, сільськогосподарських та інших машин. Неприводні рольганги застосовуються на пакувальних, сортувальних, бракувальних столах, перевантажувальних ділянках з одного конвеєра на інший, для транспортування стосів або тюків тощо.

Гвинтовий конвеєр. Це один з «найстародавніших» видів конвеєрів. Принцип аналогічний звичайної шнекової м'ясорубки (рис. 1.6). Призначений для сипких речовин. Можуть доставляти грузнув не тільки горизонтально, але і під кутом, а також і вертикально.

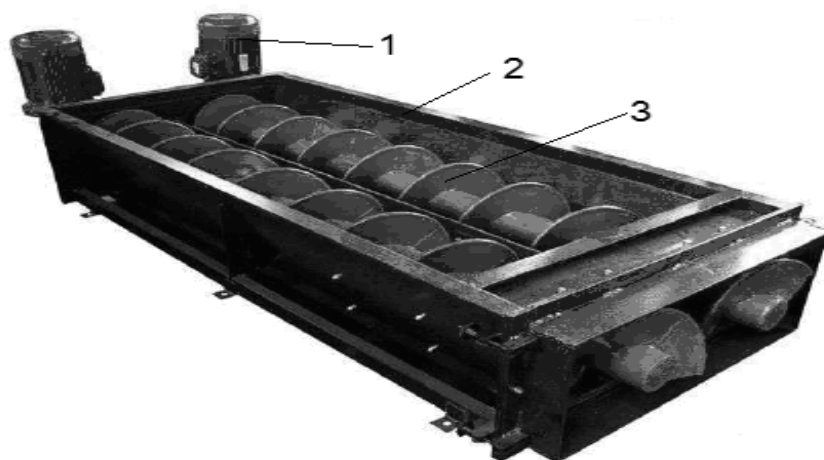


Рис. 1.6. Гвинтовий конвеєр: 1 – електроприводи; 2 – корпус; 3 – шнеки

Володіють гвинтові конвеєри рядом переваг, такими як: компактність і простота конструкції, відсутність зовнішніх рухомих частин, а також легкість у використанні і догляду за конвеєром.

Гвинтовий конвеєр зазвичай складається з нерухомого жолоба або трубки, що містить гвинт (шнек), який підтримується підвісними підшипниками, з приводом на одному кінці і вільним іншим кінцем. Крім цього, гвинтовий конвеєр має завантажувальний і розвантажувальний патрубки, приєднувальні фланці, механічний редуктор та приводний електродвигун.

Переміщення вантажу вздовж осі жолоба забезпечується витками гвинта. Витки бувають суцільні, стрічкові і фасонні. Суцільні — застосовують при транспортуванні сухих, порошкоподібних і дрібнозернистих вантажів, стрічкові — для крупнозернистих і липких вантажів, фасонні — для переміщення речовин, здатних до злежування, або ж при суміщенні транспортних і технологічних операцій (змішування, подрібнення тощо). Гвинти можуть бути одно-, дво-, і тризахідні. Випускаються, також, гнучкі шнекові транспортери, у яких роль шнека виконує циліндрична пружина.

Швидкість транспортування об'єму є пропорційною до швидкості обертання шнека. У промисловості на гвинтових конвеєрах часто використовують пристрої регулювання швидкості. Гвинтові конвеєри використовуються для транспортування у горизонтальному, вертикальному чи похилому напрямках сипких, дрібнокускових, пилоподібних, порошкових матеріалів (зазвичай на відстань до 60 м по горизонталі і до 15 м — по вертикалі і з продуктивністю — до 150 т/год). Діаметр шнека 100...600 мм, частота обертання 10...120 хв⁻¹. Недоцільно за допомогою шнеків переміщати липкі, високоабразивні, а також речовини, що схильні до ущільнення.

Гвинтові конвеєри можуть додатково використовуватись як живильники, дозатори чи змішувачі. Для змішування матеріалів використовують так звані диференційні шнеки, в яких гвинти двох суміжних шнеків обертаються у

протилежних напрямках.

До позитивних властивостей шнеків відносяться:

- простота конструкції і нескладність технічного обслуговування;
- невеликі габаритні розміри у порівнянні з іншими транспортувальними пристроями (стрічковими і пластинчастими конвеєрами) однакової продуктивності;
- герметичність та здатність транспортування гарячих, пилоутворювальних та токсичних матеріалів);
- зручність проміжного розвантаження.

Негативними особливостями шнеків є значне стирання і подрібнення вантажу, висока питома витрата енергії, підвищене зношування жолобу і гвинта.

Стрічковий конвеєр. Одні з найбільш поширених видів конвеєрів.

Популярність стрічковий конвеєр придбав із-за простоти конструкції, надійності, і універсальністю транспортування вантажів різних видів. Їх можна використовувати для транспортування штучних і сипких вантажів. На короткі і довгі дистанції. Крім своєї універсальності, стрічкові конвеєри володіють і поряд інших переваг: завдяки своїй конструкції, конвеєри даного типу володіють малою масою, що значно спрощує конструювання конвеєра; також стрічка даного типу може розвивати великі швидкості, щодо інших видів, швидкості стрічки можуть досягати 6...8 м/с; довга конвеєрному ланцюгу може досягати кілометри, відомі випадки, коли довга ланцюгу стрічкових конвеєрів досягала 14 км.; висока продуктивність стрічкових конвеєрів може досягати до 30000 т/год за 17 необхідних умов; а також завдяки своїй легкій конструкції стрічкові конвеєри дуже гнучкі, що дозволяє проробляти складні траси з різними вигинами і нахилами.

Стрічкові конвеєри (рис. 1.7) широко застосовують для переміщення сипких вантажів. Між барабанами 2 і 7 натяжною 1 і приводною 6 станцій

розташована гнучка стрічка 5. Барабан 2, вісь якого може переміщатися в напрямних повзунах 12, під дією вантажу 13 створює попереднє натягнення стрічки. Це натягнення дає передачу без просковзування тягового зусилля від барабана приводної станції. [15]

Друга — для горизонтальних і слабопохилих виробок.

Третя — для похилів з кутом до 18° .

Четверта — для бремсбергів з кутом до 16° .

П'ята — для похилих стовбурів і гол. схилів з кутом 3- 18° .

Граничний кут нахилу стрічкових конвеєрів для рядового вугілля 20° , для дроблених руд — до 25° .

Кар'єрні стрічкові конвеєри за конструкцією поділяють на вибійні, відвальні, передавальні і стаціонарні магістральні. Крім того, вони є складовою частиною деяких кар'єрних агрегатів в складі роторних і ланцюгових екскаваторів, відвалоутворювачів, транспортно-відвальних мостів, перевантажувачів.

Довжина стрічкового конвеєра може досягати 2 ... 3 км, при швидкості руху стрічки 1,5 ... 3 м/с і ширині стрічки 2 м. Подібний конвеєр може забезпечити продуктивність 700 т/год.

Стрічкові конвеєри застосовуються не тільки для транспортування вантажу в горизонтальній площині. При переміщенні з кутом нахилу більш 20° , коли можливе обсіпання вантажу, встановлюють стрічковий скребковий конвеєр. У гірничорудній промисловості на підйомах крупнодробленої руди з кар'єрів продуктивність К.с. становить до 6000 т/год, ширина стрічки 1600–2000 мм, потужність електродвигунів привода 1200-3000 кВт. Загалом К.с. мають високу продуктивність, яка досягає 30 тис.т/год. Довжина К.с. в одному поставі від декількох метрів до 10-15 тис. метрів, кут нахилу не перевищує $16-18^\circ$.

Висновок до першого розділу.

Складські приміщення підприємств служать для приймання,

виготовлення сировини, що надходять від постачальників, їх зберігання і відпуску. Склади можуть розміщуватися в окремих приміщеннях, або охоплювати великі території певної ділянки, в залежності від того, для чого вони мають використовуватися, чи то для виготовлення і зберігання готової продукції, чи то для приймання сировини для подальшої обробки або зберігання.

Сучасне підприємство - це чітко налагоджена виробнича система, високопродуктивна робота якої залежить від автоматизації багатьох процесів, у тому числі і процесу безперервного транспортування. Популярним рішенням забезпечення безперервного потокового виробництва є конвейер. Конвейер є складовою частиною сучасного підприємства. Він встановлює і настраює темп виробництва, забезпечує ритмічність, сприяє підвищенню продуктивності праці і збільшенню пропускної спроможності виробництва.

В даному розділі розглянуто основні види конвеєрного обладнання, їх конструктивні характеристики, включаючи переваги і недоліки. Застосування їх у виробництві і т. п.

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТА ЇЇ КОМПОНЕНТІВ

2.1. Аналіз крокових двигунів для застосування у розробці пристрою

Аналіз крокових двигунів для застосування у розробці пристрою

Крокові двигуни – безщіткові двигуни постійного струму, які перетворюють електричні імпульси напруги керування в дискретні кутові або лінійні переміщення ротора з можливою його фіксацією в потрібних положеннях. [1]

Переваги крокової двигуна:

- Кут повороту ротора визначається числом імпульсів, які подані на драйвер, немає необхідності у зворотному зв'язку, а швидкість пропорційна частоті вхідних імпульсів;
- Точне позиціонування і повторюваність, помилка не накопичується від кроку до кроку;
- Швидкий старт, реверс;
- Можливість отримання низьких швидкостей, а отже, відсутня необхідність у застосуванні редуктора;
- Відсутність колектора, отже, висока надійність;
- У двигунах з постійними магнітами є фіксуючий момент (коли статор знеструмлений), рівний приблизно 10% від моменту утримання.

Недоліки:

- Номінальне споживання потужності, навіть без навантаження;
- Можливий пропуск кроку, отже, втрата контролю положення;
- Явище резонансу (момент дорівнює нулю на частоті резонансу);
- Низька питома потужність крокового приводу;
- Складності керування на високих швидкостях;
- Ускладнена робота на високих швидкостях, внаслідок не миттєвого

наростання струму.

Відповідно до того, з якого матеріалу виконано ротор двигуна, вони розділяються на наступні види :

- двигун із постійними магнітами ;
- двигун із змінним магнітним опором ;
- гібридний двигун ;
- біполярні та уніполярні двигуни.

Двигун із постійними магнітами

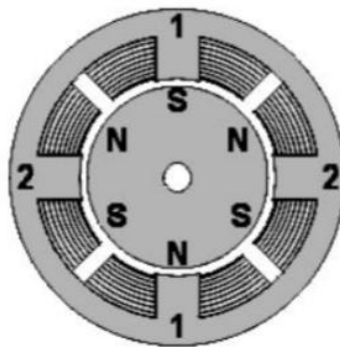


Рис 2.1 Кроковий двигун з постійними магнітами

Принцип дії такого двигуна полягає в тому, що при включенні в одну з його катушок струму, ротор робить оберт таким чином, щоб його різнойменні полюси та полюси статора знаходилися навпроти один одного. [1]

Перевагами такого двигуна є :

- Регулювання струму керування, що дає можливість двигуну працювати в оптимальному режимі при впливі реактивної енергії.
- Висока перевантажувальна здатність. Шляхом підвищення струму збудження, можна провести значне підвищення перевантажувальної здатності. Це відбувається на момент різкого і короткочасного виникнення додаткового навантаження на вихідному валу.
- Швидкість обертання двигуна є незмінною при підключенні любого типу навантаження , якщо він не перевищує показника

перевантажувальної здатності. Недоліком такого типу двигунів є вплив зворотної ЕРС зі сторони ротора, яка обмежує їх максимальну швидкість. Для роботи на великих швидкостях використовуються двигуни із змінними магнітами.

Двигун із змінними магнітним опором

На рис 2.2 зображений кроковий двигун із змінним магнітним опором, що конструктивно має 4 зубці на роторі і 6 полюсів на статорі. Для розгляду принципу роботи двигуна, обмотки під'єднано до джерела напруги за допомогою ключів, з метою їх комутації. [5]

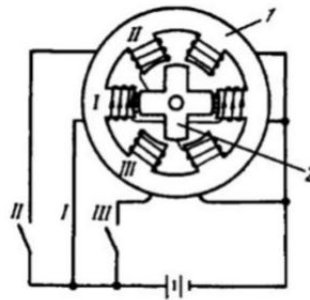
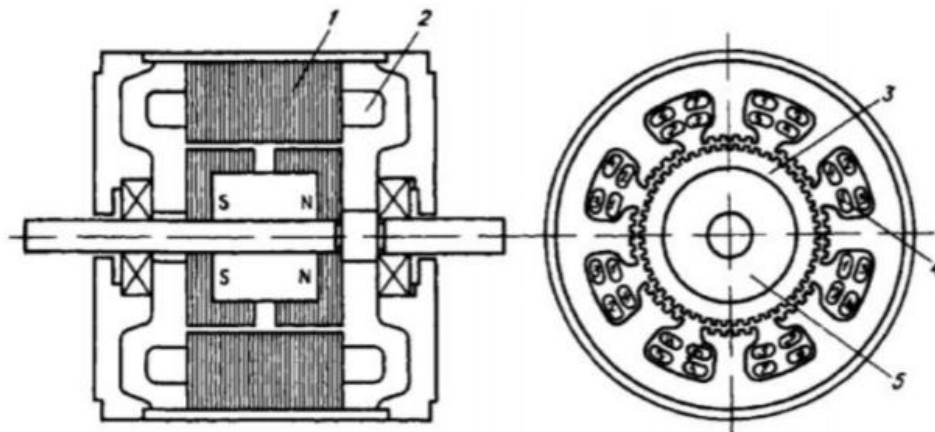


Рис 2.2 Двигун із змінним магнітним опором : 1 - сердечник статора , 2 - сердечник ротора Гібридний кроковий двигун



На рис 2.3 зображена конструкція такого двигуна, де 1 - магнітопровід статора ; 2 - обмотка ; 3 - магнітопровід ротора ; 4 - обмотка ; 5 - постійний магніт.

Рис 2.3 Конструкція гібридного двигуна

Ротор такого двигуна складається з двох частин, зубці однієї з них є північним полюсом магніта, а іншої половини- південним. Крім того, 16 нижні та верхні зубці Гібридні крокові двигуни є дорожчими серед усіх типів таких двигунів, проте вони мають меншу величину кроку ,більшу швидкість та більший момент у порівнянні з іншими двигунами. [7] Число кроків за оберт складає від 100 до 400, що відповідає діапазону кутів $3.6 - 0.9$. Такі двигуни є мають у своїй конструкції всі плюси, які є у двох попередніх двигунів.

Біполярні та уніполярні двигуни

В залежності від кількості обмоток, двигуни поділяються на біполярні , уніполярні та чотирьохобмоточні. На рис 2.4 зображено різні види двигунів , в залежності від кількості обмоток.

Біполярний двигун складається з двох обмоток , при чому одна обмотка знаходиться в одній фазі. Для комутації таких обмоток слід змінювати напрям магнітного поля за допомогою системи керування. Для керування біполірними двигунами використовують різноманітні мостові та полумостові драйвери. [7]

Чотирьохобмоточний двигун складається із 4 пар обмоток, при цьому при різних комутація цих обмоток його можна використовувати як біполярний або як уніполярний двигун.

Уніполярні двигуни також мають дві обмотки , причому кількість виводів двигуна може складати 5 або 6. У кожної обмотки є один вивід, що знаходиться посередині. Кількість цих виводів залежить від того, з'єднані ці виводи між собою всередині двигуна чи кожен центральний вивід є незалежним один від одного. При такій конструкції значно простіше змінювати напрям струму в обмотках крокового двигуна, внаслідок чого значно простіше змінювати напрям струму в обмотках крокового двигуна , що спрощує реалізацію системи керування кроковим двигуном. [8].

Гібридні крокові двигуни є дорожчими серед усіх типів таких двигунів,

проте вони мають меншу величину кроку ,більшу швидкість та більший момент у порівнянні з іншими двигунами. [7] Число кроків за оберт складає від 100 до 400, що відповідає діапазону кутів 3.6 -0.9. Такі двигуни є мають у своїй конструкції всі плюси, які є у двох попередніх двигунів.

Біполярні та уніполярні двигуни

В залежності від кількості обмоток, двигуни поділяються на біполярні , уніполярні та чотирьохобмоточні. На рис 2.4 зображено різні види двигунів , в залежності від кількості обмоток.

Біполярний двигун складається з двох обмоток , при чому одна обмотка знаходиться в одній фазі. Для комутації таких обмоток слід змінювати напрям магнітного поля за допомогою системи керування. Для керування біполірними двигунами використовують різноманітні мостові та полумостові драйвери. [7]

Уніполярні двигуни також мають дві обмотки , причому кількість виводів двигуна може складати 5 або 6. У кожній обмотки є один вивід, що знаходиться посередині. Кількість цих виводів залежить від того, з'єднані ці виводи між собою всередині двигуна чи кожен центральний вивід є незалежним один від одного. При такій конструкції значно простіше змінювати напрям струму в обмотках крокового двигуна, внаслідок чого значно простіше змінювати напрям струму в обмотках крокового двигуна , що спрощує реалізацію системи керування кроковим двигуном. [8]

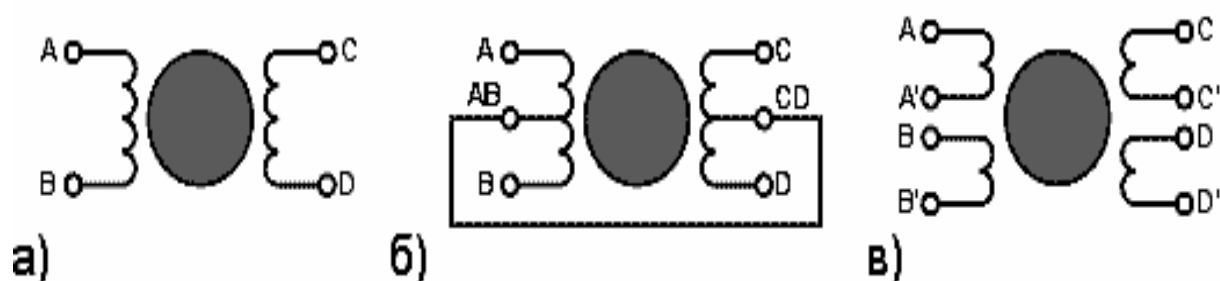


Рисунок 2.4 - Варіанти виконання конфігурації обмоток: біполярний двигун (а), уніполярний (б) і чотирьохобмоточний (в).

Крокові двигуни набули широкого поширення завдяки їх технічним особливостям: [17]

- виконання точних переміщень;
- сумісність з цифровими пристроями управління, зокрема промисловими контроллерами, а також персональним комп'ютером;
- легка і високоточна установка швидкості;
- відсутність необхідності в зворотному зв'язку;
- високе прискорення, що розвивається;
- ненакопичувальна помилка позиціонування;
- хороша характеристика навантаження (співвідношення момент/швидкість);
- можливість утримувати навантаження в стаціонарному положенні без перегріву двигуна;
- широкий діапазон робочих швидкостей.

Крокові двигуни знаходять широке застосування в різному устаткуванні:

- прилади точної механіки та оптики;
- вимірювальні прилади, зокрема спектрометри, газоаналізатори, прилади для аналізу нафтопродуктів;
- устаткування для відбору проб;
- прилади для контролю якості зерна, муки і т. п.;
- дозатори і живильники;
- пристрої перемішування;
- робототехніка;
- стрілочні прилади (спідометри, тахометри, годинники) для автоелектроніки, льотних тренажерів і т. д.;
- спектрометри;
- медичне і лабораторне устаткування;
- координатні і поворотні столи;

- приводи «Числового програмного керування» - фрезерні, гравіювання, шліфувальні, електроерозійні верстати, комплекси лазерного, плазмового, газового різання;

- приводи виконавчих механізмів конвеєрних систем;

- пакувальне, фасувальне, сортувальне устаткування;

- в'язальне, вишивальне устаткування;

- устаткування для намотування;

- поліграфічні автомати;

- морські станції радіолокацій і гідроакустичних;

- світлотехнічне устаткування;

- дисководи, принтери, сканери, копіювальні машини, а також різна побутова техніка;

- спеціальне технологічне устаткування.

Як правило, роботою крокового двигуна управляє електронна схема, а живлення його здійснюється від джерела постійного струму. Крокові двигуни застосовують для управління частотою обертання без застосування дорогого контура зворотного зв'язку. Цей привід використовується в приводі з розімкненим ланцюгом.

2.2 Електроприводи крокових двигунів для транспортних систем

Основні вимоги, що пред'являються до електродвигунів, використовуваних в транспортерах: [9]

- низький рівень вібрації;

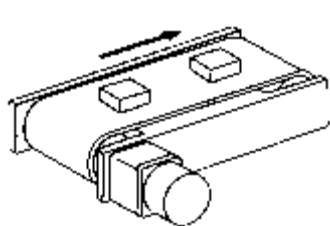
- параметри розгону/гальмування.

- роздільна здатність електромеханічної системи;

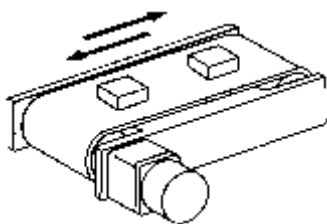
- точність останову.

Як приводи транспортних систем традиційно використовуються

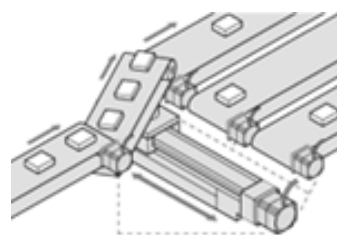
крокові двигуни (рис. 2.5).



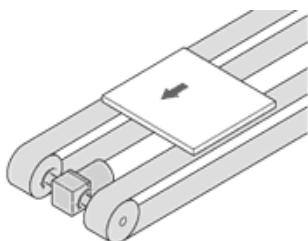
Стрічковий конвеєр



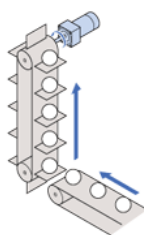
Реверсивний конвеєр



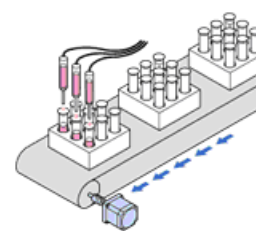
Конвеєрні системи



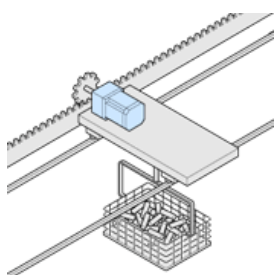
Пасовий транспортер



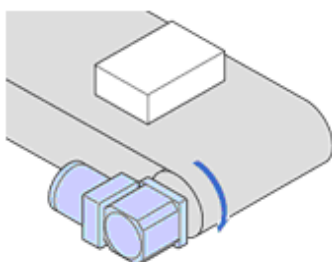
Елеватор



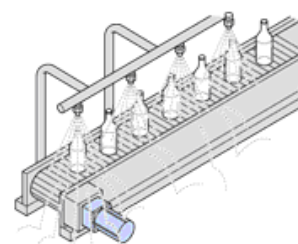
Лабораторне устаткування



Зубчаста рейка



Транспортер



Промивальний конвеєр

Рис. 2.5 Приклади використання крокових двигунів в транспортних системах

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА РОЗРОБКА 3D-МОДЕЛІ МЗП ШТУЧНИХ ВИРОБІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

3.1. Розрахунок стрічкового конвеєра

Технічні характеристики:

Виробність максимальна годинна $\Pi = 350$ кггод.

Властивості вантажу:

насипна маса вантажу $= 0,8$ кг/м³;

максимальний розмір шматка $a_{\max} = 350$ мм;

кут природного відкосу:

– у спокої $\varphi_{\text{сп}} = 30^\circ$;

– у русі $\varphi_{\text{р}} = 20^\circ$;

траса конвеєра: довжина $L = 430$ м; ділянки: $L_1 = 200$ м, $L_2 = 30$ м, $L_3 = 200$ м; кут нахилу: на ділянці L_2 буде $= 15^\circ$ (рис. 1).

Одані залежно від ширини стрічки. Названа таблиця містить дані про реалізовані та перевірені практикою конструкції конвеєрів. Тож визначення проектної ширини стрічки має бути узгодженим:

На перетині кривих знаходимо точку x : $B = 0,8$ м; $v = 1,8$ м/с.

За інших рівних обставин слід віддати перевагу варіантам з меншим значенням швидкості.

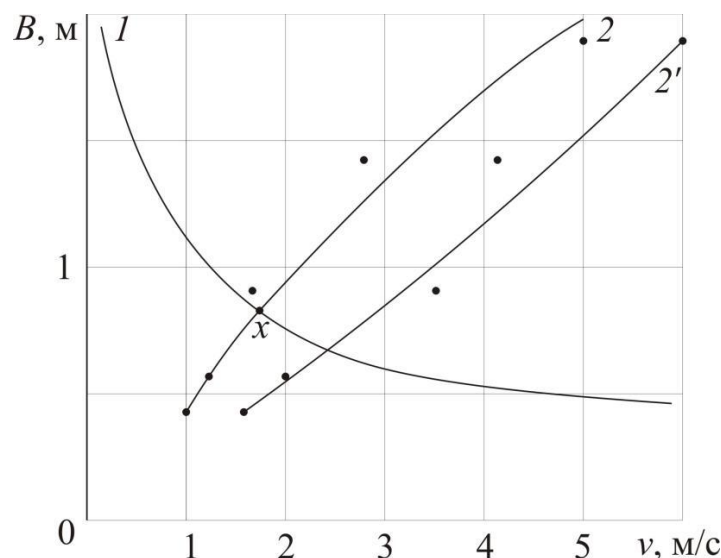


Рисунок 2 – Криві залежності потрібної ширини стрічки від швидкості транспортування:

l – розрахункова за умови забезпечення потрібної виробності; 2, 2 – за фактом реально виконаних проектів [1]

При вмісті шматків розміром $a_{\max} = 350$ мм у кількості 12 % від загальної маси вантажу ширина стрічки має задовольнити умову

$$B \geq (2,7 \dots 3,2) a_{\max} = (2,7 \dots 3,2) \cdot 350 = 945 \dots 1120 .$$

Відповідно до ГОСТ 20-76 приймаємо ширину стрічки

$$B = 1000 \text{ мм.}$$

Швидкість визначаємо за формулою виробності Q , т/год:

$$Q = 3600 \cdot k_y \cdot F \cdot \gamma \cdot v ,$$

$$v = \frac{Q}{3600 \cdot k_y \cdot \gamma \cdot F} .$$

Звідки :

Тут F – площа поперечного перерізу потоку вантажу.

Щоб знайти швидкість v , треба мати відомості щодо площі поперечного перерізу потоку вантажу (рис. 3).

Площу перерізу штабеля знаходять графічно чи аналітично. Це проста задача шкільної геометрії. Варто лише знати, що

У нашому випадку швидкість $v = 1,5$ м/с.

$$l \approx 0,4B .$$

Прагнення оптимальності параметрів ініціює варіювання значення α . Збільшення кута нахилу бічних роликів за певних значень B та φ_p зумовить підвищення погонного навантаження на стрічку, що дозволить забезпечити паспортну виробність за зменшеної швидкості стрічки. Сумлінний студент може знайти оптимальне значення кута α , при цьому маючи на увазі, що те значення α є стандартним ($\alpha = 15^\circ; 20^\circ; 30^\circ; 36^\circ; 45^\circ$).

3.2 Визначення навантажень на ковейєр

Для визначення натягів у стрічці вдаємося до методу тягового розрахунку за контуром.

Приймаємо привод конвеєра з одним приводним барабаном, кут обхвату якого $\alpha = 240^\circ$. Поверхня барабана футерована гумою.

Натяг у гілці, що набігає, (точка 13) відповідно до формули Ейлера:

$$S_{13} \leq S_1 \cdot e^{f\alpha} = 5,34 \cdot S_1.$$

Коефіцієнт тертя стрічки по гумі при сухій атмосфері $f = 0,40$.

При $\alpha =$

$= 240^\circ$ і $f = 0,40 e^{f\alpha} = 5,34$ (кут підставляють у радіанах) матимемо $e = 2,71$.

У рівнянні (2) два невідомих члени – S_{13} та S_1 . Для складання другого рівняння необхідно мати тяговий контур від точки 1 до точки 13, виражаючи натяг у всіх точках через натяг у точці 1 – S_1 .

Для наступного розрахунку потрібно знати погонні навантаження:

1. Від вантажу, що транспортується:

$$3,6 \cdot v \ 3,6 \cdot 1,5 \text{ м/с}$$

2. Від ваги роликів, які обертаються:

– робочої гілки

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_p} = \frac{250}{1,3} = 192,3 \frac{\text{І}}{\text{і}};$$

– холостої гілки

де l'_p – відстань між роликкооперами робочої гілки, приймаємо

$l'_p = 1300$ мм; l''_p – відстань між роликкооперами холостої гілки,

$l''_p = (2 \dots 2,5) l'_p$; $l'_p = (2 \dots 2,5) 1300 = (2600 \dots 3250)$ мм,

приймаємо $\ell_p'' = 3000$ мм;

G_p'' – вага частин роликкоопор, які обертаються, що застосовуються для підтримки робочої та холостої гілок; $G_p' = 250$ Н – для жолобчастої трироликової опори нормального виконання; $G_p'' = 215$ Н – для прямої роликкоопори (табл. 52 [1]).

3.3 Визначення геометричних параметрів траси та роликкоопор

Обчислимо радіуси перегину стрічки на кривих:

$$R_1 \geq 12B = 12 \cdot 1 = 12 \text{ м.}$$

Приймаємо $R_1 = 12,5$ м.

Знаючи значення R_1 , визначимо довжину дуги:

$$2\pi \cdot R \cdot 18^\circ \cdot 3,14 \cdot 12,5 \cdot 15^\circ$$

Мінімальний радіус перегину стрічки на кривій опуклістю донизу при незавантаженій стрічці:

$$R_{\min} \geq \frac{S_{11}q_0}{g} = \frac{22187,4}{145,68 + 635,8} = 152,3 \text{ Н.}$$

При завантаженій стрічці мінімальний радіус становить:

$$R_{\min} \geq \frac{S_{11}}{g} = \frac{22187,4}{145,68 + 635,8} = 28,4 \text{ Н.}$$

$q + q_0$

Приймаємо $R_{\min} = 155$ м. $145,68 + 635,8$

Визначення геометричних розмірів роликкоопор (рис. 4):

- для робочої гілки

$$d_p = 127 \text{ мм; } c = 20 \text{ мм; } a = 0,06B = 0,06 \cdot 1000 = 60 \text{ мм; } \alpha = 30^\circ;$$

$$l = 360 \text{ мм;}$$

- для холостої гілки : $d_p = 127$ мм;

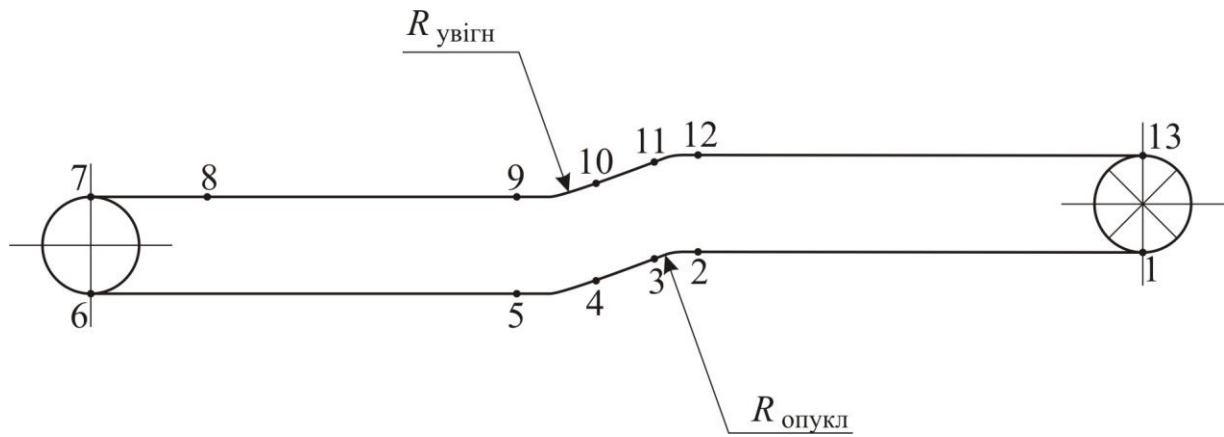


Рисунок 4 – Траса конвеєра

Задавшись числом прокладок стрічки (апріорі $n = 6$), визначаємо

її вагу за формулою

$$q_0 = 1100B \cdot g(\delta_i \cdot n + h_1 + h_2) =$$

$$= 1100 \cdot 1 \cdot 9,81(0,00125 \cdot 6 + 0,004 + 0,002) = 145,68$$

де 1100 – питома вага стрічки, Н/м^3 ; $\delta = 1,25$ мм – товщина прокладки;
 $h_1 = 4$ мм – товщина верхньої обкладки; $h_2 = 2$ мм – товщина
 нижньої обкладки.

3.4 Визначення натягів у стрічці

Натяг у характерних точках тягового контуру:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + 1521,$$

$$66;$$

$$W_{1-2} = (q_0 + q'_p) \cdot L_3 \cdot \omega' = (145,68 + 71,7) \cdot 200 \cdot 0,035 = 1521,6$$

$$\text{Н,}$$

де $W' = 0,035$ – коефіцієнт опору рухові стрічки, який залежить від типу підшипника, змащення, ущільнення та інших умов експлуатації конвеєра.

Виконаємо розрахунки:

$$S_3 = k \cdot S_2 = 1,03 \cdot (S_1 + 1521,66) = 1,03 \cdot S_1 + 1567,3;$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = 1,04S_1 + 1567,3 - 908,1 = 1,03S_1 + 659,2 \text{ Н};$$

$$W_{3-4} = q_0 L_2 \omega' \cos \beta + q'_p L_2 \omega' - q_0 L_2 \sin \beta = 145,68 \cdot 30 \cdot 0,035 \cdot \cos 15^\circ$$

$$-145,68 \cdot 30 \cdot \sin 15^\circ = -908,1 \text{ Н};$$

$$0,66) = 1 = 1,113 \cdot S_1 + 2310,7 + 59,$$

де $v_0 = 0$ м/с – складова швидкість вантажу уздовж стрічки для даного випадку; $g = 9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння; $h' = 1,0$ м – висота

падіння вантажу на стрічку.

Продовжимо обчислення:

$$\begin{aligned} S_9 &= S_8 + W_{8-9} = 1,113 \cdot S_1 + 2369,9 + (q + q_0 + q'_p) \cdot L_1 \cdot \omega' = \\ &= 1,113 \cdot S_1 + 2369,9 + (635,8 + 145,68 + 192,3) \cdot 200 \cdot 0,035 = \\ &= 1,113 \cdot S_1 + 9186,36 \text{ Н}; \end{aligned}$$

$$S_{10} = S_9 = 1,113 \cdot S_1 + 9186,36 \text{ Н};$$

$$\begin{aligned} S_{11} &= S_{10} + W_{10-11} = 1,113 \cdot S_1 + 9186,36 + 7062,4 = \\ &= 1,092S_1 + 16248,7 \text{ Н}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{10-11} &= (q_0 + q)L_2 \omega' \cos \beta + q'_p L_2 \omega' + (q_0 + q)L_2 \sin \beta = \\ &= (145,68 + 635,8) \cdot 30 \cdot 0,035 \cdot \cos 15^\circ + \\ &+ 192,3 \cdot 30 \cdot 0,035 + (145,68 + 635,8) \cdot 30 \cdot \sin 15^\circ = 7062,4 \text{ Н}; \end{aligned}$$

$$S_{12} = 1,03 \cdot S_{11} = 1,03 \cdot (1,092S_1 + 16248,7) = 1,125 \cdot S_1 + 16736,2 \text{ Н};$$

$$S_{13} = S_{12} + W_{12-13} = 1,125 \cdot S_1 + 16736,2 + 6816,5 = 1,125S_1 + 22922,7 \text{ Н};$$

$$W_{12-13} = (q + q_0 + q'_p) \cdot L_1 \cdot \omega' = (635,8 + 145,68 + 192,3) \cdot 200 \cdot 0,035 = 6816,5 \text{ Н.}$$

Розв'язавши систему рівнянь для граничного стану, за якого відсутнє ковзання барабана відносно стрічки, отримаємо S_1 :

$$\{ S_{13} = 5,34 \cdot S_1,$$

$$\left. \begin{aligned} S_{13} &= 1,125 \cdot S_1 + 22922,7; \end{aligned} \right\}$$

$$1,125 \cdot S_1 + 22922,7 = 5,34 \cdot S_1,$$

$$5,34 \cdot S_1 - 1,125 \cdot S_1 = 22922,7,$$

$$4,215 \cdot S_1 = 22922,7,$$

$$S = \frac{22922,7}{4,215} = 5438,4 \text{ Н.}$$

Визначаємо числові значення натягу стрічки в характерних точках:

$$S_2 = S_1 + 1521,66 = 5438,4 + 1521,66 = 6960 \text{ Н;}$$

$$S_3 = 1,03 \cdot S_1 + 1567,3 = 1,03 \cdot 5438,4 + 1567,3 = 7168,9 \text{ Н;}$$

$$S_4 = 1,03 \cdot S_1 + 659,2 = 1,03 \cdot 5438,4 + 659,2 = 6260,8 \text{ Н;}$$

$$S_5 = 1,06 \cdot S_1 + 679 = 1,06 \cdot 5438,4 + 679 = 6443,7 \text{ Н;}$$

$$S_6 = 1,06 \cdot S_1 + 2200,66 = 1,06 \cdot 5438,4 + 2200,66 = 7965,4 \text{ Н;}$$

$$S_7 = 1,113 \cdot S_1 + 2310,7 = 1,113 \cdot 5438,4 + 2310,7 = 8363,6 \text{ Н;}$$

$$S_8 = 1,113 \cdot S_1 + 2369,9 = 1,113 \cdot 5438,4 + 2369,9 = 8422,8 \text{ Н};$$

$$S_{10} = S_9 = 1,113 \cdot S_1 + 9186,36 = 1,113 \cdot 5438,4 + 9186,36 = 15239,3 \text{ Н};$$

$$S_{11} = 1,092 \cdot S_1 + 16248,7 = 1,092 \cdot 5438,4 + 16248,7 = 22187,4 \text{ Н}; S_{12}$$

$$= 1,125 \cdot S_1 + 16736,2 = 1,125 \cdot 5438,4 + 16736,2 = 22854,4 \text{ Н};$$

$$S_{13} = 1,125 \cdot S_1 + 22922,7 = 1,125 \cdot 5438,4 + 22922,7 = 29040,9 \text{ Н}.$$

За обчисленими значеннями будемо діаграму натягів стрічки (рис. 5).

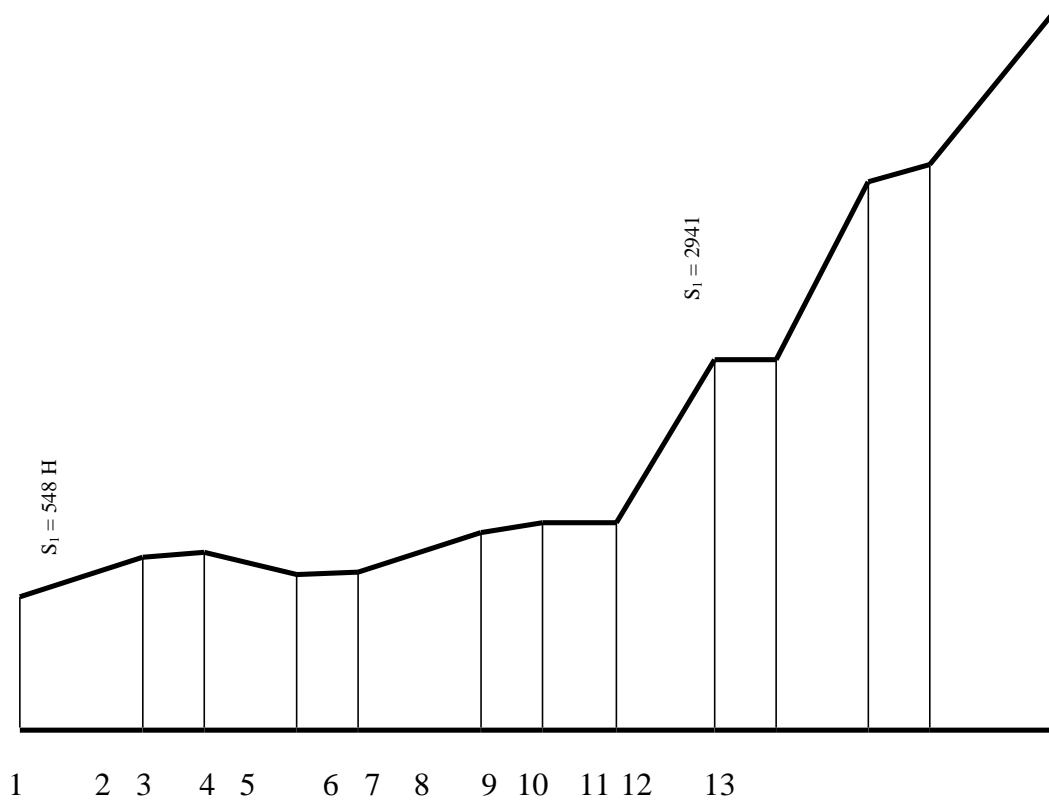


Рисунок 5 – Діаграма натягу в стрічці

3.5 Визначення максимального провисання стрічки між ролик-опорами робочої вітки в місці найменшого натягу

Максимальне провисання стрічки має задовольняти вимоги:

- для робочої вітки при $l'_p = 1,3$ м

$$y_{\max} = \frac{(q_0 + q) \cdot (l'_p)^2}{8S_{\min}} \leq 0,025 \cdot l'_p.$$

$$y_{\max} = (145,68 + 635,0) \cdot 1,3^2$$

$$8 \cdot 8422,8 = 0,02 < 0,03 \cdot l'_p = 0,03 \cdot 1,3 = 0,039 \text{ м}.$$

Провисання стрічки при мінімальному її натягу перебуває у межах допустимої норми.

3.6. Розрахунок привода конвеєра

Опір пересуванню стрічки

$$W_0 = S_{13} - S_1 = 29040 - 5438 = 23602 \text{ Н}.$$

Розрахункова потужність двигуна привода стрічкового конвеєра

$$N = \frac{W_0 \cdot v}{\eta_p} = \frac{23602 \cdot 1,5}{0,85} = 40,9 \text{ кВт},$$

де $\eta_m = 0,85$ – ККД трансмісії.

$$1000 \cdot 0,85$$

Встановлена потужність двигуна становить:

$$N_0 = n_y \cdot N_p = 1,1 \cdot 40,9 = 44,99 \text{ кВт}$$

де $n_y = (1,1 \dots 1,2)$ – коефіцієнт установленної потужності (запас потужності).

За каталогом обираємо асинхронний двигун типу 4A250S6Y3

з такими даними:

потужність $N = 45$ кВт, $n = 1000$ об/хв ($\omega = 104,7$ рад/с),

$$M_{i \cdot \max} = 2,0; J M_{H=0,7} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

3.7 Вибір стрічки

Оскільки кут бічних роликів жолобчастих роликкоопор становить 30° , беремо стрічку з прокладками з синтетичної тканини (капрону) з межею міцності однієї прокладки $\sigma_p = 1800$ Н/см. Стрічка сприймає максимальний натяг $S_{\max} = S_{13} = 29041$ Н, запас міцності $n = 10$.

Число прокладок (основні) стрічки

$$i = \frac{S_{\max} \cdot n}{1800 \cdot 100} = \frac{29041 \cdot 10}{1800 \cdot 100} = 1,6 \cdot p \cdot B$$

Приймаємо стрічку, яка має дві основні прокладки та дві з уточнювальною тканиною. Оскільки спочатку для розрахунку було взято стрічку з шістьма прокладками, то перераховувати конвеєр не треба.

3.8. Визначення діаметра барабанів

Діаметр приводного барабана обчислюється так:

$$D_a = a_1 \cdot i = 200 \cdot 2 = 400 \text{ мм},$$

де $a_1 = 180 \dots 200$ – для стрічок з прокладками з синтетичної тканини.

Мінімально допустимий діаметр приводного барабана перевіряємо за тиском, що допускається між стрічкою та барабаном:

$$p = \frac{2S_{13}}{D_a \cdot B} \leq [p],$$

$$p = \frac{2 \cdot 29041}{40 \cdot 100} = 14,52 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq [p] = 39,24$$

Приймаємо з конструктивних міркувань $D_6 = 500$ мм.

Діаметр кінцевого та натяжного барабанів:

$$D_1 = 0,8D_6 = 0,8 \cdot 400 = 320 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D_1 = 500$ мм [1, с. 297, табл. 56].

Діаметр барабана, що відхиляє стрічку

$$D_2 = 0,65D_6 = 0,65 \cdot 400 = 260 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_2 = 320$ мм, оскільки потрібно брати наступне значення за [1, с. 297, табл. 56].

Довжина барабанів

$$L_6 = B + a_6 = 1000 + 150 = 1150 \text{ мм.}$$

Частота обертання приводного барабана

$$n = \frac{60 \cdot \nu}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 1,5}{\pi \cdot 3,14 \cdot 0,556} = 52,6 \text{ об/хв,}$$

де $D = D_6 + 2\Delta_\phi = 0,5 + 2 \cdot 0,028 = 0,556$ м ($\Delta_\phi = 0,028$ м – товщина гумової футерівки).

3.9. Вибір редуктора

Потрібне передавальне число редуктора

$$u_{\text{р.р}} = \frac{n}{n_a} = \frac{1000}{52,6} = 19,01.$$

Розрахункова потужність редуктора

де k'_p – коефіцієнт умов роботи (для спокійного характеру навантаження)

за безперервної роботи протягом 24 год на добу ($k'_p = 1,25$).

За каталогом обираємо редуктор Ц2-650 двоступінчастий з міжосьовою відстанню між швидкохідним та тихохідним валами $A_c = 650$ мм, з передавальним числом $u_p = 19,88$; $N_{ред} = 89,4$ кВт.

3.10 Перевірка привода конвеєра на пуск та гальмування

Потрібно визначити опір рухові стрічок у період пуску (після тривалої зупинки конвеєра).

Коефіцієнт опору рухові стрічок у період пуску

$$W'_1 = W' \cdot k_{\pi} = 0,035 \cdot 1,3 = 0,046,$$

де $k_{\pi} = 1,3$ – коефіцієнт збільшення статичних опорів при пуску.

Натяг у точках зростає зі збільшенням ω' :

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + 2000,$$

$$W_{1-2} = (q_0 + q'_p) \cdot L_3 \cdot \omega' = (145,68 + 71,7) \cdot 200 \cdot 0,046 = 2000 \text{ Н}$$

$$S_3 = k \cdot S_2 = 1,03 \cdot (S_1 + 2000) = 1,03 \cdot S_1 + 2060;$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = 1,04S_1 + 2060 - 838 = 1,03S_1 + 1222$$

$$W = q L \omega' \cos \beta + q' L \omega' - q L$$

$$\sin \beta = 145,68 \cdot 30 \cdot 0,046 \cdot \cos 15^\circ$$

$$+ 71,7 \cdot 30 \cdot 0,046 - 145,68 \cdot 30 \cdot \sin 15^\circ = -838 \text{ Í ;}$$

$$S_5 = k \cdot S_4 = 1,03 \cdot (1,03 \cdot S_1 + 1222) = 1,06 \cdot S_1 + 1259;$$

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = 1,06 \cdot S_1 + 1259 + 2000 = 1,06 \cdot S_1 + 3259 \text{ Н;}$$

$$W_{5-6} = q_0 L_1 \omega' + q'_p L_1 \omega' = 145,68 \cdot 200 \cdot 0,046 + 71,7 \cdot 200 \cdot 0,046 = 2000 \text{ Í ;}$$

$$S_7 = 1,05 \cdot S_6 = 1,05 \cdot (1,06 \cdot S_1 + 3259) = 1,113 \cdot S_1 + 3422 \text{ Н;}$$

$$S_8 = S_7 + W_{\text{св}} = 1,113 \cdot S_1 + 3422 + 59,2 = 1,113 \cdot S_1 + 3481,2 \text{ Н}$$

де $v_0 = 0$ м/с – складова швидкості вантажу уздовж стрічки для даного випадку; $g = 9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння; $h' = 1,0$ м – висота падіння вантажу на стрічку.

Продовжимо розрахунки:

$$\begin{aligned} S_9 &= S_8 + W_{8-9} = 1,113 \cdot S_1 + 3482,1 + (q + q_0 + q'_p) \cdot L_1 \cdot \omega' = \\ &= 1,113 \cdot S_1 + 3482,1 + (635,8 + 145,68 + 192,3) \cdot 200 \cdot 0,046 = \\ &= 1,113 \cdot S_1 + 12440,9 \text{ Н;} \end{aligned}$$

$$S_{10} = S_9 = 1,113 \cdot S_1 + 12440,9 \text{ Н;}$$

$$S_{11} = S_{10} + W_{10-11} = 1,113 \cdot S_1 + 12440,9 + 7374,9 = 1,092S_1 + 19815,8 \text{ Н;}$$

$$\begin{aligned} W_{10-11} &= (q_0 + q)L_2\omega' \cos\beta + q'_p L_2\omega' + (q_0 + q)L_2 \sin\beta = (145,68 + 635,8) \cdot 30 \cdot 0,046 \cdot \\ &\cos 15 + 192,3 \cdot 30 \cdot 0,046 + (145,68 + 635,8) \cdot 30 \cdot \sin 15^\circ = 7374,9 \text{ Н;} \end{aligned}$$

$$S_{12} = 1,03 \cdot S_{11} = 1,03 \cdot (1,092S_1 + 19815,8) = 1,125 \cdot S_1 + 20410,3 \text{ Н;}$$

$$S_{13} = S_{12} + W_{12-13} = 1,125 \cdot S_1 + 20410,3 + 8958,8 = 1,125S_1 + 29369,1 \text{ Н;}$$

$$W_{12-13} = (q + q_0 + q'_p) \cdot L_1 \cdot \omega' = (635,8 + 145,68 + 192,3) \cdot 200 \cdot 0,046 = 8958,8 \text{ Н.}$$

Розв'язавши систему рівнянь для граничного стану, за якого відсутнє ковзання барабана відносно стрічки, отримаємо S_1 :

$$\{ S_{13} = 5,34 \cdot S_1,$$

$$\left. \begin{aligned} S_{13} &= 1,125 \cdot S_1 + 29369,1; \end{aligned} \right\}$$

$$1,125 \cdot S_1 + 29369,1 = 5,34 \cdot S_1,$$

$$5,34 \cdot S_1 - 1,125 \cdot S_1 = 29369,1,$$

$$4,215 \cdot S_1 = 29369,1,$$

$$S = \frac{29369,1}{4} = 6967,8 \text{ Н.}$$

Визначаємо числові значення натягу стрічки в характерних точках:

$$S_2 = S_1 + 2000 = 6967,8 + 2000 = 8967,8 \text{ Н;}$$

$$S_3 = 1,03 \cdot S_1 + 2060 = 1,03 \cdot 6967,8 + 2060 = 9236,8 \text{ Н;}$$

$$S_4 = 1,03 \cdot S_1 + 1222 = 1,03 \cdot 6967,8 + 1222 = 8398,8 \text{ Н;}$$

$$S_5 = 1,06 \cdot S_1 + 1259 = 1,06 \cdot 6967,8 + 1259 = 8644,9 \text{ Н;}$$

$$S_6 = 1,06 \cdot S_1 + 3259 = 1,06 \cdot 6967,8 + 3259 = 13538,7 \text{ Н;}$$

$$S_7 = 1,113 \cdot S_1 + 3422 = 1,113 \cdot 6967,8 + 3422 = 11177,2 \text{ Н;}$$

$$S_8 = 1,113 \cdot S_1 + 3481,2 = 1,113 \cdot 6967,8 + 3481,2 = 11236,4 \text{ Н;}$$

$$S_{10} = S_9 = 1,113 \cdot S_1 + 12440,9 = 1,113 \cdot 6967,8 + 12440,9 = 20196,1 \text{ Н;}$$

$$S_{11} = 1,092 \cdot S_1 + 19815,8 = 1,092 \cdot 6967,8 + 19815,8 = 27424,6 \text{ Н; } S_{12}$$

$$= 1,125 \cdot S_1 + 20410,3 = 1,125 \cdot 6967,8 + 20410,3 = 28249,1 \text{ Н; } S_{13} =$$

$$1,125 \cdot S_1 + 29369,1 = 1,125 \cdot 6967,8 + 29369,1 = 37207,9 \text{ Н.}$$

Тяглове статичне зусилля при пуску

$$W = S_{13} - S_1 = 37207,9 - 6967,8 = 30240,1 \text{ Н.}$$

Статичний момент, приведений до вала електродвигуна, такий:

де $\eta_{\text{п}}$ – ККД в період пуску привода:

$$\eta_{\text{п}} = 1 - (1 - \eta_{\text{i}}) k_{\text{р}} \cdot c_{\text{д}} = 1 - (1 - 0,85) \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 0,883 \approx 0,9,$$

де $c_{\text{т}} = 0,55 \div 0,6$ – коефіцієнт можливого зменшення опору руху стрічки. Момент інерції усіх мас конвеєра, які рухаються, приведених до вала двигуна, буде такий $= 0,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – момент інерції ротора; $J_{\text{i}} = 0,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – момент інерції муфти; $\delta = 1,15$ – коефіцієнт, який ураховує момент інерції деталі привода, які обертаються повільніше, ніж вал двигуна; $m_{\text{е}}$

– приведена маса частин конвеєра, які рухаються, та вантажу на ньому:

де k_y

$= 0,5 \dots 0,7$ – коефіцієнт, який урахує пружне подовження стрічки, в результаті чого всі маси конвеєра починають рухатися одночасно;

$k_c = 0,7 \dots 0,9$ – коефіцієнт, який урахує, що колова швидкість частин мас, які обертаються, менша, ніж швидкість руху стрічки v ; G_δ

ликів та барабанів конвеєра:

– вага $roG_\delta = (q'_p + q_p)L + \sum G_a$

$= (192,3 + 71,7) \cdot 430 + 10000 = 123520 \text{ Н}$,

де $G_\delta \approx 10000 \text{ Н}$ – вага барабанів.

Середній пусковий момент двигуна:

$$M_{i.\text{н\ddot{o}}} = \frac{M_{i.\text{max}} + \dot{I}_{i.\text{min}}}{2} = \frac{2,0 \cdot M_{i\text{ii}} + 1,1 \cdot M_{i\text{ii}}}{2} = 1,55 \cdot M_{i\text{ii}} = 1,8 \cdot 975 \frac{\text{Н}}{\text{н}} =$$

$$= 1,55 \cdot 975 \frac{45}{104,7} = 650 \text{ Н} \cdot \dot{i} .$$

Час пуску конвеєра:

$$t = 2 \left(\frac{L_{\dot{e}}}{C_1} + \frac{L_{\dot{e}}}{C_2} \right) = 2 \left(\frac{300}{410} + \frac{300}{826} \right) = 2,2 \text{ с},$$

Час, після якого зусилля в гілці конвеєра, що набігає, досягає макси- мального значення:

де L_k – довжина конвеєра, м; C_1 – швидкість поширення пружної хвилі в робочій вітці стрічки, м/с; C_2 – швидкість поширення пружної хвилі в холостій вітці стрічки, м/с.

Спочатку знаходимо

$$C_1 = \sqrt{\frac{E_0}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{150 \cdot 10^5}{99,3}} = 389$$

де E_0 – приведена жорсткість стрічки, Н:

$$E_0 = E \cdot B \cdot i = 25000 \cdot 100 \cdot 6 = 150 \cdot 10^5 \text{ Н};$$

ρ_1 – погона щільність частин конвеєра, які рухаються в робочій вітці стрічки:

$$\rho_1 = \frac{1}{g} (q + q_0 + q'_p) = \frac{1}{9,81} (635,8 + 145,68 + 192,3) = 99,3$$

Оскільки час пуску конвеєра $t_{\text{п}}$ більший за час t , то максимальне динамічне зусилля в стрічці в точці набігу визначаємо за формулою

$$S_{i \dot{a}. \ddot{a}} = W_{\ddot{a}} \left(1 - e^{-\frac{C_1 \cdot \rho_1 t}{m_{i \delta}}} \right)$$

де $W_{\ddot{a}}$ – надлишкове динамічне колове зусилля, яке передається стрічці від привода в пусковий період, Н:

$m_{\text{пр}}$ – вага частин привода, які обертаються та які приведені до обода барабана:

$$m_{i \delta} = \frac{m_{\text{пр}}}{2} = R = 0,343^2 = 3871$$

$e = 2,71$ – основа натурального логарифма.

Підставивши числові значення параметрів у формулу, отримаємо:

Максимальне зусилля в стрічці при пуску

$$S_{\text{max}} = S_{13} + S_{i \dot{a}. \ddot{a}} = 37207,9 + 9674 = 46882 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт динамічності

$$k_{\ddot{a}} = \frac{S_{\text{max}}}{S_{13}} = \frac{46882}{37207,9} = 1,3.$$

$$S_{13}=37207,9$$

У період пуску конвеєра натяг у вітці, що збігає, буде таким:

$$S \geq \frac{S_{\max}}{i} = \frac{46882}{5} = 8779,4 \text{ Н.}$$

Вага натяжного вантажу: при сталому режимі роботи конвеєра

$$G = \frac{S_6 + S_7}{i} \approx \frac{2 \cdot S_6}{i} = \frac{2 \cdot 7965,4}{5} = 16769,3 \text{ Н;}$$

у пусковий період

$$0,95 = \frac{S_6 + S_7}{i} \approx \frac{2 \cdot S_6}{i} = \frac{2 \cdot 13538,7}{5} = 28502,5 \text{ Н,}$$

0,95 – ККД натяжного пристрою.

Таким чином, для підтримання у стрічці оптимального натягу доцільно застосувати автоматичний натяжний пристрій. Якщо немає простих і надійних пристроїв, приймаємо вантажний натяжний пристрій з вагою вантажу $G_i = 16769,3 \text{ Н}$.

При такому значенні ваги натяжного вантажу після пуску завантаженого конвеєра буде відбуватися пробуксовування приводного барабана відносно стрічки. Досліди показали, що таке пробуксовування допустиме, тому що воно не чинить істотного впливу на знос стрічки. При встановленому русі конвеєра приводний барабан працює без пробуксовування.

Хід натяжного пристрою

$$l_i = (0,02 \dots 0,04)L + 0,3 = 0,02 \cdot 430 + 0,3 = 8,9 \text{ м.}$$

Прийнявши характер змін швидкості стрічки від $v = 2,7 \text{ м/с}$ до $v_0 = 0 \text{ м/с}$ лінійним, отримаємо необхідний час гальмування:

$$t_{\delta} = \frac{2 \cdot l_{\delta}}{v} = \frac{2 \cdot 2,5}{2,7} = 1,85 \text{ с.}$$

Статичний момент на валу двигуна в процесі гальмування

$$= \frac{W_0 \cdot D \cdot \eta_i}{i} = \frac{23602 \cdot 0,686 \cdot 0,85}{5} = 344 \text{ Н}$$

Момент інерції усіх мас конвеєра, які рухаються та приведені до вала двигуна, такий:

$$J = \frac{u}{\delta} \cdot J + \frac{m_{\hat{e}} \cdot R}{\eta} = 1,15 \cdot 0,7 + \frac{24726,7 \cdot 0,343}{0,85} = 4,9$$

гальмування конвеєра

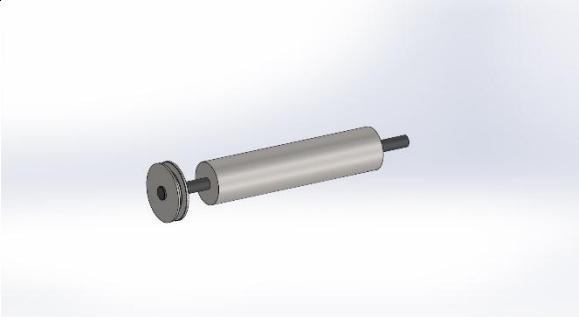
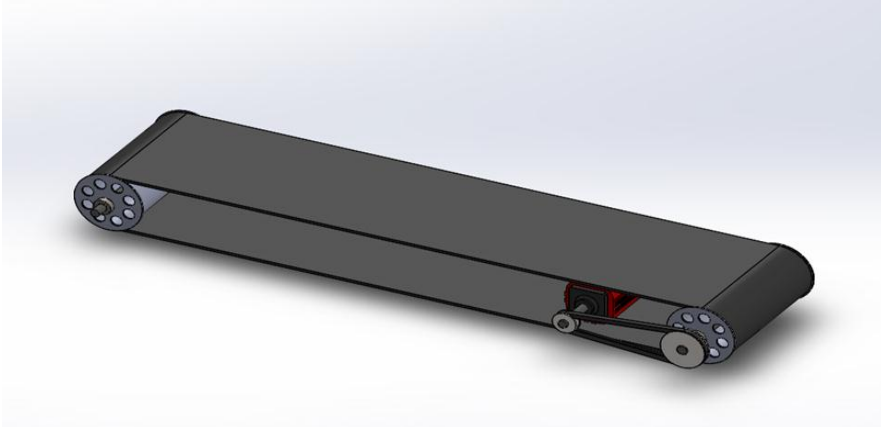
$$\frac{4,9 \cdot 104,7}{-344} = -66,7 \text{ Н}$$

Гальмо не потрібне. Але беручи до уваги можливі зміни режиму роботи, приймаємо колодкове гальмо типу ТКТГ-300м з максимальним гальмівним моментом 800 Н · м.

3.11. Розробка 3D-моделі МЗП пристрою у програмі SolidWorks

Таблиця 3.7

1	 A 3D model of a long, thin, cylindrical shaft with a slightly larger diameter section at one end.	Вал нятяжного барабану
2	 A 3D model of a red electric motor with a grey shaft protruding from the front.	Електродвигун і ведучий шків
3	 A 3D model of a grey, rectangular conveyor belt with rounded ends.	Полотно конвеєра
4	 A 3D model of a black, looped drive belt.	Привідний ремінь
5	 A 3D model of a grey ball bearing, shown from a perspective view.	Кульковий радіальний підшипник (закрит. типу)

6	 A 3D CAD model of a drive shaft. It consists of a central cylindrical shaft with a pulley (a circular disc with a groove) attached to one end. The shaft has a small protrusion at the other end.	Ведучий вал і шків
7	 A 3D CAD model of a belt conveyor system. It shows a long, dark grey rectangular frame. A black rubber belt is stretched across the frame. At the front end, there is a pulley. At the back end, there is a drive mechanism consisting of a motor, a gear, and a pulley connected to the belt.	Готова модель стрічкового конвеєра

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

В магістерському дипломному проєкті проведений огляд і аналіз існуючих конструкцій і принципу дії конвеєрів, що використовуються в різних галузях промисловості. Окрема увага приділена конвеєрним пристроям та системам автоматизації складу.

Автоматизація виробничого процесу досягається шляхом використання систем машин-автоматів, що являють собою комбінацію різноманітного устаткування та інших технічних пристроїв, розташованих у технологічній послідовності й об'єднаних засобами транспортування, контролю та управління для виконання часткових процесів виготовлення виробів. Особливо важливу роль при цьому відіграє комплексна автоматизація виробництва, коли без безпосереднього втручання людини, але під її контролем машинами-автоматами здійснюються всі процеси виробництва — від надходження сировини до виходу готового продукту.

Під автоматизацією виробництва розуміють процес, під час якого всі або переважна частина операцій, що потребують фізичних зусиль робітника, передаються машинам і здійснюються без його особистої участі, крім функції налагодження, нагляду і контролю.

Класифікація автоматизованих систем здійснюється по ряду ознак. У залежності від задачі, що має бути вирішена, можна вибрати різні ознаки кваліфікації. При цьому одна й та ж автоматизована система може характеризуватися однією або кількома ознаками. В якості ознак класифікації автоматизованих систем використовуються такі:

- напрям діяльності;
- область і специфіка застосування;
- територія;
- організація інформаційних процесів;
- призначення;
- структура тощо.

Основним призначенням АСУ ТП є автоматична оптимізація технологічних процесів виготовлення продукції на підприємстві. В АСУ ТП забезпечується:

- реалізація законів управління і як наслідок – ефективне проведення технологічного процесу;
- висока якість продукції, тобто випускається максимально можлива кількість готової продукції при забезпеченні необхідної її якості з допустимого завантаження технологічного обладнання;
- в ідеальному випадку витрати повинні бути мінімальними, готова продукції з найменшим полем допусків і мінімумом браку.

Підвищення ефективності АСУ ТП досягається в процесі комплексного проектування, проектування, при якому забезпечується ув'язка функціонування всіх підсистем в інтересах поставленої цілі – автоматизації технологічного процесу.

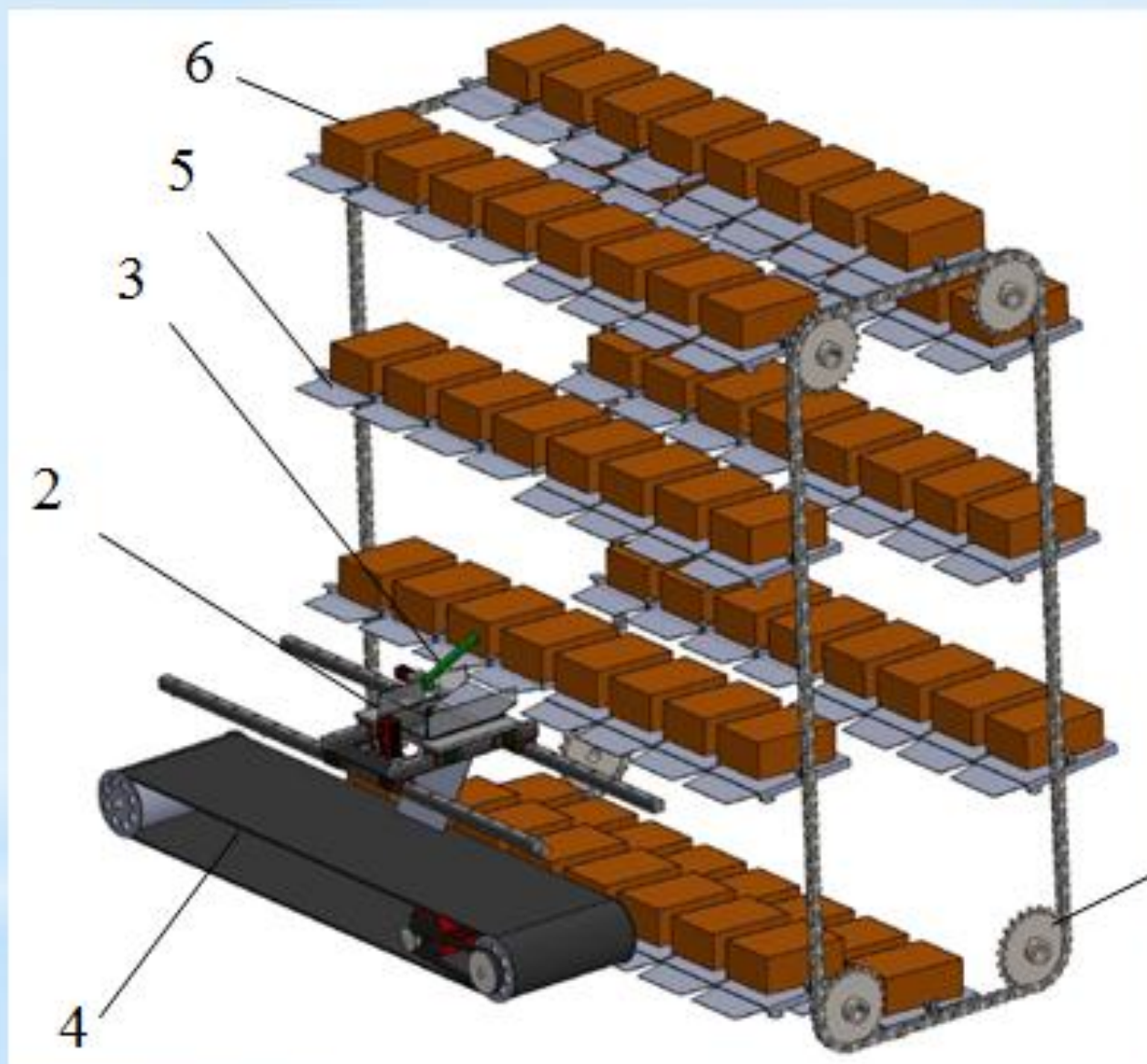
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шаговые двигатели: учеб. Пособие / А.В. Емельянов, А.Н. Шилин / ВолгГТУ.- Волгоград, 2005.-329с
2. Еволюція конвеєра: http://www.eti.su/articles/over/over_227.html.
3. Устройство и принцип работы двигателя на постоянных магнитах [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://slarkenergy.ru/oborudovanie/engine/na-postoyannyx-magnitax.html>.
4. Лекція:"Крокові двигуни" [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://em.fea.kpi.ua/images/doc_stud/distsiplini/brem/BREM_Lekciya_10.pdf.
5. Арменский Е.В. Фалк Г.Б. Электромеханические устройства автоматики: Учебное пособие / Московский государственный институт электроники и математики. М., 2002.Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2005. – 408 с.
6. Системы управления электроприводами.
http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wpcontent/uploads/sites/67/2017/02/EMCS_Kachanov_1_lectures.pdf
7. Корнеев В., Киселев А. Современные микропроцессоры., БХВ-Петербург 2012. 448 с.
8. Розодюк М. П., Козак М. О. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни "Дослідження крокового двигуна". – Вінниця: ВНТУ, 37 с.
9. Белов М.П. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации / М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярукидр., под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. М.: Издат. центр «Академия», 2006. 368 с.
10. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию. М.: Высшая школа, 2000. 180 с.
11. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления / Т. Кенио; пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.
12. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат

- Arduino/Freduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 256 с. ил - (Электроника).
13. Автоматизовані системи управління технологічного процесу в хімічних виробництвах: курс лекцій / Укладач Л.В.Борисова. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 98 с.
14. Організація виробництва: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів/ Володимир Онищенко, Олександр Редкін, Анатолій Старовірець, Віра Чевганова,. - К.: Лібра, 2005. - 334 с.
15. Конвейеры: Справочник / Р.А. Волков, А.Н. Гнутов, и др. под общ. ред. Ю.А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1984. 367 с.
16. Конвеєри. Режим доступу: <https://www.3bhungaria.com.ua/conv>
17. Анучин А.С. Системы управления электроприводом: учебник для вузов. М.: Издат. дом МЭИ, 2015. 373 с.

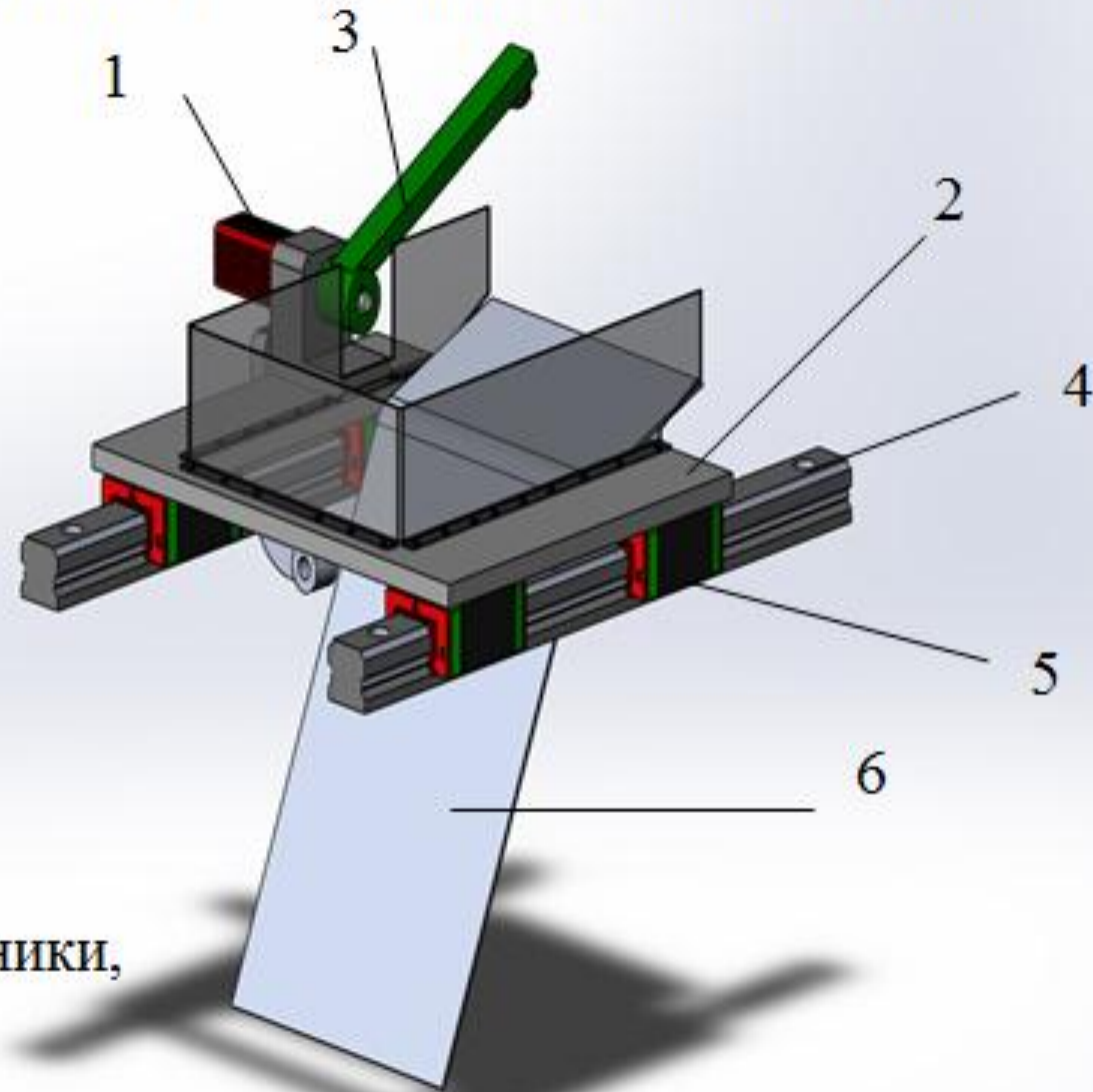
ДОДАТОК
Графічні матеріали ДМП

Конструкція роботизованого складу елеваторного типу



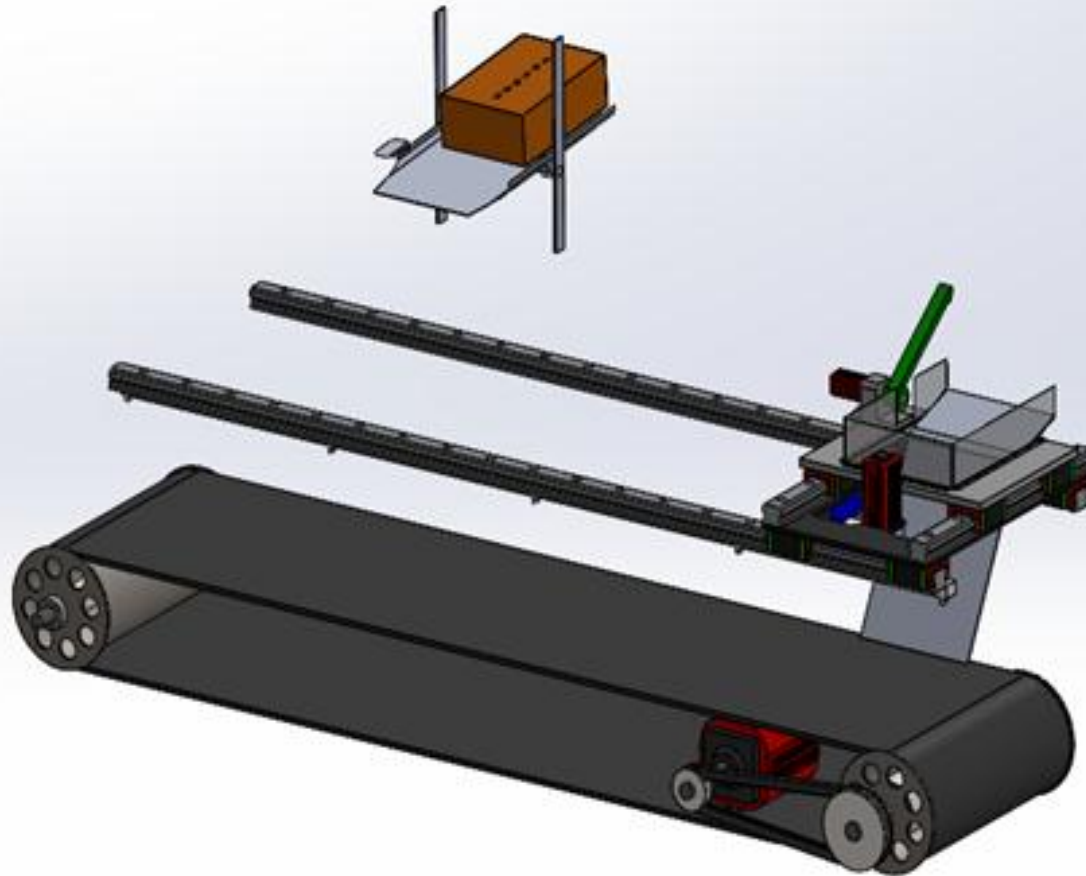
- 1- конвеєр елеваторного типу
- 2-каретка розвантажувальна
- 3 – важіль
- 4 – стрічковий транспортер
- 5 – люлька
- 6 – контейнер
- 1

Конструкція каретки розвантажувального пристрою

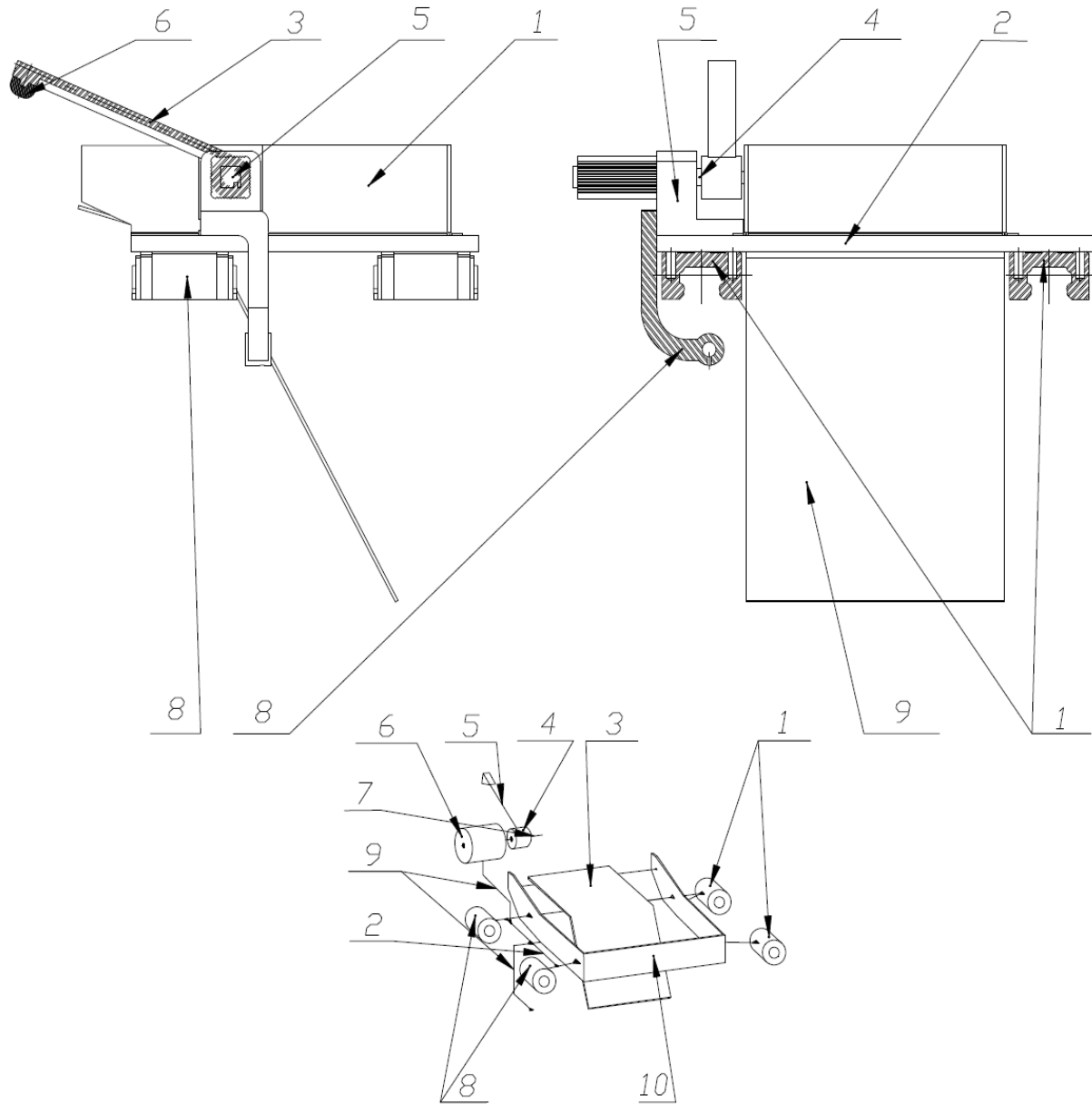


- 1 - серводвигун,
- 2 – каретка,
- 3 – важіль,
- 5 - лінійні підшипники,
- 6 - направляюча

Конструкція механізму розвантажувального пристрою деталей
легкої промисловості



ELI 0000 LEW LAD



Поз	Найменування	Кіл
<i>Зново розроблені</i>		
1	Стінка каретки	1
2	Верхня основа каретки	1
3	Штун	1
4	Вал шатуна	1
5	Кріплення шатуна	1
6	Насадка для шатуна	1
7	Направляючий жолоб	1
8	Кронштейн	1
<i>Куповані вироби</i>		
9	Лінійні направляючі	2
10	Кроковий двигун	1
11	Винт М8	25
12	Лінійні направляючі	2
14	Винт М4	20
15	Винт М8	16

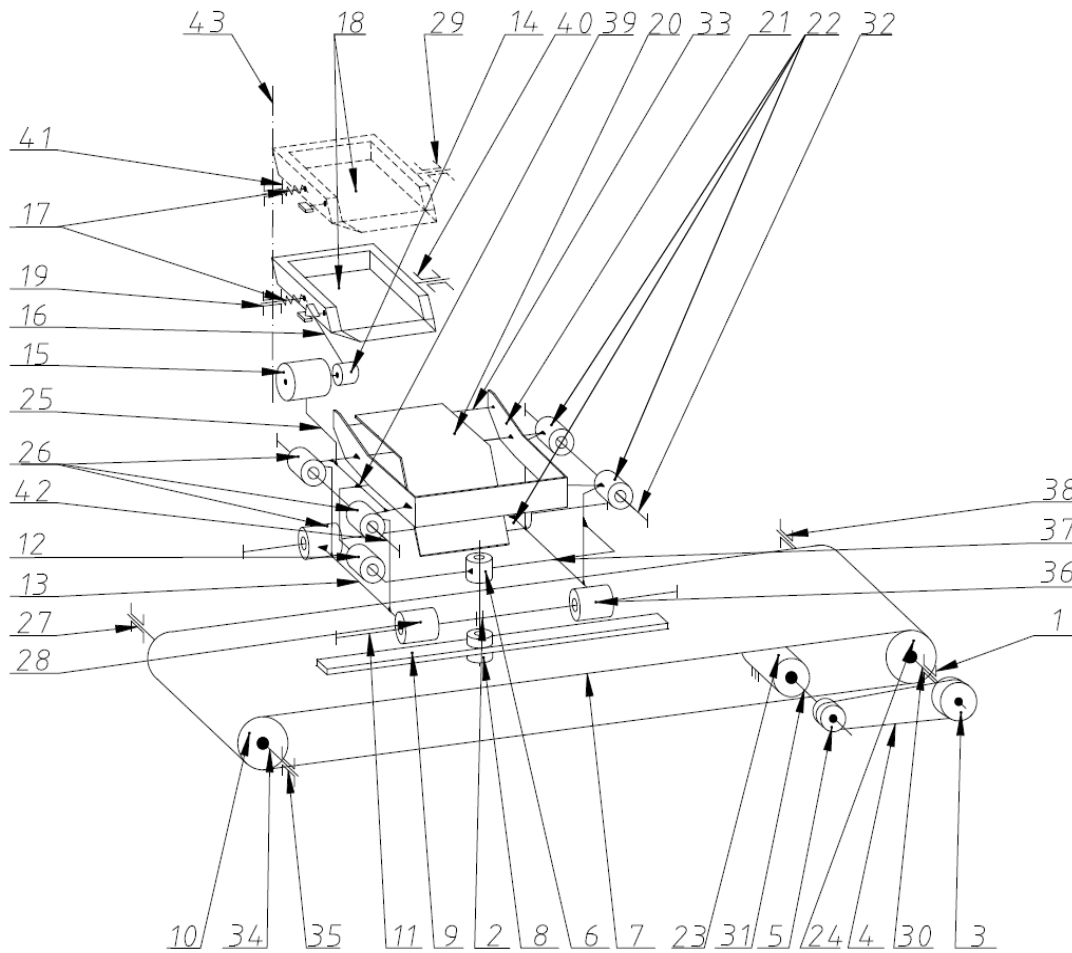
Найменування		
1	Лінійні направляючі	2
2	Верхня основа каретки	1
3	Направляючий жолоб	1
4	Штун	1
5	Плече	1
6	Кроковий електродвигун	1
7	Вал шатуна	1
8	Лінійні направляючі	2
9	Кронштейн	2
10	Стінка каретки	1

ДМП МЗП 00.00 ПЗ

Мн	Лист	В.вироб.	В.век.	Дата	Масо	Номери	
Розроб.	Скорект.	Матеріал	Матеріал		7.56	16	
В.вироб.	Матеріал	Масово-об'ємний пристрій штучки вироб легкої прохідності (креслення загальною виду)				Лист 1	Листів 1
В.вироб.	Матеріал	Каф. ПІМ, КНУІД					
В.вироб.	Матеріал	ар. МЛПМ-20 2021 р.					

Вис. вимір. Діаг. Діаг. в.вироб. Вис. вимір. Вис. вимір. Вис. вимір. Вис. вимір.

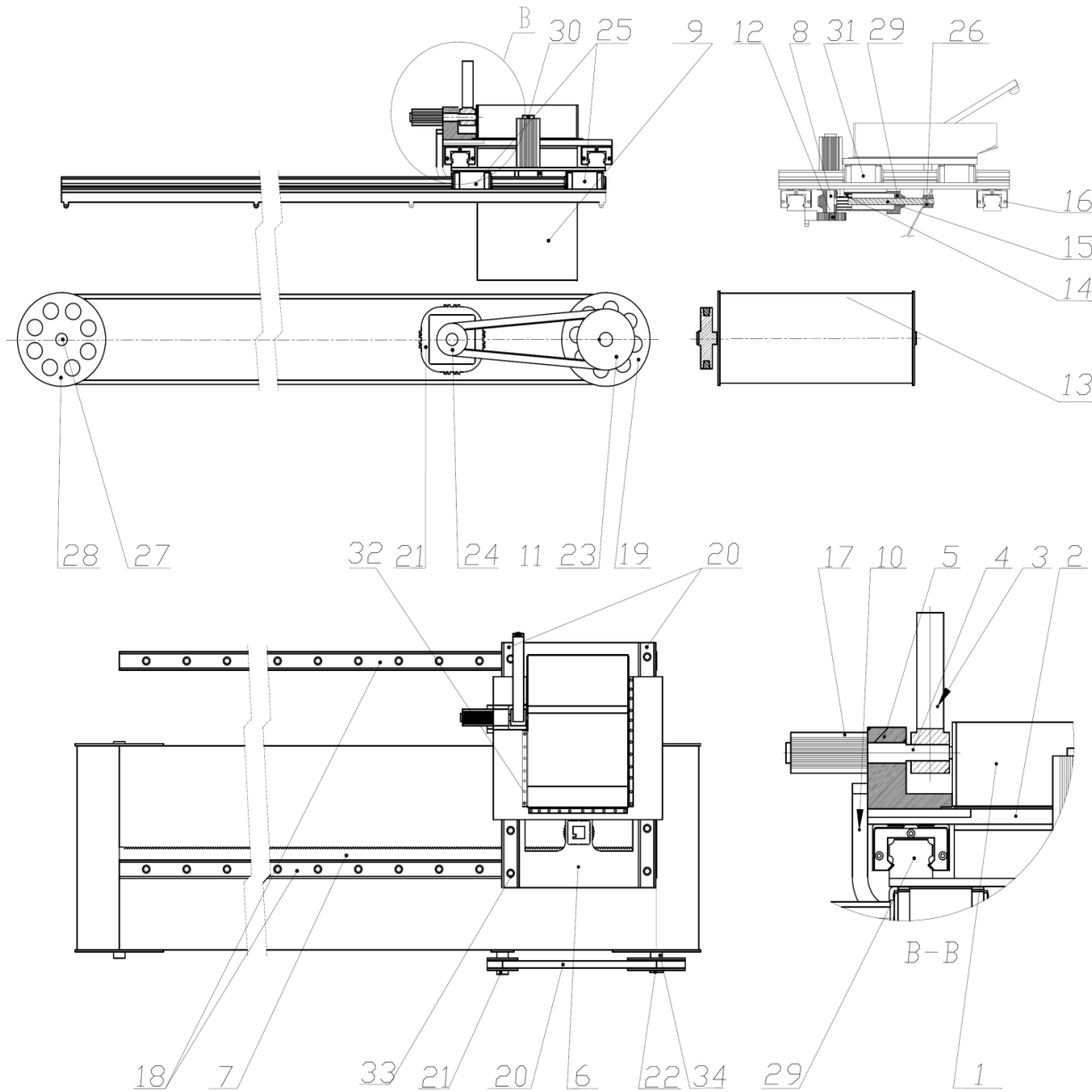
ЕЛ 0000 ЛЕВ ЛА07



Поз	Найменування	Кіл
1	Підшипник	1
2	Підшипник	1
3	Ведучий шків	1
4	Привідний пас	1
5	Ведучий шків	1
6	Кроковий електродвигун	1
7	Конвеєрне полотно	1
8	Зубчасте колесо	1
9	Зубчаста рейка	1
10	Нап'яжний барабан	1
11	Направляюча рейка	2
12	Пневмоциліндр	1
13	Нижня основа каретки	1
14	Штунг	1
15	Кроковий електродвигун	1
16	Плече	1
17	Прижина	2
18	Корзина	2
19	Підшипник	2
20	Направляючий жолоб	1
21	Стінка каретки	1
22	Лінійні направляючі	3
23	Електродвигун	1
24	Привідний барабан	1
25	Кронштейн	1
26	Лінійні направляючі	3
27	Підшипник	1
28	Лінійні направляючі	2
29	Підшипник	2
30	Ведучий вал	1
31	Ведучий вал	1
32	Направляюча рейка	2
33	Верня основа каретки	1
34	Вал натяжного барабану	1
35	Підшипник	1
36	Лінійні направляючі	1
37	Нижня основа каретки	1
38	Підшипник	1
39	Верня основа каретки	1
40	Підшипник	1
41	Підшипник	1
42	Направляюча рейка	1
43	Ланцюгова передача	1

				ДМП МЗП 00.00 ПЗ				
Зв. Інст.	Адм.ч.	Ген.д.	Дир.	Масштаб: <input type="checkbox"/> 1:1 <input type="checkbox"/> 2:1 <input type="checkbox"/> 1:2				
Розроб.	Склад.	Вироб.	Відр.	Матеріал: <input type="checkbox"/> АЛ <input type="checkbox"/> ДЛ				
Проєкт.	Виконано			Ізгот. за: ГРМ				
Г.знак					ар. №174-20 2022р.			
Г.знак	Виконано							
Відп.	Виконано							

EL10000 LEW LW7



Поз	Найменування	Кіл
	Заново розроблені	1
1	Стінка каретки	1
2	Верхня основа	1
3	Шариківки	1
4	Вал шатуна	1
5	Кріплення шатуна	1
6	Нижня основа	1
7	Корпус кубчаста	1
8	Вал зубчастого	1
9	Корпус жолоб	1
10	Кронштейн	1
11	Корпус підшипника	1
12	Колесо зубчасте	1
	Куповані вироби	
13	Полотно конвеєра	1
14	Поршень	1
15	Пневмоциліндр	1
16	Пневмоциліндр	64
17	Кроковий двигун	1
18	Направляюча рейка	2
19	Привідний барабан	1
20	Направляюча рейка	2
21	Електродвигун	1
22	Ведений вал	1
23	Ведений шків	1
24	Ведучий шків	1
25	Лінійні направляючі	4
26	Гвинт М6	24
27	Вал направляючого	1
28	Привідний барабан	1
29	Пневмоциліндр	1
30	Кроковий двигун	1
31	Лінійні направляючі	4
32	Винт М6	32
33	Винт М14	10
34	Підшипник	5

ДМП МЗП 00.0013			
Наказом адміністративного органу			
науково-дослідницького центру			
(виробничого підприємства)			
Лист	Рекорд	Всього	110
Зроблено	Зроблено	Зроблено	
Зроблено	Зроблено	Зроблено	
Зроблено	Зроблено	Зроблено	
Кав. ПММ КНУД			гв. М:ПМ-20 2021

