

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Факультет механізації сільського господарства
Кафедра електротехнічних систем, технологій та автоматизації в АПК

Допускається до захисту:
завідувач кафедри
д.т.н. проф. Матвійчук В.А.

(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)
“ ____ ” лютого 2017 р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»

на тему:
«Удосконалення роботи електропривода стрічкового конвеєра з використанням СОФТ - старту»

06-21.ДР.014.00.135ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, групи 21- ЕСмаг
Спеціальності 8.10010101 «Енергетика
сільськогосподарського виробництва»
Богатир В.А. _____

Керівник: д.т.н., професор
Стаднік М.І.

« ____ » _____ 2017 р.

Рецензент: д.т.н., професор каф. ДВЗ та АПР
Анісімов В. Ф _____

« ____ » _____ 2017 р.

2017

Вінницький національний аграрний університет
Факультет механізації сільського господарства
Кафедра електротехнічних систем, технологій та автоматизації в АПК
Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Галузь знань 1001 – «Техніка та енергетика аграрного виробництва»
Спеціальність 8.10010101 – «Енергетика сільськогосподарського виробництва»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ЕСТА
д.т.н., професор Матвійчук В.А.

«__» _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Богатиря Віталія Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення роботи електропривода стрічкового конвеєра з використанням СОФТ - старту

Керівник роботи: Стаднік Микола Іванович, д.т.н.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНАУ від _____ 20__ року № _____.

2. Строк подання студентом роботи: 6 лютого 2017 р.

3. Вихідні дані до роботи: Егоров О.Д. Конструирование мехатронных модулей: Учебник. Издание второе, исправленное и дополненное / О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев. – М.: Изд. «СТАНКИН», 2005.-368 с.: ил. 2. Стаднік Н.И. Мехатроника в угольном машиностроении / Н.И. Стаднік, А.В. Сергеев, В.П. Кондрахин // Горное оборудование и электротехника, выпуск 4 – М.: 2007. – С.20-29. 3. Стаднік М.І. Привод скребкового конвеєра як мехатронний модуль / М.І. Стаднік // Всеукраїнський науково - технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» Вінниця, 2016. - №І (91) – С. 60 -64. 4. Автоматизация проектирования систем и средств управления: Учебное пособие / А.Ф. Іванько, М.А. Іванько, В.Г. Сидоренко, Г.Б.Фалк. – М.: Изд-во МГУП, 2001.; Закон України про електроенергетику. Верховна Рада України; Закон від 16.10.1997 № 575/97-ВР редакція від 01.01.2017, підстава 1804-19.; Закон України про електроенергетику. Верховна Рада України; Закон від 16.10.1997 № 575/97-ВР редакція від 01.01.2017, підстава 1804-19.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз об'єкта дослідження. 2. Розробка методики СОФТ-старта для електропривода стрічкового конвеєра.3. Удосконалення системи керування стрічкового конвеєра. 4. Дослідження особливостей обслуговування стрічкових конвеєрів. 5. Охорона праці. Висновки.

5. **Перелік презентаційного матеріалу:** Класифікація конвеєрів, будова стрічкових конвеєрів, структурна схема запуску стрічкового конвеєра при фіксованих значеннях кутів відкриття тиристорів фазових регуляторів, алгоритм запуску двошвидкісного скребкового конвеєра, структурну схему привода скребкового конвеєра в якості мехатронного модуля.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та по-сада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Стаднік М.І. д.т.н., професор кафедри ЕСТА	20.09.2016	07.12.2016

7. Дата видачі завдання «20» вересня 2016 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ.	23.09 – 30.09.16 р.	
2	Аналіз об'єкта дослідження.	31.09 – 20.10.16 р.	
3	Розробка методики СОФТ-старта для електропривода стрічкового конвеєра.	21.10 – 27.10.16 р.	
4	Удосконалення системи керування стрічкового конвеєра.	28.10 – 11.11.16 р.	
5	Дослідження особливостей обслуговування стрічкових конвеєрів.	12.11 – 18.11.16 р.	
6	Охорона праці.	19.11 – 25.11.16 р.	
7	Економічна частина	26.11 – 01.12.16 р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	02.12 – 07.12.15 р.	
9	Підготовка доповіді і презентаційного матеріалу	08.12.16 р. – 30.01.17 р.	

Студент _____
(підпис)

Богатир В.А.

Керівник роботи _____
(підпис)

Стаднік М.І..

—
Удосконалення роботи електропривода стрічкового конвеєра з використанням СОФТ – старту. Богатир В.А.- дипломна робота. – кафедра електротехнічних систем, технологій та автоматизації в АПК. Вінниця. 2017.

Пояснювальна записка виконана на 112 листах друкованого тексту і містить 5 таблиць, 25 рисунків. При виконанні роботи було використано 27 літературних джерел. Вона складається з вступу, п'яти розділів основної частини, висновку, списку літератури та додатків.

В даній дипломній роботі було виконано обґрунтування вибору теми, проведено аналіз об'єктів дослідження, розглянуто класифікацію конвеєрів, будову і принцип їх роботи, методи керування електроприводом стрічкового конвеєра, особливості обслуговування і експлуатації стрічкових конвеєрів. В наступних розділах було досліджено існуючі методи та засоби керування електроприводами конвеєрів та розроблено методику СОФТ-старта для електропривода стрічкового конвеєра, проаналізовано динамічні процеси, що виникають при запуску стрічкових конвеєрів, розроблена структурна схема запуску стрічкового конвеєра при фіксованих значеннях кута відкриття тиристорів фазових регуляторів. У розділі охорони праці розглянуто заходи спрямовані на створення безпечних умов праці.

Презентаційний матеріал містить класифікацію конвеєрів, будову стрічкових конвеєрів, структурну схему запуску стрічкового конвеєра при фіксованих значеннях кутів відкриття тиристорів фазових регуляторів, алгоритм запуску двошвидкісного скребкового конвеєра, структурну схему привода скребкового конвеєра в якості мехатронного модуля.

ABSTRACT

Improvement of the electric conveyor belt with you-use of software - start. Bogatur V.A.- thesis. - Department of electrical systems and automation technology in agriculture. Vinnitsa. 2017.

Explanatory note made on 112 sheets of printed text and contains 5 tables, 25 figures. In carrying out the work has been used 27 literature. It consists of an introduction, five sections of the main part, conclusion, bibliography and appendices.

In this thesis work was done rationale for the topic, the analysis of objects of study are considered conveyor classification, structure and how they work, methods for motor control conveyor belt, especially the maintenance and operation of belt conveyors. The following sections were examined existing methods and tools for the control of electric conveyors and methodology of Soft-start for electric conveyor belt, analyzes dynamic processes that occur when running conveyor belt designed block diagram of the conveyor belt run at a fixed angle opening phase thyristor regulators. In the health and safety of the measures aimed at creating a safe working environment.

Presentation material contains classification conveyors, belt conveyors structure, block diagram of the conveyor belt run at fixed values f corners opening phase thyristor regulators algorithm run two-speed scraper conveyor, block diagram scraper conveyor drive as a mechatronic module.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	2
АНОТАЦІЯ	3
ABSTRACT	4
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	4
1.1 Технічні характеристики і опис конвеєра.....	4
1.2 Класифікація конвеєрів	4
1.2.1 Основні елементи стрічкових конвеєрів. Конвеєрна стрічка.	4
1.2.2. Опорні пристрої.	4
1.2.3. Привод стрічкового конвеєра.	4
1.2.4. Натяжні пристрої стрічкових конвеєрів	4
1.2.5. Очисні пристрої і опорні конструкції.	4
1.2.6 Завантажувальні і розвантажувальні пристрої.	4
1.2.7. Пересувні, переносні човникові стрічкові конвеєри.	4
1.3 Загальні принципи реалізації системи управління приводами конвеєра....	4
1.4 Система керування електроприводом стрічкового конвеєра	4
Висновки до першого розділу.....	4
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ СОФТ - СТАРТУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА	4
2.1 Аналіз динамічних процесів, що виникають при запуску стрічкових кон- веєрів.....	4
2.2 Розробка структурної схеми запуску стрічкового конвеєра при фіксованих значеннях кута відкриття тиристорів фазових регуляторів.....	4
2.3 Привід стрічкового конвеєра як мехатронний модуль.....	4
Висновки до другого розділу	4
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СТРІЧКОГО КОНВЕЄРА	4

3.1 Розробка функціональної схеми системи керування конвеєра	4
3.2 Розробка електричної принципової схеми системи керування стрічковим конвеєром.....	4
3.3 Розрахунок тиристорного регулятора.....	4
Висновки до третього розділу.....	4
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБСЛУГОВУВАННЯ	
СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ	4
4.1 Монтаж і експлуатація конвеєрних ліній	4
Висновки до четвертого розділу.....	4
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	4
5.1 Організація енергетичного господарства	4
5.2 Розрахунок чисельності робітників бригади та її професійний склад	4
5.3 Розрахунок середнього тарифного розряду і середньої годинної тарифної ставки.....	4
Висновки до п'ятого розділу.....	4
6.	
6.1	
Висновки до шостого розділу	4
ВИСНОВКИ.....	4
Література	4
Додаток А. Презентаційний матеріал	4

ВСТУП

Актуальність теми досліджень. Як відомо, високопотужна, надійна комплексна автоматизація будь-якого виробництва – чи то в енергетичній промисловості, чи то в агропромисловому секторі харчової промисловості є запорукою надійності відповідного технологічного процесу, його максимальної продуктивності, можливості автоматичного налагодження агрегатів на оптимальну продуктивність (за критеріями максимальної продуктивності, мінімальних енергозатрат і ін.). Говорити про автоматизацію того чи іншого виробництва без визначення ролі автоматизованого електропривода в ньому було б нелогічно, оскільки кожен з елементарних станків приводиться в рух електродвигуном, а з сукупності таких елементарних машин, станків, механізмів складається технологічний процес, який є об'єктом комплексної автоматизації (наприклад – автозаправна станція, насосна станція водопостачання, котельня, карамельний цех, пекарня, млин і багато ін.). Тому введення автоматизованого електропривода (особливо в агропромисловому комплексі, як найменш автоматизованій галузі народного господарства нашої країни) є центральним питанням при механізації та автоматизації технологічних процесів.

Одним з важливих механізмів, що використовуються в сільському господарстві є стрічковий конвеєр, підвищення продуктивності, надійності і ресурсу якого є актуальною задачею.

До недавнього часу в стрічкових конвеєрах застосовувався тільки електромеханічний привід, що складається з механічної частини – редуктора, гідравлічної – гідромуфти і електродвигуна. Завдання системи управління полягала тільки в подачі команди пуску конвеєра і контролю захисних функцій, тобто автоматизація за чітко визначеної послідовності дій (алгоритму управління) об'єкта управління.

Поява в світовій практиці стрічкових конвеєрів, привід яких побудований на базі двошвидкісних асинхронних електродвигунів, що знімає значну

частину проблем, що виникають при пуску конвеєра, за рахунок поетапного запуску конвеєра – спочатку на низькій швидкості («зривання» конвеєра високим моментом за рахунок зменшення втрат в електромережі, викликаних пусковими струмами меншої потужності обмотки двигуна низької швидкості) з подальшим переходом на високу (робочу) швидкість. При цьому значна частина функцій у частині конвеєра й адаптації його механізмів під конкретні умови експлуатації лягає на електронну систему управління, одним із основних завдань якої є оптимальний пуск конвеєра, контроль основних параметрів та глибока діагностика режимів його роботи.

Мета і задачі дослідження. Дослідити взаємодію вузлів і механізмів стрічкового конвеєра як мехатронного модуля в частині аналізу впливу системи управління як однієї з компонент, з метою зменшення перевантажень, що виникають у механізмах конвеєра при його пуску з використанням двошвидкісних асинхронних електродвигунів.

Відповідно до вказаної мети в роботі розв'язані такі основні задачі:

- досліджено будову і особливості роботи стрічкових конвеєрів;
- проаналізовано пошкодження асинхронних двигунів;
- вдосконалено системи керування стрічковим конвеєром з використанням СОФТ-старту;
- здійснено розробку схеми автоматичного управління асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, керованим перетворювачем тиристора з автономним інвертором струму;
- здійснено розрахунок тиристорного регулятора та ін.;

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність роботи полягає в тому, що вдосконалена система приводу стрічкових конвеєрів на основі використання двошвидкісних електродвигунів, показано підвищення ролі інформаційної компоненти в системі управління. Запропонований алгоритм запуску, як одного двигуна, так і всіх приводів багатодвигунного стрічкового конвеєра. Отримані результати дозволять у подальшому відпрацювати модель скребкового конвеєра як мехатронного модуля, що доз-

воляє на стадії проектування задавати необхідні алгоритми функціонування з урахуванням реальних умов експлуатації - в частині довжини конвеєра, кута нахилу, встановленої потужності і кількості електроприводів, планованих вантажопотоків і т. п.

Об'єктом дослідження є привод стрічкового конвеєра.

Предметом досліджень система керування електроприводом стрічкового конвеєра.

Методи досліджень. У роботі використані фундаментальні положення теорії електропривода, теорії автоматичного керування, методи математичного аналізу, комп'ютерне моделювання та експериментальні дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

- Вдосконалено методику керування електроприводом стрічкового конвеєра за рахунок використання СОФТ-старту, що дасть змогу зменшити пошкоджуваність електродвигунів від перегріву;

- Вдосконалено системи приводу скребкових конвеєрів на основі використання двошвидкісних електродвигунів, а також показано підвищення ролі інформаційної компоненти в системі управління.

- Дістав подальший розвиток метод запуску, як одного двигуна, так і всіх приводів багатодвигунного скребкового конвеєра, що дасть змогу отримати результати, які дозволять у подальшому відпрацювати модель скребкового конвеєра як мехатронного модуля, що дозволяє на стадії проектування задавати необхідні алгоритми функціонування з урахуванням реальних умов експлуатації - в частині довжини конвеєра, кута нахилу, встановленої потужності і кількості електроприводів, планованих вантажопотоків і т. п.

Апробація результатів роботи. Головні результати магістерської роботи доповідалися та обговорювалися:

– на IV магістерській науково-технічній конференції «Сучасні проблеми виробництва, переробки с.-г. продукції, машинобудування та енергетичних систем АПК» 23-24 листопада (Вінниця, 2016);

– на II Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених «Енергетика і електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» 23 березня (Вінниця, 2016);

– на I Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених «Енергетика і електротехнічні системи в АПК» 19-20 березня (Вінниця, 2015);

– на 1-ій регіональній науково-практичній конференції молодих науковців «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» (Вінниця, 2014);

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано тези доповіді: «Розробка лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Електричні машини» в програмному комплексі MATLAB Simulink / Рубаненко О.О., Войцеховський А.Ю., Богатир В.А., Матеріали I-ої регіональної науково-практичної конференції молодих науковців «Енергетика і електротехнічні системи в АПК» у місті Вінниця 18-19 лютого 2014 р. – Вінниця, ВНАУ, 2014. – 165 с.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Технічні характеристики і опис конвеєра

Найбільш поширеними механізмами безперервного транспорту є конвеєри різних типів, конструкція яких визначається головним чином характером переміщуваних вантажів, вагою і швидкістю їх руху. Сипкі вантажі переміщуються стрічковими конвеєрами, штучні - пластинчастими, роликowymi і підвісними. На кораблях конвеєра знайшли застосування у рибодобувній галузі, на тральщиках їх встановлюють для транспортування сировини з одного трюму до іншого для подальшої обробки або заморозки. Серед конвеєрів промислових підприємств частіше за інших можна зустріти стрічкові і підвісні стрічкові конвеєри: перші - на металургійних заводах, гірських розробках, паливоподачах електростанцій, в будівельній і харчовій промисловості, другі - на машинобудівних заводах, а також в хімічних, фарбувальних і інших цехах.

Стрічкові конвеєри широко використовуються в металургійній, гірничодобувній і інших видах промисловості. Їх використовують для транспортування насипних і штучних вантажів - на невеликі відстані. Простота і надійність їх конструкції забезпечує їх роботу в перебігу довгого часу. Стрічкові конвеєри можна використовувати як в закритих, так і на відкритих ділянках, що пояснює їх широке використання в промисловості. Конвеєри відносяться до машин безперервного типу дії і характеризуються безперервним переміщенням вантажів по заданій трасі без зупинки для завантаження або розвантаження. Завдяки безперервності переміщення вантажу, відсутності зупинок для завантаження і розвантаження і поєднанню робочого і зворотного рухів вантажонесучого елемента машини безперервної дії мають високу продуктивність, що дуже важливе для сучасних підприємств з великими вантажопотоками. Загальний привід стрічкового конвеєра показаний на рис. 1.1

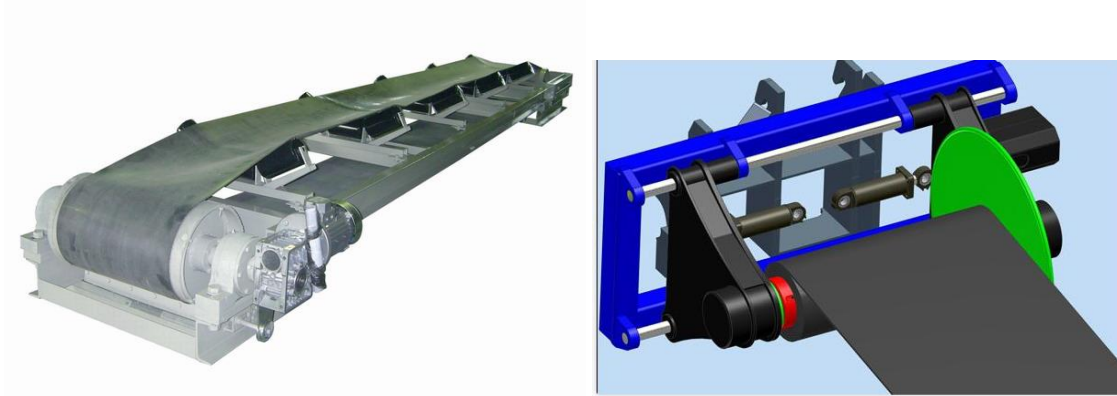


Рисунок 1.1 - Загальний вигляд стрічкового конвеєра

Стрічка завантажується через одну або декілька завантажувальних воронок, розміщених на конвеєрі. Вантаж, що транспортується, переміщується на верхній (вантажонесучій, робочій) гілці стрічки, а нижня гілка є поворотною (звотною). Можливо також транспортування вантажів одночасно на верхній і нижній гілках стрічки у різних напрямках.

Стрічкові конвеєри застосовують для переміщення в горизонтальному і пологому похилому напрямках всіляких насипних і штучних вантажів, а також для міжопераційного транспортування виробів при потоковому виробництві. Вони набули широкого поширення у всіх галузях промисловості і є основними агрегатами механізації транспорту в ливарних цехах (подача і розподіл землі і прибирання відходів), на топливоподачах електростанцій, підземного і наземного транспорту вугілля і породи у вуглевидобувній промисловості, руди, коксу і флюсів в металургії, будівельних матеріалів і корисних копалин в кар'єрах, зерна в зерносховищах, піску і каменя на будівництві каналів і гідроелектростанцій і ін.

Стрічкові конвеєри служать складовими частинами таких складних машин, як роторні екскаватори, перевантажувальні і відвальні мости, навантажувально-розвантажувальні машини і тому подібне. Великого поширення стрічкові конвеєри набули завдяки можливості здобуття високої продуктивності (до 30000 т/ч), великій довжині транспортування (до 3-4 км. в одному

конвеєрі і до 100 км. в системі з декількох конвеєрів), простоти конструкції і експлуатації і високої надійності роботи.

По розташуванню на місцевості стрічкові конвеєри розділяють на стаціонарних і рухливих (що розглядаються в цій главі), пересувних і переносних, переставних (для кар'єрів відкритих розробок) і надводних, плаваючих на понтонах.

По конструкції і призначенню розрізняють стрічкові конвеєри загального призначення (ГОСТ 22644-77-ГОСТ 22647-77) і спеціальні: підземні, для харчової, мукомельно-круп'яної і комбікормової промисловості і поточного виробництва в приладобудівній, радіотехнічній і легкій промисловості.

За типом стрічки конвеєри бувають з прогумованою, сталевую цілісно прокатною і дротяною стрічкою. Найбільшого поширення набули конвеєра з прогумованою стрічкою. По конструкції прогумованої стрічки, опорних ходових пристроїв і передачі тягового зусилля розрізняють стрічкові конвеєри, в яких стрічка є вантажонесучим і тяговим елементом (основний тип), стрічково-канатні і стрічково-ланцюгові, в яких стрічка служить лише вантажонесучим елементом, а тяговим елементом є два канати або один ланцюг.

Конвеєри з різними видами стрічок можуть мати по контуру однакові траси, проте радіуси поворотів і кути нахилу p для кожного виду стрічок будуть різними. Кут нахилу конвеєра до горизонту залежить від коефіцієнта тертя вантажу, що транспортується, об стрічку при русі (а отже, від матеріалу і характеру поверхні стрічки), форми профілю стрічки (плоска або жолобчаста), кута природного укосу насипного вантажу, способу завантаження і швидкості руху стрічки.

Для забезпечення стійкого нерухомого положення вантажу на стрічці без його подовжнього сповзання вниз кут нахилу конвеєра має бути приблизно на $10-15^\circ$ менше кута тертя вантажу об стрічку у спокої. Технічні характеристики конвеєра приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики конвеєра

Показники	Одиниця виміру	Величина
Ширина стрічки	мм.	800
Довжина конвеєра: Номінальна, між центрами барабанів Між центрами барабанів по горизонталі	мм	6360 6060
Швидкість руху стрічки	м/сек.	2
Продуктивність	т/час	
Висота підйому	Мм	0
Регулювання швидкості руху стрічки	Тиристорне регулювання	
Виконання електроустаткування	Загальнопромислове	
Система управління конвеєром	Імпульсно-фазова	
Електродвигун: тип потужність, кВт	Асинхронний кВт	3
Редуктор:	Циліндровий	

Такий запас необхідний тому, що із-за провисання стрічки кут її підйому в роликкоопор виходить більшим, ніж загальний геометричний кут нахилу конвеєра. Крім того, стрічка на роликкоопорах струшується із-за неминучого биття роликів, що сприяє сповзанню вантажу вниз. Струшування буде тим інтенсивніше, чим більше швидкість стрічки і грубіше виготовлені опорні ролики. Безперервне рівномірне завантаження забезпечує більший кут нахилу, чим періодичне завантаження з перервами потоку вантажу.

1.2 Класифікація конвеєрів

Стрічкові конвеєри є найбільш поширеним типом транспортуючих машин безперервної дії у всіх галузях промисловості. Із усіх конвеєрних установок, що експлуатуються в нашій країні, 90% складають стрічкові конвеєри. Вони використовуються в гірничодобувній промисловості – для транспортування руд корисних копалин і вугілля при відкритій розробці, в металургії – для подачі землі і палива, на підприємствах з потоковим виробництвом – для

транспортування заготовок між робочими місцями і т. д. За допомогою установок, оснащених стрічковими конвеєрами, можна транспортувати сипкі вантажі на дуже великі відстані, що перевищують 100 км.

Стрічковий конвеєр (рис.1.2) складається з нескінченної гнучкої стрічки 1, що огинає два кінцеві барабани – передній, приводний 2 і задній, натяжний 3, і яка підтримується на всій довжині опорними роликami (ролікоопорами) 4 і 5. Іноді замість ролікоопор стрічка підтримується нерухомим, зазвичай дерев'яним, настилом. Ролікоопори кріпляться до металевої або дерев'яної опорної рами 6 конвеєра. Стрічка приводиться в рух приводним барабаном від електроприводу. Для забезпечення належної сили тертя між ободом барабана і стрічкою, а також для підтримки вантажу на стрічці між роликami за допомогою натяжного пристосування 7 створюється постійне натягнення стрічки.

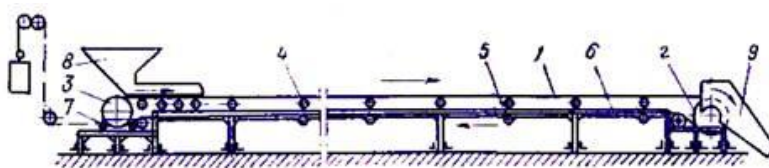


Рисунок 1.2. - Схема стрічкового конвеєра: 1 – стрічка; 2 – приводний барабан; 3 – натяжний барабан; 4 – роликові опори; 5 – роликові опори пороژньої гілки; 6 – опорна рама; 7 – натяжний пристрій; 8 – завантажувальна воронка; 9 – розвантажувальний жолоб

Стрічкові конвеєри бувають стаціонарні, пересувні і переносні. Промисловість випускає стаціонарні стрічкові конвеєри (з шириною стрічки 400...2000 мм), що складаються із стандартних вузлів і елементів.

Подача матеріалу на стрічку здійснюється через завантажувальну воронку 8, встановлену над стрічкою. Розвантаження матеріалу із стрічки проводиться на кінцях конвеєра біля головного (приводного) барабана, рідше біля натяжного (хвостового) барабана або в проміжних пунктах по довжині конвеєра за допомогою спеціальних розвантажувальних пристроїв — розвантажувальних візків або скидаючих щитів.

Стрічкові конвеєри застосовують для переміщення матеріалу по горизонталі, під ухилом і по комбінованій трасі, що складається з горизонтальних і похилих ділянок з увігнутими або опуклими перегинами.

Граничний кут нахилу конвеєрної стрічки, що має гладку поверхню, залежить від роду вантажу. Залежно від призначення і продуктивності конвеєра робочій гілці стрічки надається жолобчаста або плоска форма. Для штучних вантажів, наприклад балансів, кіп целюлози, мішків і т. п., застосовуються конвеєри з плоскою стрічкою. Для сипких вантажів переважно застосування має жолобчаста стрічка.

1.2.1 Основні елементи стрічкових конвеєрів. Конвеєрна стрічка.

У конвеєрах застосовують стрічки текстильні бавовняні, текстильні прогумовані та іноді сталеві. Конвеєрна стрічка є одночасно тяговим і несучим органом. Тому стрічка повинна володіти міцністю і гнучкістю в поздовжньому (на барабанах) і поперечному (на опорах жолобів) напрямках, високою вологостійкістю і зносостійкістю робочих поверхонь, не повинна розшаровуватися при багатократних перегибах, повинна мати невелике пружне і залишкове подовження, малу гігроскопічність.

Найбільш широко поширені гумовотканинні стрічки (рис. 23), що складаються з гумовотканинного пошарового тягового каркаса 1 і зовнішніх гумових обкладок 2, що оберігають каркас від механічних пошкоджень і від дії на нього вологи, газів, агресивних середовищ. Залежно від умов експлуатації і призначення виготовляють стрічки загального призначення, морозостійкі, теплостійкі, харчові і негорючі. Залежно від типу стрічки встановлені діапазони температур навколишнього середовища. Стрічки загального призначення працюють при температурі від -45 до $+60^{\circ}\text{C}$; морозостійкі – від -60° до $+60^{\circ}$, теплостійкі – до 100° і стрічки підвищеної теплостійкості – до 200°C . У стрічці буває від 1 до 8 тягових тканих прокладок, а ширина стрічок, що випускаються промисловістю коливається від 100 до 2000 мм.

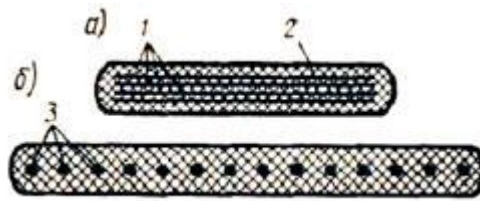


Рисунок 1.3. - Гумовотканинна (а) і гумовотросова (б) конвеєрна стрічка

Збільшення числа прокладок, зменшуючи напругу розтягування стрічки, в той же час знижує її гнучкість, що ускладнює огинання барабана невеликого діаметра й утворення жолоба стрічки на роликкоопорах, розташованих під кутом. При застосуванні ширших стрічок важко забезпечити рівномірний розподіл натягнення стрічки по ширині.

Товщина зовнішніх гумових обкладок залежно від типу стрічки і виду вантажу, що транспортується, для неробочої сторони коливається від 1 до 3,5 мм, а для робочої сторони від 1 до 10 мм. Товщина тканинних прокладок каркаса складає 1,15...2 мм.

Виготовляють тканинні прокладки з поліамідних або поліефірних ниток, або з комбінованих (поліефірних і бавовняних) ниток. Залежно від типу тканини каркаса номінальна міцність тягової прокладки має різне значення.

Високі запаси міцності, що встановлюються при розрахунку конвеєрної стрічки, пояснюються необхідністю контролю ослаблення стрічки в місці з'єднання її кінців і наявністю динамічних навантажень, що сприймаються стрічкою в процесі експлуатації. Такі динамічні навантаження виникають в місцях завантаження конвеєрів і в пунктах передачі вантажу між зв'язаними конвеєрами під дією ударів шматків вантажу, падаючих з деякої висоти. Ударні навантаження залежать від виду вантажу, що транспортується, розмірів шматків, висоти падіння, швидкості транспортування, сили натягнення стрічки, конструкції опор стрічки в місцях завантаження. Значні динамічні навантаження спостерігаються також при пуску та гальмуванні конвеєрів.

При виборі типу стрічки, товщини обкладок робочої і неробочої сторін слід враховувати властивості вантажу (наприклад, категорію абразивності),

що транспортується, і умови експлуатації конвеєрних стрічок. Виробничі умови характеризуються типом приміщення, в якому встановлений і працює конвеєр, кліматом району, де він встановлений, температурою і вологістю навколишнього середовища, ступенем насичення повітря абразивним пилом і парами (газами), що шкідливо впливають на елементи конвеєра.

Для збільшення продуктивності конвеєрів застосовують гумовотканинну стрічку з гумовими бортами заввишки 60...300 мм. Для того, щоб борти при огинанні барабанів не ушкоджувалися, їх виготовляють гофрованими (рис. 24, *а, б*). Наявність бортів збільшує площу січення вантажу, насипаного на стрічку і дозволяє збільшити швидкість транспортування і кут нахилу конвеєра. Кут нахилу конвеєра, що допускається, в цьому випадку (завдяки бічному стисненню вантажу) на $1-3^\circ$ більше, ніж у конвеєра із звичайною стрічкою жолоба. Борти до стрічки приклеюють або вулканізують.

Щоб ще більше збільшити кут нахилу конвеєра, застосовують рифлену стрічку (рис. 1.4, *в*), в якій на верхню робочу сторону методом гарячої вулканізації прикріплюють шевронні гумові виступи заввишки 5...40 мм. Для конвеєрів з рифленими стрічками використовують таке ж устаткування, як і для конвеєрів з гладкими стрічками. Використання рифлених стрічок дозволяє збільшити кут нахилу конвеєра до $35...40^\circ$. У ряді випадків для збільшення можливого кута нахилу конвеєра стрічки забезпечуються поперечними виступами заввишки 5...40 мм. (рис. 1.4, *б*) або поперечними перегородками з щільної гуми заввишки 50...300 мм (рис. 1.4, *г*).

Для надання стрічці форми жолоба перегородки повинні складатися з двох або більше частин (рис. 1.4, *в*). Перегородки дещо зміщені одна щодо іншої уздовж стрічки, що дозволяє уникнути затискання шматків переміщуваного вантажу.

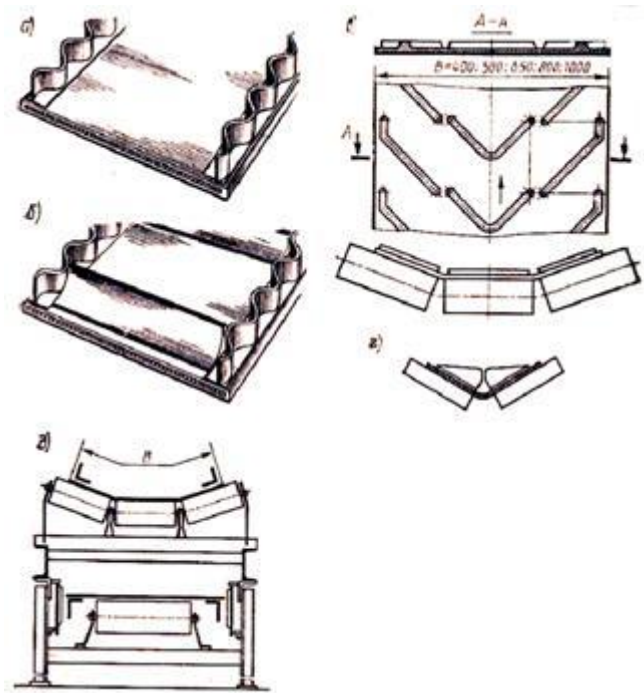


Рисунок 1.4. - Конвеєрні стрічки: *а* – гладка з гофрованими бортами; *б* – з гофрованими бортами і з виступами; *в* – з рифленою робочою поверхнею; *г* – з перегородками; *д* – положення стрічки з гофрованими бортами на роликкоопорах.

При достатньо широких перегородках кут нахилу конвеєрного полотна може доходити до $50...60^\circ$. Недоліком таких стрічок є складність їх очищення, і тому вони мало придатні для транспортування вологих і липких вантажів.

Кут нахилу конвеєра істотно впливає на його довжину. Із збільшенням цього кута довжина конвеєра зменшується, що призводить до зниження експлуатаційних витрат, зменшення виробничої площі, зниження об'єму капітальних робіт. Так, при висоті підйому 30 м довжина стрічкового конвеєра з гладкою стрічкою при куті нахилу 20° рівна 82 м, довжина конвеєра з рифленою стрічкою при куті нахилу 30° рівна 52 м, а конвеєр що має стрічку з перегородками, розташовану під кутом 50° , складає по довжині всього 25 м.

Окрім вказаних вище способів утримання вантажу на стрічці конвеєра, з метою забезпечення великих кутів нахилу, застосовуються крутопохилі двострічкові конвеєри з притисною або з трубчастою стрічкою і скребково-стрічкові конвеєри. У двострічкових конвеєрах з притисною стрічкою

(рис. 1.5, *a*) вантаж, що транспортується, подається на завантажувальну ділянку конвеєра і притискається до основної стрічки 1 конвеєра силою тяжіння притискної стрічки 2, що перешкоджає ковзанню вантажу вниз по основній стрічці. Притискну стрічку виготовляють із звичайної гумовотканинної стрічки або із сполучених між собою ланок зварного ланцюга. В останньому випадку вона володіє високою гнучкістю в поздовжньому і поперечному напрямках, що дозволяє їй щільно охоплювати вантаж як в загальній масі, так і його окремі великі шматки. Притискна стрічка приводиться в рух стрічкою додаткового конвеєра 3, встановленого паралельно основному і що має ту ж швидкість. Застосування притискної стрічки дозволяє здійснити підйом сипкого вантажу при кутах нахилу $48 \dots 60^\circ$.

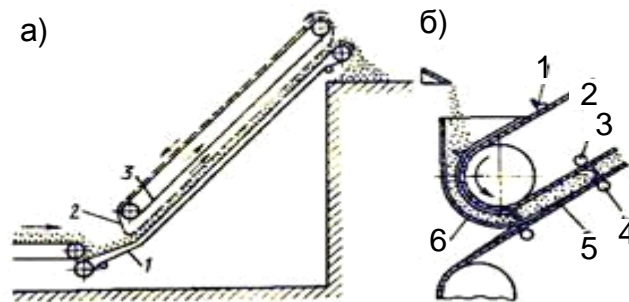


Рисунок 1.5. Транспортування сипкого вантажу при великому куті нахилу: *a* – конвеєр з притискною стрічкою; *б* – скребково-стрічковий конвеєр

У конструкції скребково-стрічкового конвеєра (рис. 1.5, *б*) до тягової стрічки 2 прикріплені скребки 1, що захоплюють вантаж із завантажувальної воронки 6 та утримують його від зісковзування з робочої стрічки 5 конвеєра, який переміщається з швидкістю, рівною швидкості тягової стрічки. Тягова стрічка 2 і робоча стрічка 5 утримуються від прогинання під дією ваги вантажу направляючими роликami 3 і 4.

У деяких конструкціях двострічкових конвеєрів стрічки на робочій вітці утворюють закриту камеру, що заповнюється вантажем (рис. 1.6).

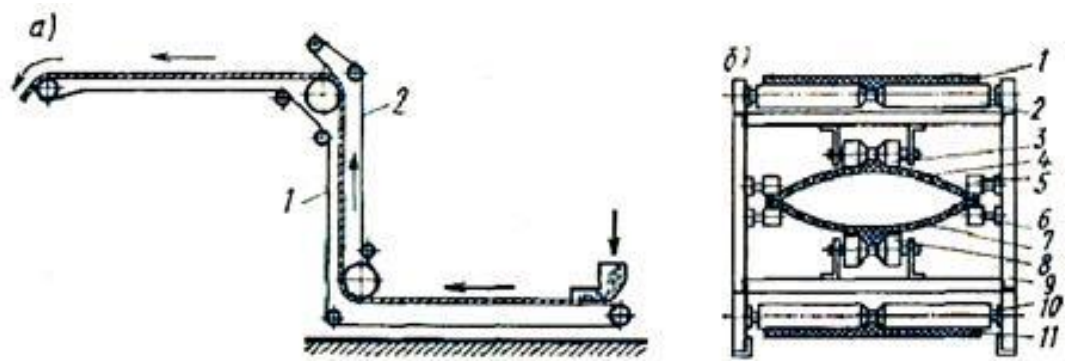


Рисунок 1.6. Двострічковий конвеєр: *a* – схема горизонтально-вертикального конвеєра; *б* – переріз полотна з плоскою стрічкою

У конструкції на рис. 1.6, *б* стрічки основного і допоміжного конвеєрів на неробочій поверхні мають поздовжній виступ посередині стрічки, а роликкоопори 2, 10 неробочих віток 1, 11 і роликкоопори 3, 8 вантажних віток 4, 7 стрічки мають відповідні канавки, в які потрапляють виступи стрічок. Краї вантажних віток 4 і 7 основного і допоміжного конвеєрів притискаються один до одного притискними роликкооперами 5 і 6, прикріпленими до рами 9 конвеєра. Вантаж потрапляє на стрічку 1 (рис. 1.6, *a*) на горизонтальній ділянці. Швидкості руху обох стрічок 1 і 2 однакові.

Основні переваги розглянутих конвеєрів такі: простота і уніфікація конструкції, простота очищення стрічки від прилиплих частинок вантажу, можливість створення комбінованої траси з горизонтальними і крутопохилими ділянками різної довжини, висока економічність. Недоліки цих конвеєрів – розсипання вантажу на поздовжніх стиках кромek двох стрічок, необхідність створення поперечних навантажень на стрічки для забезпечення стабільного положення стовпа сипкого вантажу на вертикальній ділянці траси, підвищений знос стрічки, збільшення витрат енергії. Двострічкові конвеєри можуть забезпечити роботу з високими швидкостями (до 6 м/с) при куті нахилу до 90°, причому їх продуктивність не залежить від кута нахилу.

Для транспортування отруйних, пильних і таких, що псуються, матеріалів знаходить застосування трубчаста стрічка (рис. 1.7, *a*), в якій зубці при згортанні сполучають її кромки за допомогою замку типу застібки “блискав-

ка”. На ділянці завантаження стрічка відкрита й утворює жолоб, який після заповнення стрічки вантажем застібається за допомогою двох пар роликів, утворюючи щільно закриту трубу. У зоні розвантаження стрічка розкривається і рухається в плоскому стані, що дозволяє здійснити її очищення. Така трубчаста стрічка дає можливість здійснити транспортування матеріалу як по горизонталі, так і по сильно нахилених і вертикальних ділянках траси.

У деяких випадках такі трубчасті стрічки використовують на підвісних конвеєрах (рис. 1.7, б), де стрічка не є тяговим елементом, роль якого виконує спеціальний тяговий елемент (канат або ланцюг), завулканізований в краї стрічки. Це дозволяє використовувати тонші стрічки. Замок може знаходитися як зверху, так і збоку стрічки. Швидкість руху підвісних стрічкових конвеєрів зазвичай перебуває в межах 0,5...1 м/с.

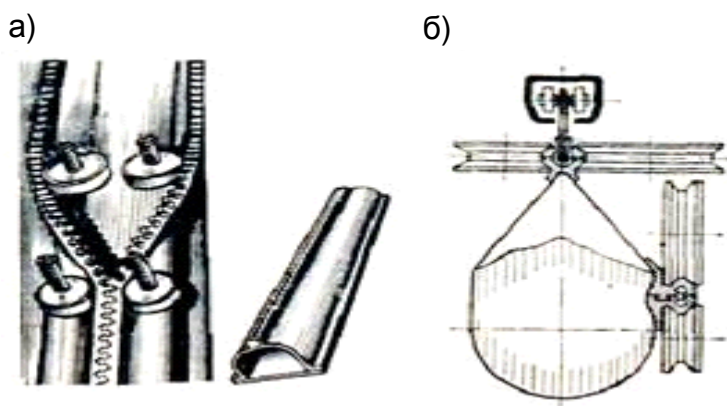


Рисунок 1.7 - Трубчаста стрічка: а – стрічкового конвеєра;
б – підвісного конвеєра з бічною застібкою

Конвеєри із сталевую стрічкою за своєю конструкцією аналогічні конвеєрам з гумовотканинною стрічкою, але через специфічні властивості стрічки вони мають ряд відмінностей.

Сталева стрічка може бути суцільнокатаною з вуглецевої або неіржавіючої сталі, чи плетеною з дроту. Як і гумовотканинна стрічка, сталева стрічка є одночасно тяговим і несучим елементом.

Стрічку з неіржавіючої сталі зазвичай застосовують для транспортування різних хімічних і харчових продуктів. Найбільш слабким місцем сталеві стрічки є кромка. Пошкодження кромки швидко розповсюджуються все-

редину і стрічка виходить з ладу. Тому конвеєри із сталевією стрічкою вимагають точнішого виготовлення і монтажу та ретельного спостереження за їх роботою під час експлуатації. Для транспортування абразивних і кускових вантажів з гострими кромками, а також при транспортуванні деталей через печі з метою термообробки або випалення, застосовують металеві стрічки з дротяної сітки. Такі стрічки добре чинять опір ударам, мають високу міцність і вищу гнучкість, ніж сталева катана стрічка, що дозволяє застосовувати їх на конвеєрах з барабанами такого ж діаметра, як і для гумовотканинної стрічки. При серійному виготовленні вартість дротяної стрічки в 3 – 4 рази менше вартості гумовотканинної стрічки. За способом виготовлення дротяні стрічки бувають *плетені* і *шарнірно-ланкові*. Так, на рис. 1.8, а показана шарнірно-ланкова стрічка, що складається з окремих спіральних елементів, виготовлених з дроту круглого або прямокутного сичення, сполучених між собою стрижнями.

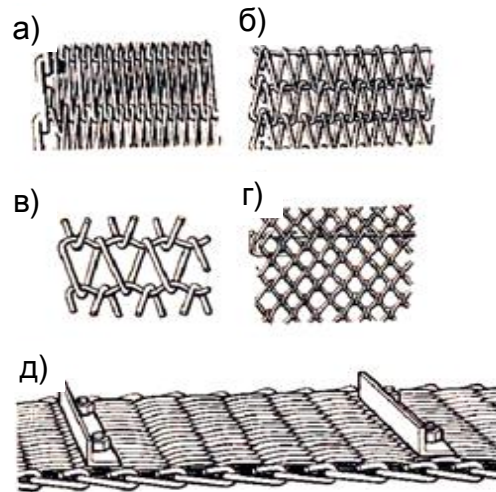


Рисунок 1.8 - Дротяні конвеєрні стрічки

На рис. 1.8, б представлена стрічка з великим кутом нахилу дротів в спіралях. Тут спіралі сполучені вставленими між ними хвилеподібно зігнутими, круглими стрижнями. Шарнірно-ланкові стрічки відрізняються високою міцністю, малим подовженням, міцністю з'єднання в стику і можуть огинати барабани малого діаметра. На цих стрічках зручно закріплювати по-

перечні планки, що дають можливість збільшувати кут нахилу полотна конвеєра до 50...60° (рис. 1.8, д). Стрічки цього типу застосовують для конвеєрів із значним натягненням стрічки і для роботи в умовах високих температур.

Плетені стрічки (рис. 1.8, в, з) відрізняються простотою конструкції, вони дешеві, мають невисоку матеріаломісткість і трудомісткість виготовлення. Проте вони менш міцні, сильніше витягуються (до 35 %), їх важче ремонтувати. Застосовуються вони головним чином при невеликих тягових силах і при роботі в умовах невисоких температур. Форму жолоба надати дротяній стрічці неможливо, оскільки вона є гнучкою тільки в поздовжньому напрямі і жорсткою – в поперечному. Щоб утворити форму жолоба, до країв стрічки прикріплюють пластини-борти. Дротяна стрічка може бути виготовлена нескінченною, її легко вкоротити або подовжити.

Для транспортування виробів через сушильні і нагрівальні камери при температурі до 200°C застосовують спеціальні стрічки зі скловолокна, покритого кремнійорганічним каучуком завтовшки до 6 мм, а також стрічки з прогумованої тканини з покриттям із скловолокна.

Все більш широко застосовують *гумовотросові стрічки* зі сталевими канатами, завулканізованими між шарами тканини уздовж поздовжньої осі стрічки (рис. 1.8, б). Перевагою цих стрічок є їх висока гнучкість в поперечному напрямі, що дозволяє легко надавати їм форму жолоба, висока міцність, мале подовження в поздовжньому напрямі при робочих навантаженнях, підвищена довговічність. Недоліком їх є складність з'єднання кінців стрічки.

Для транспортування на великі відстані знаходять застосування *стрічково-канатні* конвеєри (рис. 1.9), в яких тягова сила сприймається двома сталевими канатами 1, а гумовотканинна спеціальна стрічка 2 є тільки елементом, що несе вантаж. Стрічка лягає на канати потовщеннями, відформованими уздовж обох країв стрічки. Тяговий канат 1 спирається на ролики 4, розташовані з кроком 5...8 м. Щоб стрічка не втрачала поперечної стійкості під впливом ваги вантажу, її армують поперечними сталевими пластинами 3. Завдяки ним стрічка добре пружинить і чинить опір ударам. Кромки стрічки

не зношуються, і зношення самої стрічки також значно менше, тому термін її служби більший, ніж звичайної гумовотканинної стрічки. Проте така стрічка дуже трудомістка у виготовленні, а великі розміри приводних блоків істотно збільшують габарити приводу. Термін служби канатів відносно малий і заміна їх складна. Швидкість руху стрічки стрічково-канатних конвеєрів зазвичай не перевищує 2,5 м/с, а продуктивність – 1000 т/год.

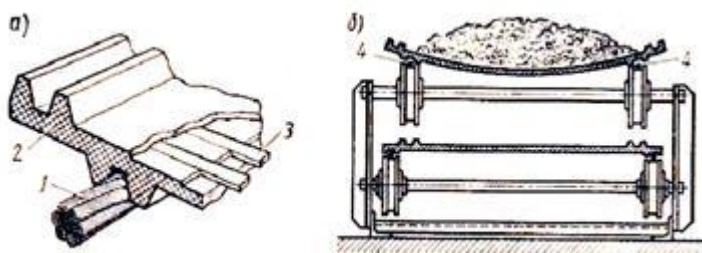


Рисунок 1.9. Стрічково-канатний конвеєр: а – стрічка; б – поперечний переріз конвеєра

Аналогічну конструкцію мають *стрічково-ланцюгові* конвеєри, в яких тяговим елементом є ланцюг. Тягові ланцюги цих конвеєрів зазвичай спираються на каретки, забезпечені ходовими котками. Ці конвеєри мають ще меншу швидкість руху унаслідок виникнення динамічних навантажень в ланцюговому приводі і відповідно меншу продуктивність.

Надійність і довговічність конвеєрних стрічок визначаються в значній мірі якістю з'єднання їх кінців. Найчастіше поперечні розриви стрічки і втімне їх руйнування відбуваються саме в місці з'єднання, тому з'єднання конвеєрних стрічок повинні володіти:

- міцністю, достатньою, щоб сприймати максимальну тягову силу й удари від падіння крупних шматків вантажу;
- довговічністю, порівняно з терміном служби стрічки;
- гнучкістю в поздовжньому і поперечному напрямках, необхідною для надання стрічці форми жолоба і можливості огинання барабанів меншого діаметру;
- простотою і швидкістю виконання з'єднання;

– вони повинні виключати можливість витяжки стрічки і самороз'єднання стику, а також не виступати з площини стрічки.

З'єднання бувають роз'ємними і нероз'ємними. До *нероз'ємних* відносяться з'єднання, що виконуються за допомогою гарячої або холодної вулканізації, а також заклепувальні з'єднання. До *роз'ємних* відносяться з'єднання на петлях, гачках і з'єднання, що виконуються за допомогою пластин і болтів. Роз'ємні з'єднання застосовуються на пересувних і переносних конвеєрах, а також у разі необхідності часто міняти довжину конвеєра. З'єднання методом вулканізації забезпечує найбільш високу міцність і відсутність потовщень в місці стику, що сприятливо впливає на роботу барабанів, підтримуючих роликів і очисних пристроїв. Гумовотканинну стрічку слід стикувати методом вулканізації з використанням клеїв холодного або гарячого затвердіння.

1.2.2. Опорні пристрої.

Для підтримки верхньої робочої вітки і нижньої неробочої застосовуються верхні і нижні роликоопори.

Верхні роликоопори бувають однороликові прямі і трироликові жолобчасті з кутом нахилу крайніх роликів 20° , а для матеріалів щільністю до 1000 кг/м^3 – 30° . У деяких конструкціях стрічкових конвеєрів застосовуються роликоопори, що складаються з двох, а також з п'яти роликів. Двороликові опори можуть застосовуватися для стрічок шириною до 400 мм.

Жолобчаста роликоопора надає стрічці коритоподібну форму, яка збільшує площу поперечного перерізу матеріалу на стрічці і продуктивність конвеєра.

Нижні роликоопори завжди виконуються тільки прямими однороликовими. Прямі роликоопори ставлять також на робочій вітці при переміщенні штучних вантажів (мішки, кіпи, баланси, дошки, рейки тощо) і сипких вантажів при малій продуктивності.

Для транспортування балансів для робочої вітки стрічки застосовують спеціальні плоскі роликові опори, футеровані по довжині роликів гумовими манжетами. Ці манжети амортизують ударні навантаження, що виникають між стрічкою і роликами, унаслідок чого подовжується термін служби конвеєра.

Ролики виготовляються із сталевих труб з товщиною стінок 3...4 мм, встановлюються на підшипниках кочення, іноді на підшипниках ковзання, і мають нерухомі осі, закріплені на стійках-кронштейнах.

Для захисту підшипників від пилу застосовуються спеціальні ущільнення. Найбільш доцільне і надійне ущільнення лабіринтове. Змащування підшипників здійснюється через отвір в осі роликів за допомогою пресмазниці.

Відстань між верхніми роликоопорами встановлюється залежно від ширини стрічки і щільності матеріалу, що транспортується, і коливається в межах 1...1,5 м. Великі значення приймаються для вузьких стрічок при транспортуванні легких матеріалів і навпаки.

У місцях завантаження на конвеєр крупнокускових матеріалів встановлюють амортизуючі роликоопори, в яких ролики складаються з труб із напресованими пакетами з гумових кілець.

На стаціонарних стрічкових конвеєрах великої довжини на певних відстанях один від одного встановлюються спеціальні центруючі роликові опори.

1.2.3. Привод стрічкового конвеєра.

Привод стрічкового конвеєра складається з приводного барабана (іноді з двох – для передачі стрічці великого тягового зусилля), встановленого на металевій рамі, зубчатого, рідше черв'ячного, редуктора й електродвигуна.

Діаметр приводного барабана залежить від числа прокладок стрічки. Встановлені такі діаметри барабанів: 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 і 2000 мм. Барабани виготовляються чавунні литі або сталеві зварні. Для

збільшення коефіцієнта тертя між барабаном і стрічкою застосовуються безгумові (футеровані) барабани. Обод барабана зазвичай має злегка опуклу форму (стріла опуклості 0,5% від його довжини), що забезпечує центрування ходу стрічки.

1.2.4. Натяжні пристрої стрічкових конвеєрів.

Натяжні пристрої стрічкових конвеєрів бувають гвинтові і вантажні. Для конвеєрів невеликої довжини (до 50 м) частіше застосовуються гвинтові натяжні пристрої з ходом натяжного барабана 500...800 мм. Для конвеєрів завдовжки більше 50 м застосовуються вантажні натяжні пристрої з ходом натяжного барабана 1...1,5 % від довжини конвеєра.

В даний час застосовуються переважно вантажні натяжні пристрої горизонтальні або злегка похилі, зазвичай звані візкові і вертикальні. У візковій натяжці натяжний барабан (він же кінцевий) встановлений на візку, який за допомогою канатно-блочної системи натягується вантажем.

1.2.5. Очисні пристрої і опорні конструкції.

Для очищення робочої поверхні стрічки від прилиплих частинок матеріалу застосовуються: для сухих вантажів скребки, встановлені під розвантажувальним барабаном, а для сирих і липких матеріалів – щітки, що обертаються, дротяні (рис. 1.10, *а*) або гумові (рис.1.10, *б*). Скребок або щітка до барабана притискається за допомогою важеля з вантажем на кінці.

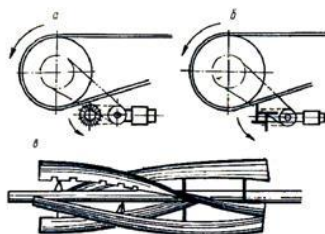


Рисунок 1.10 - Щітки для очищення стрічки: *а* – дротяна щітка;
б – гумова щітка; *в* – спіральна гумова щітка

Опорна конструкція стрічкових конвеєрів найчастіше металева зварна і складається із станини в середній частині і рам під приводні і натяжні пристрої. Станина середньої частини складається з поздовжніх кутників або швелерів, на яких вмонтовуються роликоопори, вертикальних стійок, відкосу і поперечини.

1.2.6 Завантажувальні і розвантажувальні пристрої.

Для забезпечення рівномірного завантаження стрічки сипким матеріалом в місці його завантаження застосовуються завантажувальні воронки і направляючі лотки, що мають на задній і бічних стінках ущільнення з гуми. Подача штучних вантажів на конвеєр відбувається на похилих лотках або вручну.

Розвантаження стрічкових конвеєрів може проводитись безпосередньо через приводний барабан або в будь-якому проміжному пункті за допомогою спеціальних розвантажувальних пристроїв, стаціонарних і пересувних плужкових скидачів, а також за допомогою пересувних двобарабанних скидаючих візків, що пересуваються на всьому фронті горизонтальної ділянки конвеєра за допомогою механізму, що має електричний або ручний привод.

Плужкові скидачі залежно від напрямку розвантаження матеріалу застосовуються одно- або двосторонні. При використанні плужкових скидачів на конвеєрі із стрічкою жолоба застосовується спеціальна роликівна платформа, що випрямляє стрічку в пункті скидання. Для зменшення зносу стрічки швидкість конвеєра при плужкових скидачах рекомендується не більше 1,25 м/с. Плужок обшивається знизу знімними гумовими смугами.

1.2.7. Пересувні, переносні човникові стрічкові конвеєри.

Переносні і пересувні стрічкові конвеєри загального призначення виготовляються завдовжки 5...15 м і призначені для переміщення насипних і неважких штучних вантажів. Ширина стрічки 5...7 м, швидкість стрічки від 0,8 до 1,25 м/с, маса переносних конвеєрів 340...450 кг, пересувних – до 2 т.

Човниковий стрічковий конвеєр – це реверсивний конвеєр, змонтований на металевій рамі, що пересувається на колесах по рейковому шляху. Цей тип конвеєра застосовується для завантаження бункерів або інших місткостей, розташованих в одному ряду. У целюлозно-паперовій і лісохімічній промисловості човникові стрічкові конвеєри застосовуються для завантаження варильних і гідролізних казанів, бункерних складів тріски, бункерів парових казанів тощо. Довжина човникового конвеєра приймається приблизно рівна половині відстані між крайніми пунктами завантаження матеріалу. Перебуваючи в крайньому лівому положенні, човниковий конвеєр зсипає матеріал, скидаючи його з кінцевого барабана в перший крайній пункт розвантаження. Після заповнення його конвеєр пересувається вправо і послідовно подає матеріал у всі пункти, розташовані зліва від середини завантажуваних бункерів. Після цього конвеєр пересувається вліво, стрічці дається зворотний хід і аналогічно здійснюється завантаження бункерів, розташованих праворуч від середини бункерів.

1.3 Загальні принципи реалізації системи управління приводами конвеєра

Принципова схема електроприводу окремих ліній конвеєра (рис.1.11), швидкості руху яких мають бути строго однакові.

Така необхідність виникає в потоковому виробництві, коли різні вироби після необхідних технологічних операцій на окремих лініях повинні зустрічатися на складальній ділянці в строгій відповідності один з одним. Схе-

ма дозволяє одночасно пускати і зупиняти декілька конвеєрних ліній і регулювати їх швидкість руху.

Погоджений рух досягається включенням двигунів за схемою синхронного валу із загальним перетворювачем частоти (ПЧ). Регулювання швидкості двигунів Д1 і Д2 здійснюється зміною швидкості ПЧ за допомогою редуктора Р із змінним передавальним відношенням.

Дозвіл на пуск конвеєрів дається операторами, що стежать за роботою конвеєрів на найбільш відповідальних ділянках. Натиснення на кнопки готовності SB3 і SB4 викликає запалення сигнальних ламп ЛС1 і ЛС2 і спрацювання реле К1 і К2. Останні готують ланцюг пускового реле К3. При натисненні на кнопку SB5 "Пуск" спрацює К3, яке включає контактор К4. Відбувається однофазна синхронізація положення ПЧ, Д1 і Д2. Через витримки часу маятникові реле, вбудовані в контактори К4 і К5, послідовно включається К5, відключається К4 і включається К6. Здійснюється реостатний пуск двигуна перетворювача частоти за принципом часу (реле часу К10, К11, К12).

Перевагою даної схеми є те що, швидкість руху електродвигунів однакова, простота і дешевизна конструктивного виконання.

До недоліків схеми релейно-контакторного управління електроприводами з використанням пуско-регулюючих резисторів (ящиків опорів) для управління трифазним асинхронним двигуном з фазним ротором має наступні недоліки, що наводять до істотних експлуатаційних витрат:

Втрати енергії в резисторах складають 20-30% від загальної споживаної потужності;

У зв'язку із ступінчастим характером регулювання мають місце поштовхи моменту двигуна, що негативно позначаються на механічному устаткуванні і, відповідно, швидкість пересування також носить нерівномірний характер.

Оскільки елементи ящиків опорів працюють при високій температурі і в умовах трясіння, викликаній поштовхами швидкості, має місце досить частий вихід їх з роботи.

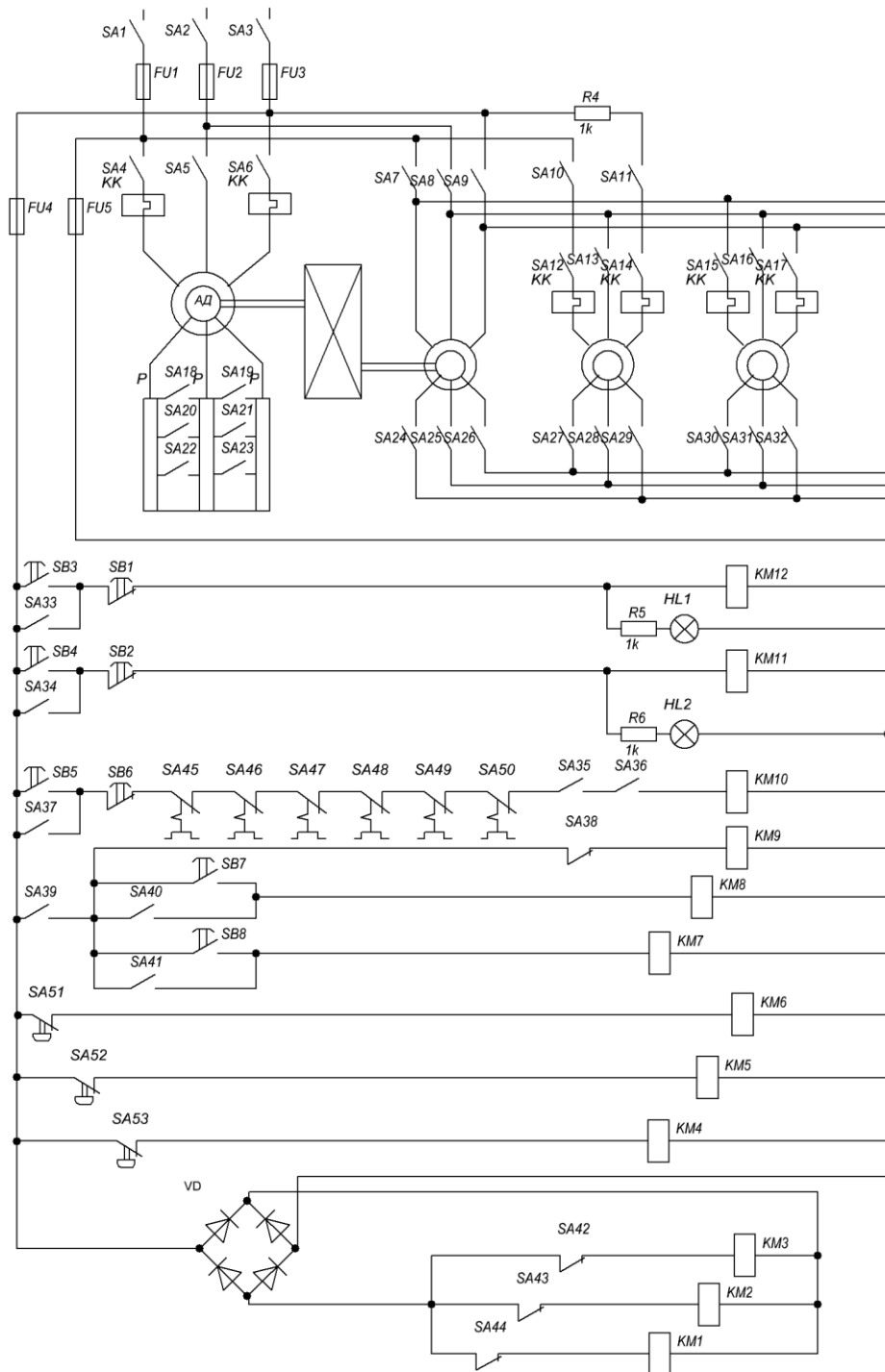


Рисунок 1.11 - Схема електроприводу конвеєрних ліній з погодженим рухом

Релейно-контакторна апаратура, що працює дуже інтенсивно (до 600 включень в годину) вимагає постійного догляду, і має низьку надійність, що наводить до простоїв устаткування.

1.4 Система керування електроприводом стрічкового конвеєра

З аналізу попередніх розділів виходить, що основними засобами регулювання швидкості магістральних конвеєрів при пуску (за умови вживання асинхронних двигунів з фазним ротором) є реостатне регулювання або система асинхронний вентильний каскад. Реостатне регулювання забезпечується вживанням вибухобезпечних рідинних реостатів (ВЖР), або ящиків опору безпечних (ЯСВ). Спосіб відрізняється низькою економічністю, недостатньою експлуатаційною надійністю засобів регулювання. Він не дозволяє підтримувати тривалі рівні малих швидкостей. Розвитком цього способу управління конвеєрними лініями є вживання регулювальників тиристорів роторного струму з узагальненою реостатною схемою, включаючи силові ключі тиристорів для шунтування окремих опорів (розробка фірми "Estel Pluss AS" м. Таллінн).

Пристрої призначені для безконтактного плавного пуску асинхронних двигунів з фазним ротором. Основне вживання пристроїв - запуск високовольтних асинхронних двигунів потужністю 200.1600кВт для стрічкових конвеєрів:

транспортування руди на гірничо-збагачувальних комбінатах різного профілю;

транспортування палива на теплових електростанціях;

транспортування сипких вантажів на значні відстані.

Пристрої плавного пуску (УПТ) працюють також в режимі багаторухового приводу з одним ведучим і декількома веденими агрегатами - для особливо довгих конвеєрів. Можлива також тривала робота на зниженій швидкості.

Система частотного управління асинхронним двигуном.

Одна з можливих схем автоматичного управління асинхронним двигуном з короткозамкнутим ротором, керованим за допомогою перетворювача тиристора частоти з автономним інвертором струму, представлена на рис.1.3 У ній силова частина перетворювача поєднується із спрощеною схемою блоку регулювання, що формує необхідний зв'язок між струмом і ковзанням в статичних і динамічних режимах. Блок побудований за принципом підлеглого регулювання.

Вхідними сигналами блоку регулювання є: задаюча напруга U_3 визначає частоту автономного інвертора струму (АІТ), напругу негативного зворотного зв'язку по випрямленому струму U_i , що знімається з датчика струму (ДС), і напруга U_ω негативному зворотному зв'язку по кутовій швидкості асинхронного двигуна, що знімається з датчика швидкості (ДШ). Блок регулювання складається з чотирьох операційних підсилювачів, виконаних на інтегральних мікросхемах.

Регулювання випрямленого струму (отже, струму статора двигуна) здійснюється за допомогою регулювальника струму (РС), що впливає через систему управління випрямлячем (СУВ) на кут включення тиристорів керованого випрямляча (УВ). Регулювальник струму (РС) зібраний на операційному підсилювачі за схемою пі-регулювальника. На його вхід через резистори R10 і R12 подаються сигнали негативного зворотного зв'язку по струму U_i і задаючий сигнал U_3 пропорційний модулю ковзання двигуна. Регулювальник РТ забезпечує в статичних режимах точну відповідність струму статора задаючому сигналу U_3T незалежно від вихідної частоти АІТ.

За допомогою регулювальника ковзання (РК) (працює подібно П - регулювальникові швидкості в системі постійного струму) виробляються віднімання із задаючої напруги U_3 сигналу U_ω , пропорційного кутовій швидкості ротора, і посилення різницевого сигналу, тобто виробляється сигнал, пропорційний ковзанню двигуна.

Оскільки струм в ланці випрямленої напруги не міняє свого знаку незалежно від режиму роботи двигуна, а ковзання свій знак змінює, то знак задаючої напруги U_3 повинен зберігатися незмінним незалежно від знаку ковзання.

Операція виділення модуля напруги $|U_\beta|$ виробляється за допомогою діодів VD7 і VD7 і інвертора знаку, зібраного на підсилювачі (І).

На вході регулювальника частоти (РЧ) виробляється підсумовування сигналів ковзання з виходу РС і кутової швидкості з датчика ДШ, а напруга U_f з виходу РЧ подається на систему управління автономним інвертором (СУІ), що управляє вихідною частотою АІТ. Таким чином, регулювальники струму РС і частоти РЧ підпорядковані регулювальникові ковзання РК, Але вихідний сигнал РС не є задаючим сигналом для регулювальника РЧ, зокрема, тому, що на цього регулювальника вводиться не негативний, а позитивний зворотний зв'язок по кутовій швидкості.

Стабілітрон VD9 призначений для обмеження ковзання (якщо для подачі U_3 на вхід РС не використовується задатчик інтенсивності), а отже, значення струму в перехідних і аварійних режимах.

Параметри регулювальника частоти РЧ вибрані так, що із збільшенням навантаження на валу двигуна на робочій ділянці його механічної характеристики частота на виході АІТ залишається постійною унаслідок того, що зменшення сигналу кутової швидкості компенсується відповідним збільшенням сигналу ковзання. Пропорційно збільшенню сигналу ковзання зростає струм двигуна.

Коефіцієнт пропорційності підібраний таким, аби жорсткість механічної характеристики була такою ж, як в природному характеристики двигуна. При подальшому збільшенні моменту навантаження відкривається стабілітрон VD9, після чого ковзання, струм і момент двигуна залишаються постійними, а частота на виході АІТ і кутова швидкість двигуна знижуються, що відповідає вертикальній ділянці механічної характеристики.

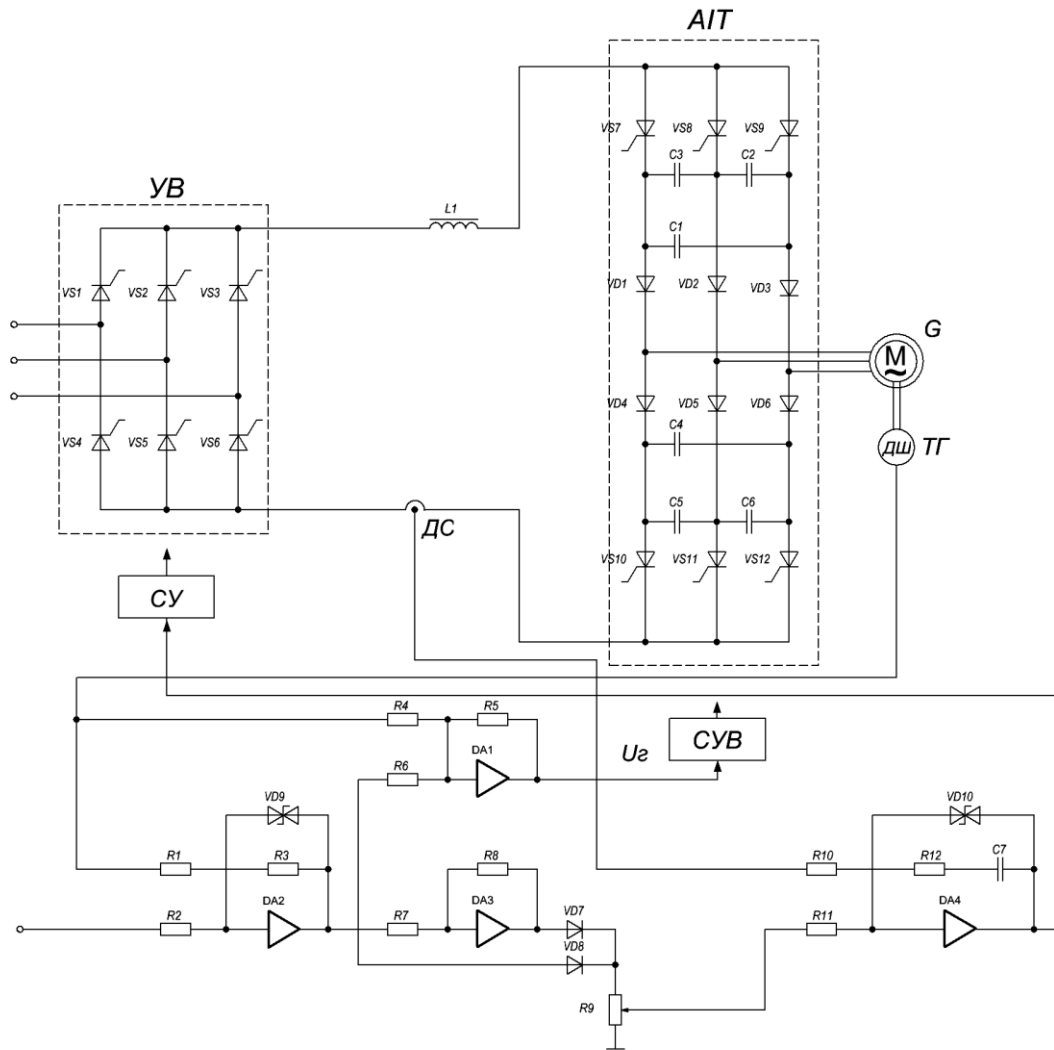


Рисунок 1.12 - Схема автоматичного управління асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, керованим перетворювачем тиристора з автономним інвертором струму.

Аналогічно при подачі стрибком задаючої напруги U_3 з відкривається стабілітрон VD9, і в перший момент напруга $U\beta = U\beta_{ma}$ та оскільки $\omega_0 = 0$. Із збільшенням кутової швидкості відбувається частотний пуск двигуна при постійному ковзанні і відповідних йому постійних струмі статора і моменті двигуна. Після закінчення пуску напруга U_ω , що поступає з боку датчика кутової швидкості, стає близьким до задаючого U_3 . Стабілітрон VD9 закривається, і кутова швидкість приводу встановлюється відповідно до задаючого сигналу.

Темп пуску визначається заданими значеннями максимального ковзання, струму і моменту, що розвивається двигуном, а також статичним моментом і не залежить від U_3 .

Гальмування двигуна здійснюється відключенням напруги U_3 . При цьому гальмування відбувається з віддачею енергії в мережу. В цьому випадку відкривається стабілітрон VD9, але вже при іншому знаку сигналу ковзання в порівнянні з пуском, і на вході РЧ сигнал ковзання тепер віднімається з сигналу кутової швидкості, частота на виході ЛІТ зменшується, і двигун переходить в генераторний режим (ковзання стало негативним).

У міру зниження кутової швидкості знижується частота, відбувається частотне гальмування, як і пуск, при незмінних значеннях струму, моменту двигуна і ковзання.

При реверсуванні двигуна (зміна полярності U_3) спочатку здійснюється гальмування до повної зупинки з подальшим безконтактним перемиканням чергування фаз на виході АІТ, здійснюваним за допомогою системи управління інвертором, після чого двигун розганяється у зворотний бік.

Стабілітрони VD10, встановлені в ланцюзі зворотного зв'язку регулювальника струму, обмежують максимальний рівень сигналу управління випрямлячем U_α , тобто максимальні значення ЕДС у випрямному і інверторному режимах його роботи.

Управління тиристора асинхронним двигуном з коротко замкнутим ротором.

Для управління асинхронним двигуном можуть використовуватися тиристри у поєднанні з релейно-контакторними апаратами. Тиристри застосовуються як силові елементи і включаються в ланцюг статора, релейно-контакторні апарати включаються в коло управління.

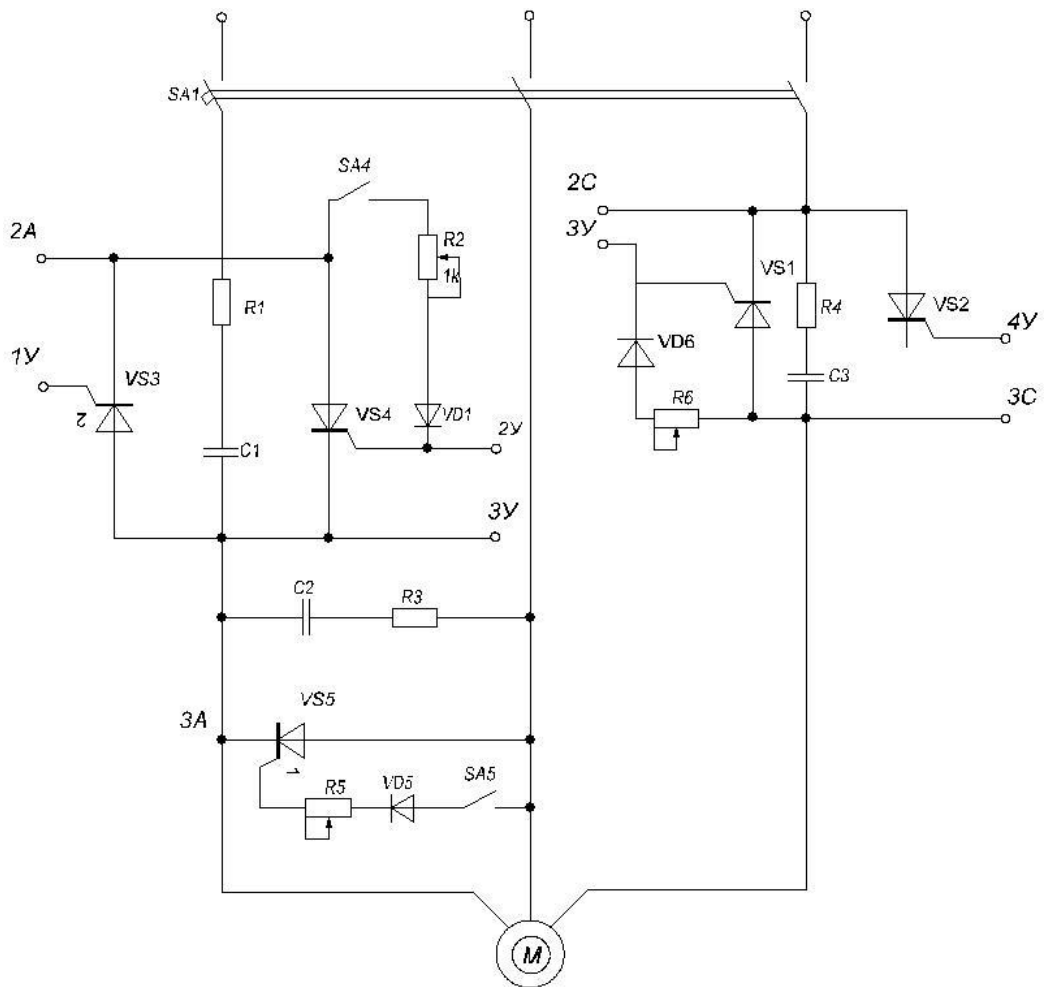


Рисунок 1.13 - а Силовий ланцюг

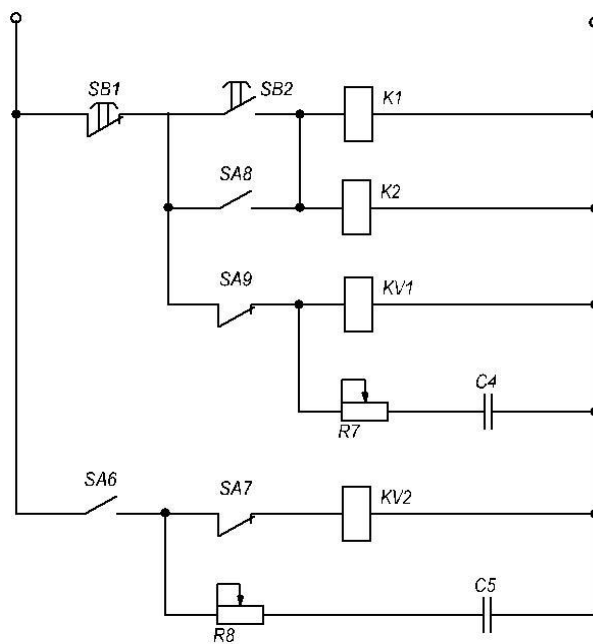


Рисунок 1.13 - б. Коло управління

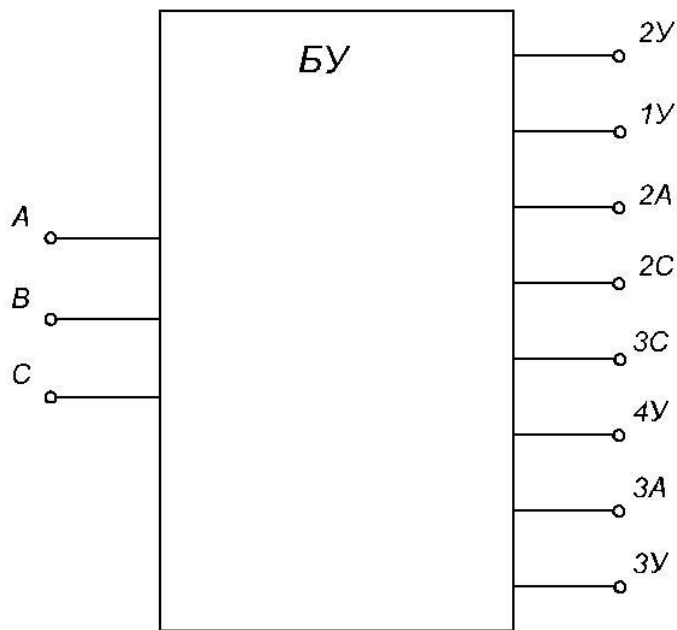


Рисунок 1.13 - в. Блок управління тиристорами

Використовуючи тиристори як силові комутатори, можна на статор при пуску подавати напругу від нуля до номінального значення, обмежувати струми і моменти двигуна, здійснювати ефективне гальмування або кроковий режим роботи. Така схема приведена на рис.1.4

Силова частина схеми складається з групи тиристорів VS1...VS4, включених зустрічно-паралельно у фази А і С. Між фазами А і У включений короткозамикаючий тиристор VS5. Схема складається з силового кола (рис.1.13, а), кола управління (рис.1.13, б) і блоку управління тиристорами - БУ (рис.1.13, в).

Для пуску двигуна включається автоматичний вимикач SA1, натискається кнопка SB2 "Пуск", внаслідок чого включаються контактори K1 і K2. На електроди тиристорів VS1, що управляють...VS4 подаються імпульси, зрушені на 60° відносно живлячої напруги. До статора двигуна прикладається знижена напруга, що призводить до зниження пускового струму і пускового моменту.

Розмикаючий контакт KM1 відключає реле KV1 з витримкою часу, яка визначається резистором R7 і конденсатором C4. Розмикаючими контактами

реле KV1 шунтуються відповідні резистори в блоці управління, і на статор подається повна напруга мережі.

Для гальмування натискується кнопка SB1 "Стоп". Схема управління втрачає живлення, відключаються тиристри VS1...VS4. Це наводить до того, що на період гальмування включається реле KV2 за рахунок енергії, запасеної конденсатором C5, і своїми контактами включає тиристри VS2. і VS5. Через фази А і В статора проходить постійний струм, який регулюється резисторами R1 і R3. Забезпечується ефективне динамічне гальмування.

Висновки до першого розділу

Старі релейно-контакторні схеми систем управління електроприводів конвеєрних ліній з погодженим рухом істотно застаріли, оскільки у неї невисока продуктивність і швидкість роботи, точність позиціонування, крім того, за такими схемами повинен вироблятися постійний контроль її контактно - релейної групи і працездатності.

Метою дипломного проекту є розробка перетворювача тиристора, що забезпечує живлення обмотки збудження двигуна змінного струму, потужність, що віддається в навантаження $P_d = 3$ кВт, номінальна випрямлена напруга $U_{дном} = 220$ В, напруга живлячої мережі $U_c = 380$ В.

Індуктивність навантаження рівна $L_d = 0.25$ Гн. Перетворювач повинен забезпечувати мінімальні низькочастотні пульсації випрямленої напруги, а також містити захист від перегріву силових вентилів.

На підставі вище викладеного в дипломному проекті необхідно вирішити наступні завдання:

- Провести аналіз існуючих схемо-технічних рішень управління електроприводом конвеєрної лінії;
- Розробити структурну і функціональну схеми модернізації системи управління електроприводу конвеєра;

- Виконати обґрунтований розрахунок основних вузлів і агрегатів системи управління конвеєрної лінії;

- По отриманих теоретичних результатах виконати модельне дослідження в програмному продукті Multisim силової частини електроприводу конвеєрної лінії;

- За отриманими теоретичними і експериментальними даними зробити висновки за результатами пропонованої модернізації.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ СОФТ - СТАРТУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

2.1 Аналіз динамічних процесів, що виникають при запуску стрічкових конвеєрів

Для стрічкового конвеєра найбільш важким є пусковий режим: створюються великі динамічні моменти, що викликають коливання і пробуксовки конвеєрної стрічки, коливання в натяжних пристроях і накиди навантаження на редуктори і приводні двигуни. Вихід з ладу дорогої (40-70% загальної вартості конвеєра) стрічки відбувається, як правило, в процесі пусків, перш за все в місцях з'єднання (швів). Виключити або звести до мінімуму це явище можливо при плавному пуску конвеєрів, який забезпечується тільки приводними пристроями (гідромуфтами, індукційними регуляторами і т. д.) В поєднанні з приводними електродвигунами.

В останні роки УкрНДІВЕ і Автоматгормаш за участю ДонДТУ і Дондіпровуглемаш розробили пристрої плавного пуску КУУПВ і АПМ для конвеєрів першого типорозміру нового розмірного ряду з однодвигунним приводом. На даний час значна кількість таких перетворювачів введена в роботу і вони продовжують експлуатуватися. Відзначено скорочення поривів стрічок і порушень стиків, економія часу і витрат на виконання ремонтних робіт, зменшення пускових струмів, плавний запуск і достатня надійність самих пристроїв [1].

Однак, створення і дослідження стрічкових конвеєрів, різних пристроїв плавного пуску і приводних електродвигунів велися зазвичай у відриві один від одного. В результаті не враховано, з одного боку, деякі особливості конвеєрів (дуже великі в порівнянні з роторами двигунів махові маси з широким діапазоном їх зміни, необхідність обмеження величини прискорення при пуску і ін.), з іншого - можливості навіть спеціальних конвеєрних електродви-

гунів (серії ЕДКЛЮФ) по їх нагріванню при пуску, спільній кількості пусків підряд з холодного і гарячого станів двигуна, інтервали між пусками і т. д. Інститути-розробники і заводи-виробники стрічкових конвеєрів під час виборів приводу орієнтуються, в основному, на номінальну потужність і частоту обертання вихідного вала редуктора одно-або багатоприводного блоку конвеєра, не враховуючи інші пускові властивості приводних двигунів. Розробники і виробники створюють двигуни також без урахування низки параметрів, що ускладнюють, а іноді виключають, можливість запуску конвеєра.

Метою даної роботи є аналіз динамічних процесів, що виникають при запуску стрічкових конвеєрів, і оптимізації цього процесу за рахунок використання пристроїв на базі тиристорних регуляторів напруги. Істотний вплив на пуск конвеєра надають махові моменти всіх обертових і переміщаються в площині частин, які залежать від довжини, завантаження і кута установки конвеєра. Аналіз показує, що більш продуктивні конвеєри одного і того ж типовиконання з однаковим кутом установки мають меншу довжину, але махового моменту їх залишається практично незмінним: від 4785 до 4901 Н · м² при довжині конвеєра від 1 544 до 870 м і вугіллі установки 0 ° для конвеєра 2Л-1000-02 з двохрухових приводом і від 6033 до 6058 Н·м² при довжині 2316- 1304 м для конвеєра 2Л-1000-03 з трьохдвигунним приводом. Помітне відхилення відзначається при зміні кута установки. Так, маховий момент конвеєра 2Л-1000- 02 при куті 0 ° становить 4785 Н·м², а при 18 ° - в 1,49 рази менше, тобто 3204 Н·м². У стрічкових конвеєрів коефіцієнт інерції F_J коливається в дуже великому діапазоні:

$$FJ = \sum GD_{\kappa}^2 + \sum GD_{qi}^2 / \sum GD_{qi}^2, \quad (2.1)$$

де $\sum GD_{\kappa}^2$ - сума махових моментів мас, що обертаються завантаженого або незавантаженого конвеєра, Н·м²;

$\sum GD_{qi}^2$ - сума махових моментів одного або декількох приводних двигунів (GD_q^2) одного двигуна потужністю 132 кВт і частотою обертання 1500 хв-1 (синхронною) становить 49 Н·м².

При 100% -ому завантаженні конвеєра 2Л-1000-02 при куті уставки 0° максимальна величина FJ дорівнює 49, при 18 ° - мінімальна, дорівнює 27,8. Для конвеєра 2Л-1000-03, відповідно 41 і 20. Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором 2ЕДКЛЮФ-250, що застосовуються для приводу стрічкових конвеєрів, можуть забезпечити шість включень поспіль з інтервалом 1 хв з холодного стану і два включення - з гарячого при $FJ \leq 6,3$, що значно менше коефіцієнта інерції шахтних стрічкових конвеєрів.

Іншим параметром, що визначає вибір приводу, є прискорення конвеєра в період пуску. Від величини прискорення залежить динаміка і можливість виникнення коливань, особливо гумовотканинної конвеєрної стрічки. Тривалість коливального процесу тим більше, чим більше прискорення при пуску.

Існуючі пристрої плавного пуску побудовані на базі тиристорних регуляторів напруги. Змінюється напруга $U_{дi}$, що подається на двигун, шляхом зміни кута відкриття α тиристорів. Цей спосіб управління асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором, який отримав назву фазового регулювання, досліджений теоретично і експериментально [2].

Однак, як показують дослідження, закладені в приводі моментні характеристики не створюють достатніх передумов для забезпечення оптимальних умов плавного пуску стрічкових конвеєрів, перш за все, в частині підтримки заданого прискорення при пуску і нагріванні обмотки статора, особливо стрижнів короткозамкненої клітки ротора двигуна пусковими струмами. Значення цих струмів залежить від конструктивних особливостей двигуна, величини поданої напруги в статор і тривалості дії пускового струму. На рис. 2.1 показані механічні експериментальна і розрахункова штучні характеристики при живленні двигуна від тиристорного регулятора напруги ТРН в залежності від кута α відкриття тиристорів з інтервалом 5 °. На рис.2.1

M_e - експериментальні моментні механічні характеристики одного (1Д), двох (2Д) і трьох (3Д) двигунів при живленні від мережі змінного струму частотою 50 Гц, величина моменту для яких визначається за шкалою $M_{1д}$, $M_{2д}$ і $M_{3д}$; $\alpha = 62,5 \dots 100^\circ$ - штучні механічні характеристики двигунів при живленні змінним струмом від ТРН при відповідних кутах α ; $M_{ск}$ - номінальний момент опору конвеєра довжиною $L = 1403$ м при куті установки 0° і повному завантаженні 1120 т / год; n - частота обертання двигуна, $хв^{-1}$; t_p - час розгону конвеєра, с.

Як приклад за вихідні дані прийняті результати заводських випробувань двигуна 2ЕДКЛОФ-250LC4. Штучні механічні характеристики розраховані за методикою [2], в якій наведена номограма залежності $v_2 = f(\alpha, \varphi)$ відомого виразу:

домого виразу:

$$M_n = \left(\frac{U_{di}}{U_n} \right)^2 M_{ei} \quad (2.2)$$

або

$$M_{ni} = v^2 M_{ei}$$

де M_{ni} - поточний пусковий момент на штучній характеристиці, Н·м;
 M_{ei} - поточний пусковий момент на природній характеристиці, Н·м;

U_n - номінальна напруга статора двигуна, В;

U_{di} - напруга, що подається в статор двигуна від ТРН при постійному куті відкриття, В;

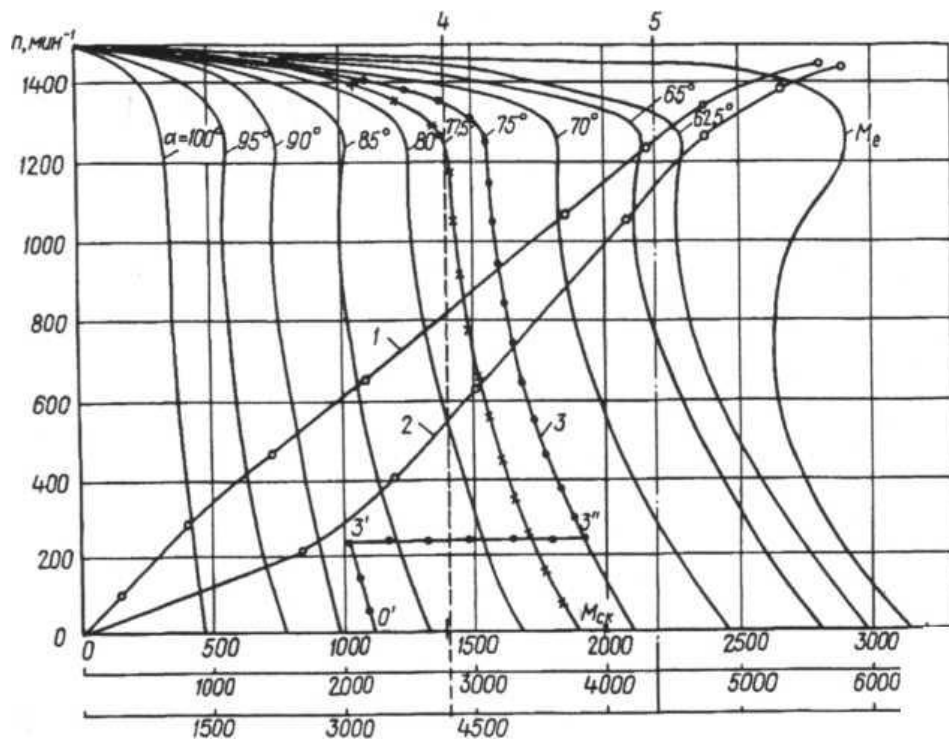


Рисунок 2.1 - Механічні характеристики електродвигуна і діаграми розгону конвеєра 2Л-1000-03: 1 і 2 - діаграми розгону конвеєра з постійним прискоренням і з його ступінчастим зміною; 3 - діаграма двоступеневого з-трансформаційних змін пускового моменту тягового зусилля; 4 і 5 - $M_{p\text{ необх}}$ - момент, необхідний для розгону конвеєра із середнім прискоренням $0,315\text{ м/с}^2$, відповідно, для шкали M_1 і M_2 ; 0' і 3' - крива початку руху; 3', 3'' - перехід на характеристику розгону 3 ($\alpha = 75^\circ$), v^2 - квадрат відношення поточного значення напруги, що подається в статор двигуна, до номінального значення напруги; φ - кут фазового навантаження двигуна визначається як $\arccos. \varphi$.

Механічні характеристики дозволяють аналізувати можливість пуску конвеєра однодвигунним приводом, користуючись шкалою моменту $M_{1д}$, дводвигунним - $M_{2д}$ і трьохдвигунним - $M_{3д}$, але двигуни повинні бути одного типу. Для цього розраховується момент опору на вихідному валу редуктора конвеєра (вхідному валу двигуна) $M_{ск}$, його величина відкладається на всіх трьох шкалах. Наприклад, для конвеєра 2Л-1000-03 при 100% -ому завантаженні $M_{ск} = 1995\text{ Н}\cdot\text{м}$. Задавшись тривалістю пуску (10 с) або прискоренням ($0,315\text{ м/с}^2$), визначимо необхідний середній пусковий момент M_p , який

в даному випадку складе $4394 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Аналіз характеристик і отриманих результатів показує наступне:

- під час пуску конвеєра трьома двигунами його можна розігнати за рахунок плавної зміни кута відкриття тиристора α з 80 до 75° , тобто змінювати напругу, що подається в статори двигунів, від 484 до 543 В , і еквівалентний пусковий струм від 667 до 774 А . Однак доцільніше поставити постійний кут $\alpha \approx 77,5^\circ$ і подавати в початковий момент (при $n = 0$) напруги 516 В ;

- під час пуску конвеєра двома двигунами його розгін можна проводити за рахунок зміни кута α від 68 до $62,9^\circ$ (початкова напруга від 600 до 643 В), або задати постійний кут відкриття тиристорів $\alpha = 65^\circ$ при 643 В . У цьому випадку статори і ротори двигунів будуть «обтікати» пусковими струмами більшої величини, що призведе до більшого нагрівання двигунів і силових тиристорів ТРН.

Для пом'якшення пружних коливань в конвеєрній стрічці запропоновано процес пуску розділити на два періоди [3]: перший - до моменту початку руху стрічки (час $t_{\text{тр}}$); другий - розгін її до номінальної швидкості (час t_p). При цьому пусковий момент (тягове зусилля) в період рушання приймається меншим, ніж в період розгону.

На рис. 2.1 наведено дві діаграми швидкості розгону при 100% -ної навантаженні конвеєра 2Л-1000-03 трьома двигунами з живленням від ТРН. У першому випадку (крива 1) для забезпечення розгону із середнім прискоренням $j \approx 0,315 \text{ м/с}^2$ необхідний середній пусковий момент на валу редуктора конвеєра МР не менше $4394 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Такий момент, розрахований за відомими формулами, може бути забезпечений приводним двигуном при постійно (на весь період розгону) відкритих на кут $\alpha \approx 77,5^\circ$ тиристорах ТРН. Як видно з механічної характеристики двигуна, при $n = 0$ на вал редуктора буде миттєво прикладений повний пусковий момент $\approx 5706 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (динамічний $3711 \text{ Н}\cdot\text{м}$), а тягове зусилля складе $231,6 \text{ кН}$, що призведе до значних пружних коливань.

У другому випадку (крива 2) прийнято час рушання $t_{\text{тр}} = 3 \text{ с}$, прискорення $0,15 \text{ м/с}^2$, необхідний пусковий момент $\approx 3150 \text{ Н}\cdot\text{м}$, який може бути за-

безпечений характеристикою двигуна з кутом $\alpha \approx 88,4^\circ$ (на рисунку 2.1 показаний її відрізок 0'-3'). Початковий пусковий момент 3300 Н·м (в 1,73 рази менше, ніж в першому випадку), а динамічний 1305 Н·м (в 2,84 рази менше). Таким чином, в початковий період пуску можна істотно знизити пружні коливання в стрічці конвеєра. При досягненні частоти обертання ротора двигуна 212 хв^{-1} (або через 3 с) подається сигнал управління на відкриття кута α для переходу на потрібну характеристику (75°). В кінці першого періоду пусковий момент становив 3000 Н·м, динамічних - 1005 Н·м.

За час розгону, що залишився для другого періоду слід реалізувати швидкість стрічки 2,7 м/с або частоту обертання ротора двигуна 1273 хв^{-1} . Середня величина прискорення $0,386 \text{ м/с}^2$. Необхідний середній пусковий момент повинен бути не менше 4933 Н·м, а динамічний 2938 Н·м. Ці моменти можуть бути забезпечені при роботі двигуна на характеристиці з $\alpha \approx 75^\circ$. Початковий пусковий момент на характеристиці в точці 3" складає 5834 Н·м (динамічний 3839). Приріст моментів, відповідно, 2834 і 1829 Н·м. У перехідному режимі динаміка за параметрами близька динаміці початкового періоду пуску конвеєра. отже, двохперіодна діаграма пуску конвеєра з точки зору полегшення його динаміки є більш доцільною.

В результаті досліджень спільної роботи стрічкових конвеєрів 2Л-1000-03 з приводними двигунами 2ЕДКЛОФ-250LC4, що живляться від тиристорних регуляторів напруги, було виявлено протилежність їх властивостей. Якщо для зниження виникнення і зменшення пружних коливань при пуску в стрічці конвеєра ефективно використовувати зменшення прискорення, що пов'язано зі збільшенням тривалості розгону до номінальної швидкості, то у двигунів це призводить до перегріву обмотки статора і, особливо стрижнів клітки ротора через тривалу дію великого пускового струму. З даних заводських випробувань двигуна відомо, що зростання перегріву обмотки статора номінальним пусковим струмом при $n_p = 0$ становить $7,8^\circ$ за 1 с, а стрижнів клітки ротора $68,9^\circ$ за 1 с. Пусковий струм при знижених напругах визначиться за виразом з довідника [4]:

$$I_{i\delta} = I_{i\delta} (U_{\delta} / U_i)^{1/3},$$

де U_{ϕ} – фактичне значення напруги, що подається на двигун, визначається кутом відкриття тиристорів, тобто $U_{\phi} = U_{di}$, В;

$I_{пн}$ - пусковий номінальний струм, А.

На механічних характеристиках при кутах $\alpha = 85 \dots 100^\circ$ надійно забезпечується по нагріванню ротора один пуск, причому, по нагріванню статора можливі поспіль три-чотири пуски.

2.2 Розробка структурної схеми запуску стрічкового конвеєра при фіксованих значеннях кута відкриття тиристорів фазових регуляторів

Таким чином, знаючи необхідний пусковий момент для незавантаженого або завантаженого конвеєра, по викладеній методиці можна визначити, на якій моментній характеристиці і з яким кутом відкриття тиристорів ТРН слід робити розгін конвеєра, які напруги і пусковий струм подаються в кожен з статорів. Відповідно визначається середня величина пускового струму I_{cp} і середньоквадратичний еквівалентний I_{eq} струм і температурні режими. Номінальна швидкість нового розмірного ряду, як відзначатимуть-лось вище, становить 1,6; 2; 2,5 і 3,15 м / с. Отже, при прийнятому прискоренні $0,3 \text{ м / с}^2$, при розробці конвеєрів, час розгону конвеєра складе 5,3; 6,7; 8,3 і 10,5 с, що позначиться на нагріванні приводних електродвигунів. При цьому зменшення прискорення призводить до збільшення часу розгону і підвищення нагріву обмотки статора двигуна і стрижнів ротора (при великій тривалості пуску температура стрижнів при повітряному охолодженні двигуна може досягати критичних значень). Останнє обмеження є досить суттєве, особливо для конвеєрів, що вимагають низьких значень прискорень при пуску.

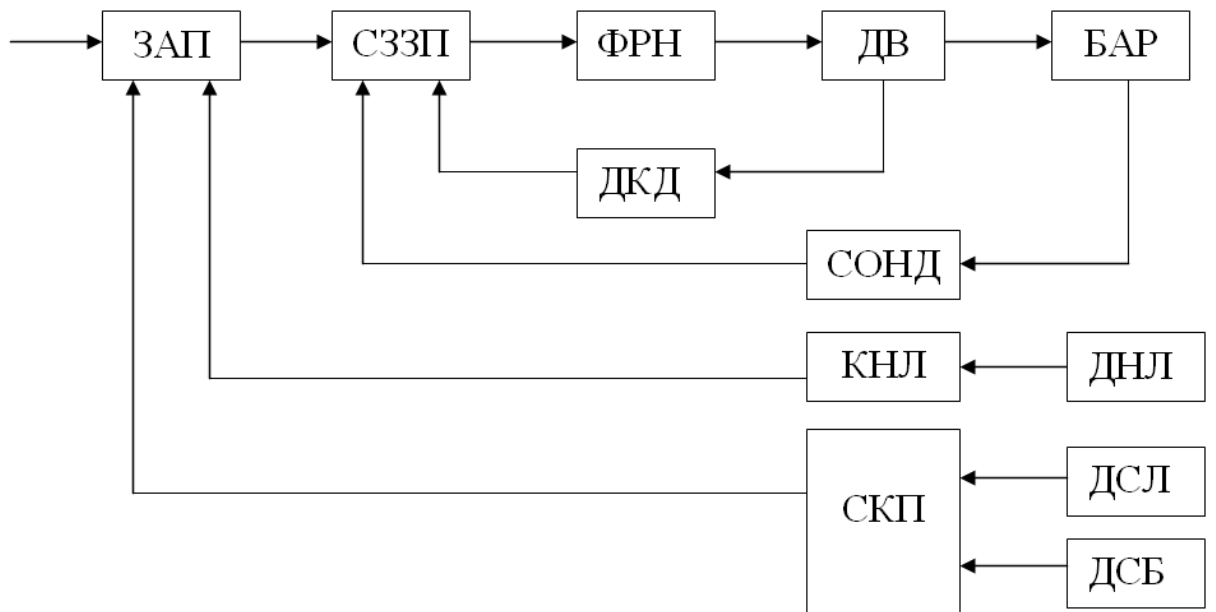


Рисунок 2.2 - Структурна схема запуску стрічкового конвеєра при фіксованих значеннях кутів відкриття тиристорів фазових регуляторів

Реалізація пуску на фіксованих кутах може бути вирішена за допомогою пристрою, структурна схема якого наведена на рис. 2.2. Після пускового імпульсу А від апаратури автоматизації на субблок завдання алгоритму пуску ЗАП, що впливає на субблок завдання кута фіксованого відкриття тиристорів (СЗЗП), з його пам'яті витягується значення кута α_1 для періоду початку руху. Субблок ФРН формує необхідний рівень напруги, що подається на приводний двигун ДВ, задаючи механічний момент початку руху. Контроль закінчення фази початку руху і перехід в фазу розгону здійснюються за допомогою субблока СОНД, що одержує сигнал від датчика початку руху стрічки, розташованого в точці збігання стрічки з барабана БАР. Субблок СОНД впливає на субблок СЗЗП, який формує кут відкриття тиристора фази розгону α_2 , в результаті чого ФРН задає новий рівень напруги, що подається в статор двигуна ДВ. Двигун переходить на нову штучну характеристику, створюючи механічний момент, що відповідає моменту розгону. Фаза розгону характеризується досягненням стрічкою номінальної швидкості, яка контролюється субблоком контролю швидкості стрічки і пробуксовки СКП (видає

команду на перехід двигуна на природну характеристику). У процесі пуску постійно контролюються пробуксовка і швидкість стрічки за допомогою датчиків ДКД, ДСЛ, ДСБ [5] і субблока СКП. Крім того, контролюється натяг стрічки субблока КНЛ і датчиком ДНЛ.

2.3 Привід- стрічкового конвеєра як мехатронний модуль.

Системи управління перших зразків забезпечували виконання електричних захистів електроприводів, контроль їх стану, блокування при виникненні аварійних режимів, проте в частині оптимізації пуску і роботи двошвидкісних скребкових конвеєрів, дані пристрої мали ряд істотних недоліків:

- критерієм переходу з низькою швидкості на високу є тільки часовий чинник, не враховується поточна завантаження конвеєра, що призводить до несвоєчасного переходу на високу швидкість, що викликає виникнення перевантажень в трансмісіях конвеєра і електроприводах, аж до «перекидання» електродвигунів;

- захист електродвигунів від перевантаження по струму виконується тільки після граничного максимального рівня, що веде до зниження надійності електрообладнання;

- відсутні ряд суттєвих і необхідних захистів по контролю параметрів приводних редукторів та електродвигунів;

- низька інформативність пристроїв.

Необхідно створення пристроїв, основними функціями яких, крім забезпечення необхідних захистів і блокувань електроприводів конвеєра, було забезпечення найбільш раціонального (оптимального) пуску конвеєра із застосуванням спеціального алгоритму перемикання приводів в функції струму та часу з метою зменшення динамічних навантажень в елементах конвеєра при його запуску.

Розглядом та аналізом взаємодії механізмів механіки, електротехніки та електронних систем управління займається нова галузь науки – мехатроніка, що отримала широкий розвиток в останні роки.

Мехатроніка – це область науки і техніки, заснована на синергетичному поєднанні механізмів механіки з електронними та комп'ютерними компонентами, забезпечує проектування і виробництво якісно нових модулів, машин і систем з інтелектуальним керуванням їх функціональними рухами. Однією з складових частин мехатроніки є інформаційність і, як наслідок, діагностичні властивості механічної складової об'єкта управління. При створенні нових пристроїв керування цим необхідно приділяти значну увагу. Так, при розробці двошвидкісного електродвигуна в якості контролю його температурного режиму доцільно ввести теплові датчики позисторного типу двох рівнів: перший з яких є аварійним і блокуючим, другий – попереджувальних, коригувальних захисну струмовий характеристику двигуна, представлену на (скорочує витримку часу на відключення двигуна при перевищенні допустимих значень споживаного струму) і запобігає пуск двигуна в нагрітому стані, що може призвести до виходу його з ладу.

До даного класу контрольованих параметрів можна віднести відхилення швидкості приводної зірочки від номінального значення і величину струму, споживаного приводними двигунами. За кнопок-індикаторів параметрами даних величин можна судити про стан привода конвеєра, його стану і робочого органу. У зв'язку з цим з'являються нові технічні властивості, які є результатом синергетичного об'єднання складових частин (компонентів) конвеєри, що працюють на загальний результат, зокрема, зниження перевантажень у транспортному тяговому органі та приводах конвеєра, підвищення надійності експлуатації конвеєра, збільшення строку його служби, скорочення витрат на проведення ремонтно-профілактичних робіт. Побудова конвеєра як мехатронного модуля полягає в перенесенні функціонального навантаження в більшій мірі на електронну систему управління, виконану на базі мікропроцесорної техніки, що дозволяє без значних вартісних витрат

змінювати режими роботи машини (шляхом програмування) з урахуванням довжини конвеєра, кута установки, величини вантажопотоку, кількості приводів, з метою зменшення динамічних перевантажень трансмісії і става конвеєра в період розгону, що призведе до збільшення терміну служби вузлів і механізмів конвеєра і зменшення ймовірності виникнення аварійної ситуації. На рис. 2.3 представлений алгоритм запуску двошвидкісного скребкового конвеєра.

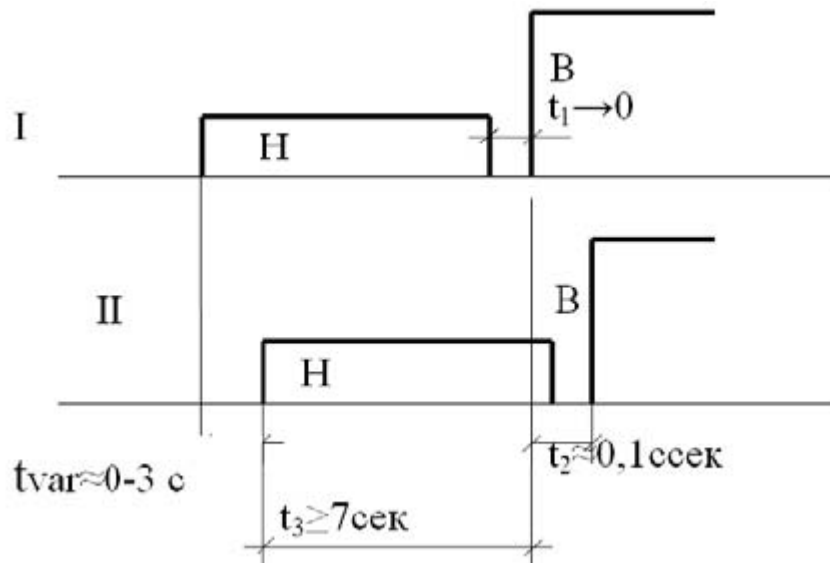


Рисунок 2.3 - Алгоритм запуску двошвидкісного **стрічкового** конвеєра: I – перемикання швидкостей хвостового приводу конвеєра; II – перемикання швидкостей головного приводу конвеєра; H – робота електропривода на низькій швидкості; B – робота електропривода на високій швидкості

Розглянемо функціональну залежність між системою управління мехатронного модуля, іншими компонентами і елементами зворотного зв'язку (сенсори, датчики) в період запуску конвеєра.

В якості інформаційних сигналів виступають:

- температурні датчики граничного рівня ($t_{1Г}$);
- температурні датчики попереджувального значення головного ($t_{2Г}$) приводу;
- температурні датчики граничного значення приводних редукторів головного ($t_{ГГ}$) приводів.

- витрата охолоджуючої рідини головного (P_{Γ}) та хвостового (P_X) приводів конвеєра;
- споживаний струм головного (I_{Γ}) приводу
- кутова швидкість обертання приводу (ω_{Γ});
- контроль тягового органу, здійснюється датчиком (D_C), частота вихідного сигналу якого (f) пропорційна швидкості руху.

Якщо умовно прийняти, що $V_{\Gamma H}$ - включення головного приводу на низьку швидкість, $V_{\Gamma B}$ - включення головного приводу на високу швидкість, V_{XH} - включення хвостового приводу на низьку швидкість, V_{XB} - включення хвостового приводу на високу швидкість, то функціональна залежність включення конвеєра на низьку швидкість буде мати вигляд:

$$\left(\begin{array}{l} S_3 = 1 \\ t_{1\Gamma}, t_{1X} = 0 \\ t_{2\Gamma}, t_{2X} = 0 \\ t_{P\Gamma}, t_{PX} = 0 \\ P_{\Gamma}, P_X = 1 \\ T_1 = 0 \end{array} \right) \Rightarrow V_{XH} = 1 \Rightarrow \left(\begin{array}{l} V_{XH} = 1 \\ t_{1\Gamma}, t_{1X} = 0 \\ t_{2\Gamma}, t_{2X} = 0 \\ P_{\Gamma}, P_X = 1 \\ 0 < T_{X-\Gamma} \leq 3 \end{array} \right) \Rightarrow V_{\Gamma-H} = 1$$

Функціональна залежність переходу конвеєра на високу швидкість має вигляд:

$$\left(\begin{array}{l} V_{XH} = 1 \\ V_{\Gamma H} = 1 \\ t_{1\Gamma}, t_{1X} = 0 \\ t_{2\Gamma}, t_{2X} = 0 \\ P_{\Gamma}, P_X = 1 \\ I_{\Gamma}, I_X \leq 1,1 I_{\text{НОМ}} \\ \omega_{\Gamma} \geq 0,85 \omega_{\text{НОМ}} \\ T_2 \geq 7c \end{array} \right) \Rightarrow \begin{array}{l} V_{XH} = 0 \\ V_{XB} = 1 \end{array} \Rightarrow \left(\begin{array}{l} V_{\Gamma H} = 1 \\ V_{XB} = 1 \\ t_{1\Gamma}, t_{1X} = 0 \\ t_{2\Gamma}, t_{2X} = 0 \\ t_{P\Gamma}, t_{PX} = 0 \\ P_{\Gamma}, P_X = 1 \\ T_3 \approx 0,1c \end{array} \right) \Rightarrow \begin{array}{l} V_{\Gamma H} = 0 \\ V_{\Gamma B} = 1 \end{array}$$

Структурна схема **стрічкового** конвеєра в якості мехатронного модуля може бути представлена в наступному вигляді (рис. 2.4.).

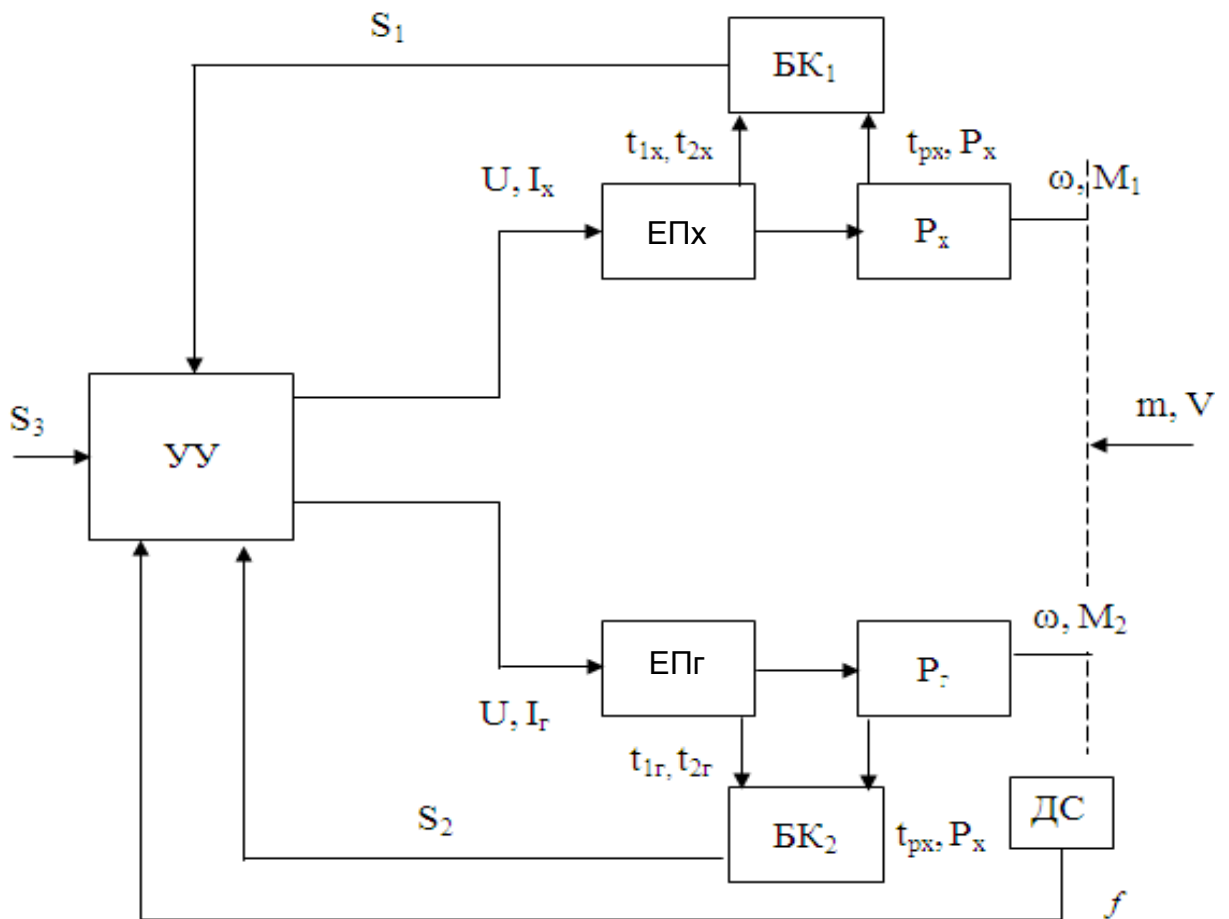


Рисунок 2.4. - Структурна схема привода скребкового конвеєра в якості мехатронного модуля

Пристрій управління УУ, контролюючи інформаційні потоки S_1 і S_2 , що надходять від блоків контролю БК2 головного приводу і БК1 хвостового приводу, а також команди пуску S_3 , формує керуючу напругу U надходить на електродвигуни хвостового $ЕП_x$ і головного $ЕП_г$ приводів, які за допомогою редукторів $Р_x$ і $Р_г$ створюють крутний момент на приводних зірок конвеєра. На конвеєр також впливає зовнішнє рівноваги вплив, а саме - вантажопотік за допомогою зміни обсягів V надходить маси, яка контролюється пристроєм управління через різні датчики зміни режимів роботи конвеєра. Ці рішення пройшли практичну апробацію.

Висновки до другого розділу

Плавний пуск стрічкових конвеєрів з реалізацією двоступеневої раціональної діаграми можливий на фіксованих значеннях кутів відкриття тиристорів тиристорних регуляторів напруги, що покращує динаміку пуску, полегшує теплові режими приводних двигунів і спрощує програмне і апаратне виконання, що дасть змогу заощадити значні кошти.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СТРІЧКОГО КОНВЕЄРА

3.1 Розробка функціональної схеми системи керування конвеєра

Як основний пристрій управління вибираємо керований мостовий перетворювач тиристора. Основним функціональним завданням якого є управління асинхронним електроприводом.

Для забезпечення нормальної роботи системи управління, що розробляється, складемо структурну схему всього комплексу, яка представлена на рис.2.1 Напруга мережі поступає на трансформатор (ТР), де зменшується до

необхідного рівня живлення керованого мостового перетворювача тиристора (КМПП). Унаслідок чого забезпечується обертання асинхронного двигуна (АД), на вал якого закріплений за допомогою механічного зв'язку тахогенератор (ТГ) промовець у вигляді елемента зворотного зв'язку за швидкістю. Отримані сигнали зворотного зв'язку за швидкістю, струму і напрузі через блок зворотних зв'язків (БЗЗ) подається в систему управління (СУ) що дозволяє регулювати роботу КМПП. Система управління насичується від додаткового джерела живлення (ДЖ).

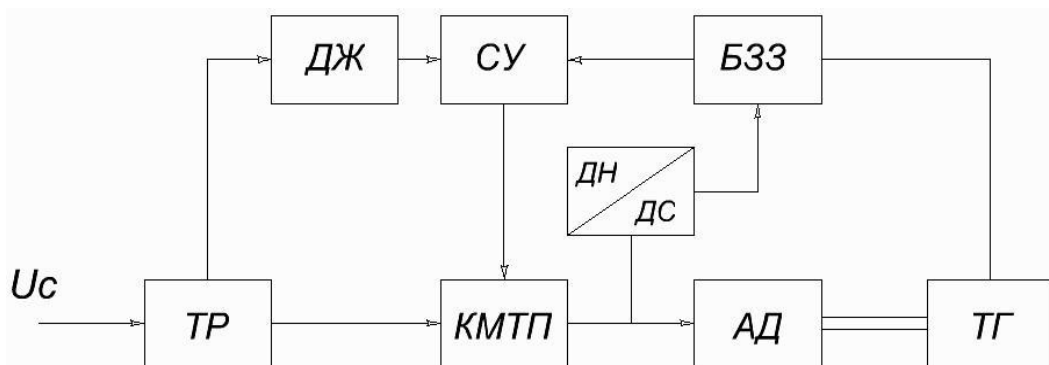


Рисунок 3.1 - Структурна схема системи управління стрічкового конвеєра.

На підставі розробленої структурної схеми рис.3.1 була складена ункціональна схема яка представлена на рис.3.2.

Трьохфазна сітьова напруга U_c поступає на трансформатор (ТР) і зменшується до необхідного рівня. Отримана на виході U_{mp} подається на керований мостовий тиристорний перетворювач (КМТП) який складеться з тиристорного перетворювача (ТП) та автономного інвертора напруги (АІН). Як видно з функціональної схеми рис.3.2 тиристорний перетворювач ТП перетворює трьохфазну синусоїдальну напругу в однофазну постійну. U_{mp} , яка потім подається до АІН, такий комплекс КМТП дозволяє реалізувати частотне управління виконавчим приводом стрічкового конвеєра. Закони управління КМТП реалізуються за допомогою системи управління (СУ). Вироблені імпульси управління передаються по каналу управління (КУ) до блоку регулювання (БР). Рівень управляючих імпульсів залежить від використаних в системі зворотніх зв'язків які реалізовані на датчиках струму (ДС) та датчиках напруги (ДН) які реалізують зворотній зв'язок по струму та напрузі.

Зміну швидкості обертання привода М з частотою ω знімається тахогенератором (ТГ) і реалізує зворотній зв'язок по швидкості.

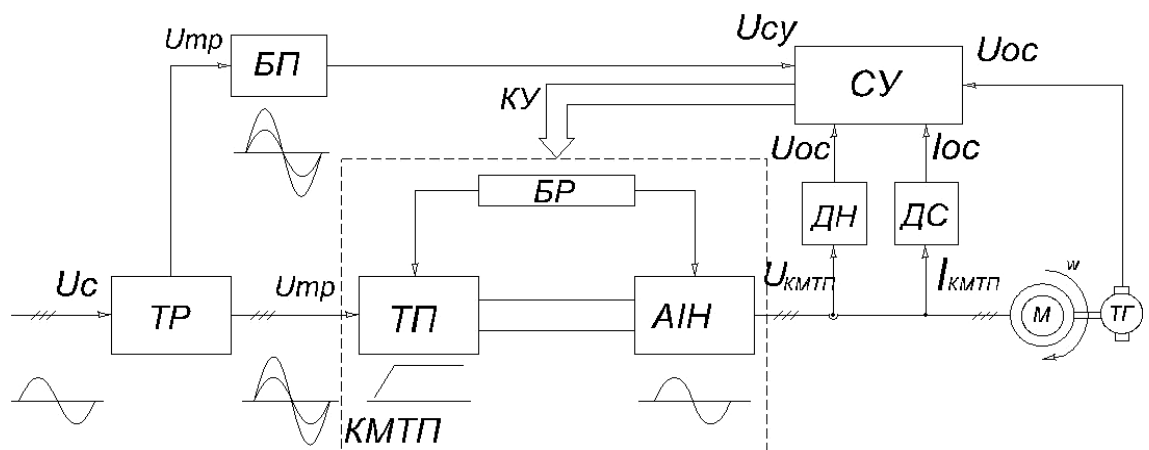


Рисунок 3.2 - Функціональна схема системи управління стрічкового конвеєра.

3.2 Розробка електричної принципової схеми системи керування стрічковим конвеєром

Розроблений пристрій дозволяє регулювати змінну напругу трифазної мережі, навантаження якої сполучене зіркою. Розроблений трифазний регулятор напруги складається з трьох однакових однофазних регулювальників. Кожна фаза працює незалежно від інших. Для регулювальника були використані симетричні тиристори з гальванічною розв'язкою імпульсним трансформатором з коефіцієнтом трансформації 1. Система управління побудована на цифрових мікросхемах і дозволяє змінювати напругу на навантаженні в межах 50 - 220 В. Регулятор розрахований на струм навантаження 20 А.

Розглянемо принцип дії системи управління (рис 2.3), яка побудована на цифрових мікросхемах.

У регулювальнику використаний імпульсний метод регулювання комуючими елементами - симетричними тиристорами. Час фазового регулювання визначає число розрядів в лічильнику вузла управління і період мережевої напруги.

Цифровий код регулювання з виходу DD5 поступає на вхід трьох однакових за схемою вузлів управління - каналів А, В і С. Фазова інформація, необхідна для роботи кожного каналу, поступає від трифазної мережі живлення навантаження. Кожен канал виробляє сигнал управління своїм симістором. Для живлення кіл каналів служить окреме джерело стабілізованої напруги 5 В. Синусоїдальна фазна напруга через резистор R1 поступає до вузла синхронізації, виконаному на здвоєному оптроні U1. При позитивній півхвилі струм протікає через світлодіод оптрона U1.1 і транзистор цього оптрона відкритий, тому на входах логічного елемента DD1.1 низький рівень сигналу. При негативній півхвилі відкритий транзистор оптрона U1.2 і на входах елемента DD1.1 також низький рівень. Але в моменти, коли мережева напруга переходить через нуль, обидва світлодіода вимкнені, транзистори оптронів закриті, а на входах елемента DD1.1 на короткі відрізки часу з'являється рі-

вень логічної одиниці. На виході цього елемента формуються прямокутні синхроімпульси в моменти, коли фазна мережева напруга дорівнює нулю.

Синхроімпульси поступають одночасно на вхід дозволу запису PE лічильника DD2, на один з входів RS-триггера, зібраного на елементах DD3.1, DD3.2, і на вхід генератора імпульсів, що управляє (на один з входів елемента DD1.3). Коли на вхід PE лічильника DD2 приходить напруга низького рівня, то код, зафіксований раніше по паралельних входах D1, - D4 лічильника, завантажується в нього незалежно від сигналів на тактових входах, тобто операція паралельного завантаження асинхронна.

У вихідному положенні на виході ≥ 15 лічильника високий рівень. Якщо рахунок досяг максимуму, то з приходом наступного негативного тактового перепаду на вхід +1 лічильника на його виході з'явиться рівень логічного нуля. Таким чином, на входи RS-триггера DD3.1, DD3.2 поступають імпульси низького рівня: синхроімпульс з логічного елемента DD1.1 і вихідний імпульс лічильника DD2, зміщений по відношенню до синхроімпульса на якийсь час, визначуване цифровим кодом на паралельних входах D1 - D4 лічильника.

На виході RS-триггера з'являється сигнал високого рівня, що вирішує проходження імпульсів генератора на вихід елемента збігу DD4.1 Цей елемент формує пачки коротких імпульсів, які через імпульсний трансформатор Т1 поступають на перехід симістора каналу, що управляє, і відкривають його. Імпульсний трансформатор дозволяє гальванічно розв'язати кола каналу від мережі.

Генератор імпульсів виконаний на логічних елементах DD1.2- DD1.4 Частоту f_z імпульсів генератора вибирають відповідно до залежності:

$$f_z = 2 \cdot F_c \cdot (2^n - 1), \quad (3.1)$$

де F_c - частота живлячої мережі, Гц; n - число розрядів лічильника.

Налагодження регулятора потужності полягає в установці необхідної частоти генератора.

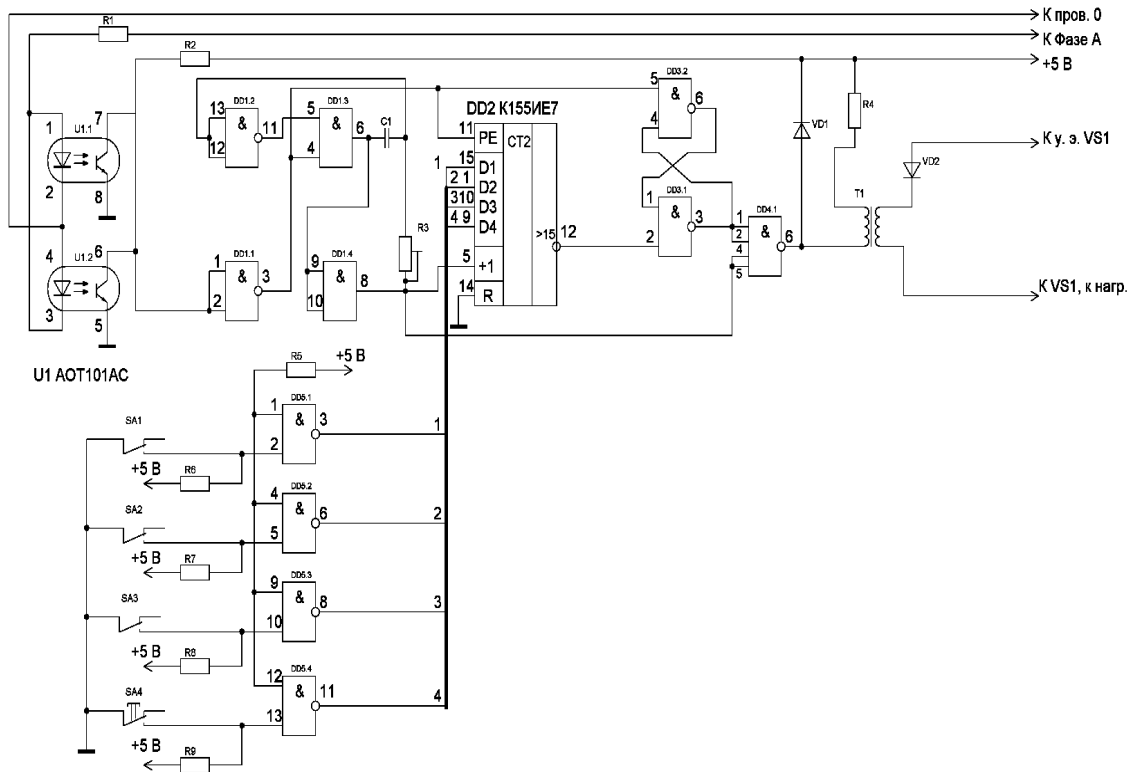


Рисунок 3.3 - Схема системи керування

3.3 Розрахунок тиристорного регулятора

Трифазний регулятор складається з трьох однакових однофазних регуляторів, кожен з яких працює незалежно від інших. Розрахунок регулятора зводиться до вибору тиристорів по граничних експлуатаційних параметрах, а також розрахунку необхідних кутів управління.

У схемі, що розраховується, симетричні тиристори повинні задовольняти наступним параметрам:

- максимальний прямий струм - 20 А;
- максимальна зворотна напруга - 310 В;
- максимальна напруга в прямому напрямі - 310 Ст
- З [5] вибираємо симетричний тиристор ТС2-25-4, для якого:
- імпульсна напруга у відкритому стані - 2 В;
- відмикаюча імпульсна напруга - 3,5 В;
- відмикаючий імпульсний струм управління - 150 мА;
- максимально допустима постійна напруга в закритому стані - 100 - 1100В;
- критична швидкість наростання напруги в закритому стані - 50 - 500В/мкс;
- максимально допустимий середній струм у відкритому стані - 25 А;
- максимально допустимий струм, що діє, у відкритому стані - 50 А.

З [1] по графіку визначаємо значення кутів управління. При напрузі 50 В кут управління $\alpha=150^\circ$; при напрузі 220 В - $\alpha=0^\circ$.

Розрахунок системи управління.

На вхід системи управління поступає напруга синхронізації від мережі живлення через обмежувальний резистор R1. Амплітуда напруги синхронізації. Розрахуємо опір обмежувального резистора R1

$$R_1 = \frac{U_{i \text{ д\ddot{a}e}^3} - U_{\text{н\ddot{e}i} \text{ \ddot{o}д. max}}}{I_{i \text{ \ddot{o}}}}, \quad (3.2)$$

де I_{np} - постійний прямий струм через діод;

$U_{\text{мережі}}$ -напруга мережі.

У пристрої синхронізації застосовується здвоєний оптрон АОТ101АС, [7] для якого:

- максимально допустима напруга ізоляції $U_{из}$ - 1500 В;
- максимально допустимий постійний прямий струм через діод I_{np} - 20 мА;
- максимально комутована напруга $U_{ком}$ - 15 В;
- максимальне падіння напруги U_{np} - 1,6 В;
- опір ізоляції $R_{из}$ - 100 ГОм.

$$U_{\text{синхр. max}} = \sqrt{2} \cdot 1,5B = 2,1B;$$

$$R_1 = \frac{220B - 2,1B}{6mA} = 36,3kOm \quad (3.3)$$

Розрахуємо розсіювану потужність на резисторі R1

$$P_{R1} = I_{np}^2 \cdot R_1 = (6 \cdot 10^{-3} A)^2 \cdot 36,3 \cdot 10^3 Om = 1,31Bm \quad (3.4)$$

З ряду E24 вибираємо резистор опором 36 кОм марки МЛТ-2. [4]

Розрахуємо опір резистора R2

$$R_2 = \frac{U_{\text{пит}} - U_{\text{ке}}}{I_{\text{к}}}, \quad (3.5)$$

де $U_{\text{жив}}$ - напруга живлення $U_{\text{жив}}=5$ В;

$U_{ке}$ - напруга колектор-емітер;

I_k - струм колектора;

$$R_2 = \frac{5B - 0,1B}{0,25mA} = 19,6kOm \quad (3.6)$$

Розрахуємо розсіювану потужність на резисторі R2

$$P_{R2} = I_k^2 \cdot R_2 = (0,25 \cdot 10^{-3} A)^2 \cdot 19,6 \cdot 10^3 Om = 0,0012Bm \quad (3.7)$$

З ряду E24 вибираємо резистор опором 20 кОм марки МЛТ-0,125. [4]

Розрахуємо необхідну частоту дотримання імпульсів тактового генератора по формулі:

$$f_z = 2 \cdot F_c \cdot (2^n - 1), \quad (3.8)$$

де f_z - частота тактового генератора;

F_c - частота мережі 50 Гц;

n - кількість розрядів $n=4$;

$$f_z = 2 \cdot 50Гц \cdot (2^4 - 1) = 100 \cdot 15 = 1500Гц \quad (3.9)$$

Розрахуємо частотозадаючі елементи R3 і C1

$$T = 3 \cdot R_3 \cdot C_1. \quad (3.10)$$

Виберемо опір резистора R3=220 Ом, і розрахуємо ємкість конденсатора C1

$$C_1 = \frac{1}{3 \cdot R_3 \cdot f_2} = \frac{1}{3 \cdot 2200 \text{ Ом} \cdot 1500 \text{ Гц}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 1,0 \text{ мкФ}. \quad (3.11)$$

Резистор R3 вибираємо марки СПЗ-16, а конденсатор вибираємо марки К73-17 номінал ємкості 1 мкФ. [4]

Резистори R5 - R9 задають рівень логічної одиниці на логічному елементі DD5. Опір цих резисторів вибираємо 1 кОм.

Виберемо діод VD1 для якого повинно виконуються така умова, де

$$U_{обр. \max} = \frac{5B}{1,1} = 4,55B. \quad (3.12)$$

З [4] вибираємо діод КД503А для якого:

- максимально допустимий імпульсний струм - 200 мА;
- максимально допустимий постійний або середній прямий струм - 20 мА;
- імпульсна пряма напруга - 2,5 В;
- максимально допустима імпульсна або постійна зворотна напруга - 30 В;
- час зворотного відновлення діода - 0,01 мкс.

Розрахуємо опір резистора R4

$$R_4 = \frac{E_n}{I} = \frac{5B}{0,1A} = 500 \text{ Ом} \quad (3.13)$$

Розрахуємо розсіювану потужність на резисторі R4

$$P_{R4} = I^2 \cdot R_4 = (0,1A)^2 \cdot 500 \text{ Ом} = 0,5 \text{ Вт} \quad (3.14)$$

Вибираємо резистор з ряду E24 опором 51 Ом, марки МЛТ-0,5. [4]

З [4] вибираємо діод VD2 з таких міркувань, що він повинен витримувати максимальний відмикаючий струм і максимальну напругу управління для даного вибраного симетричного тиристора. Діод VD2 вибираємо КД103А для якого:

- максимально допустимий постійний прямий струм - 0,1 А;
- максимально допустима постійна зворотна напруга - 50 В;
- постійна пряма напруга - 1 Ст.

Розрахунок джерела живлення системи управління.

Живлення системи управління здійснюється від джерела живлення +5В. Струм вжитку системи управління від джерела живлення близько 100 мА.

Розрахуємо необхідну для роботи стабілізатора вхідну напругу $U_{вн}$ призначеній вихідній напрузі:

$$U_{вн} = U_f + 3 = 5\text{В} + 3 = 8\text{В}. \quad (3.15)$$

Розрахуємо максимально розсіювану транзистором потужність:

$$P_{\max} = 1,3 \cdot (U_{вн} - U_H) \cdot I_H = 1,3 \cdot (8\text{В} - 5\text{В}) \cdot 0,1\text{А} = 0,39\text{Вт}. \quad (3.16)$$

Вибираємо регулюючий транзистор. Його гранично допустима розсіювана потужність має бути більше значення P_{\max} , гранична допустима напруга між емітером і колектором - більше $U_{вн}$, а максимально допустимий струм колектора більше I_H . Вибираємо транзистор КТ815Б для якого: $h_{21e}=40$; $U_{ке}=40\text{В}$; $I_{к\max}=1,5\text{ А}$. [4]

Розрахуємо максимальний струм бази регулюючого транзистора:

$$I_{б.\max} = \frac{I_H}{h_{21e}} = \frac{0,1\text{А}}{40} = 0,0025\text{А}. \quad (3.17)$$

Вибираємо відповідний стабілітрон. Його напруга стабілізації має дорівнювати вихідній напрузі стабілізатора, а значення максимального струму стабілізації перевищувати максимальний струм бази. Вибираємо стабілітрон КС156А для якого: $h_{21e}=40$; $U_{ке}=40В$; $I_{k\max}=1,5 А$. [4]

Розрахуємо опір резистора R18

$$R_{18} = \frac{U_{\text{вын}} - U_{\text{см}}}{I_{\text{б.макс}} + I_{\text{см}}} = \frac{8В - 5,04В}{0,0025А + 0,003А} = 538,2Ом \quad (3.18)$$

Розрахуємо потужність розсіяння резистора R18

$$P_{R18} = \frac{(U_{\text{вын}} - U_{\text{см}})^2}{R_{18}} = \frac{(8В - 5,04В)^2}{538,2Ом} = 0,016Вт \quad (3.19)$$

З [4] вибираємо резистор R18=510 Ом, марки МЛТ-0,25.

Визначаємо змінну напругу, яка має бути на вторинній обмотці мережевого трансформатора:

$$U_{II} = B \cdot U_{\text{вын}} = 1 \cdot 8В = 8В. \quad (3.20)$$

По струму навантаження визначуваній максимальний струм, поточний через кожен діод випрямного моста:

$$I_{\text{д}} = 0,5 \cdot C \cdot I_{\text{н}} = 0,5 \cdot 2,2 \cdot 0,1А = 0,11А. \quad (3.21)$$

Визначимо зворотну напругу, яка буде прикладено до кожного діода випрямляча:

$$U_{\text{обр}} = 1,5 \cdot U_{\text{вын}} = 1,5 \cdot 8В = 12В. \quad (3.22)$$

З [4] вибираємо діоди КД208Б для яких:

максимально допустимий постійний прямий струм - 0,5 А;

максимально допустима постійна зворотна напруга - 600 В;

постійна пряма напруга - 1,0 Ст

Розрахуємо ємкість конденсатора фільтру:

$$C_{\Phi} = \frac{3200 \cdot I_H}{U_{\text{вып}} \cdot K_{\Pi}} = \frac{3200 \cdot 0,14}{8В \cdot 0,67} = 59,7 \text{ мкФ}. \quad (3.23)$$

Вибираємо конденсатор С4 - 100 мкФ 16 В, марки К50-35, конденсатор С5 - 100 мкФ х 16 В, марки К50-35. [4]

З [6] виберемо трансформатор Тр1 марки ТВП 231 - 127/220 - 50 для якого:

- номінальна потужність - 9 Вт;
- струм первинної обмотки - 0,016 А;
- напруга на вторинній обмотці - 10 В;
- номінальний струм вторинної обмотки - 0,3 А.

Вибір мережевого фільтру.

Трифазний мережевий фільтр можна використовувати марки HLV-110-380/30 для якого:

- частота живлячої мережі - 50 - 63 Гц;
- напруга живлення - трифазне 380 В;
- номінальний струм навантаження - 30 А на кожен фазу.

Також мережевий фільтр можна реалізувати з трьох однофазних мережевих фільтрів з тими параметрами, що і в попередньому мережевому фільтрі. Для реалізації мережевого фільтру будуть використовані три однофазні мережеві фільтри з такими параметрами:

- номінальний струм навантаження на одну фазу - 25 А;
- частота живлячої мережі - 50 Гц;
- фазна напруга - 220 Ст

Три однофазні фільтри сполучаємо зіркою і отримаємо мережевий трифазний фільтр.

3.4 Модельне дослідження розробленої системи керування

Для підтвердження проведених теоретичних розрахунків у дипломній роботі виконано модельне дослідження роботи трьохфазного тиристорного регулятора. При інтерактивному моделюванні був вибраний програмний продукт SIMULINK реалізована модель дослідження представлена на рис.3.4. Особливістю дослідження моделі являється те що після збірки схеми були вибрані контрольні точки вимірювання форми та рівня сигналу.

На панелі осцилографа, підключеного до джерела живлення, були встановлені представлені параметри вимірювання: для шкали напруги фази А - 100 V/Div, без зміщення; для шкали напруги фази В - 100 V/Div, без зміщення; для шкали напруги фази С - 100 V/Div, без зміщення; для шкали часу - 5 ms/Div, без затримки. Фази А, В та С зміщенні одна від одної на 120 градусів, що і видно з рис.3.5.

Результати у виді осцилограм модельного дослідження приведені на рис.3.5 - 3.8.

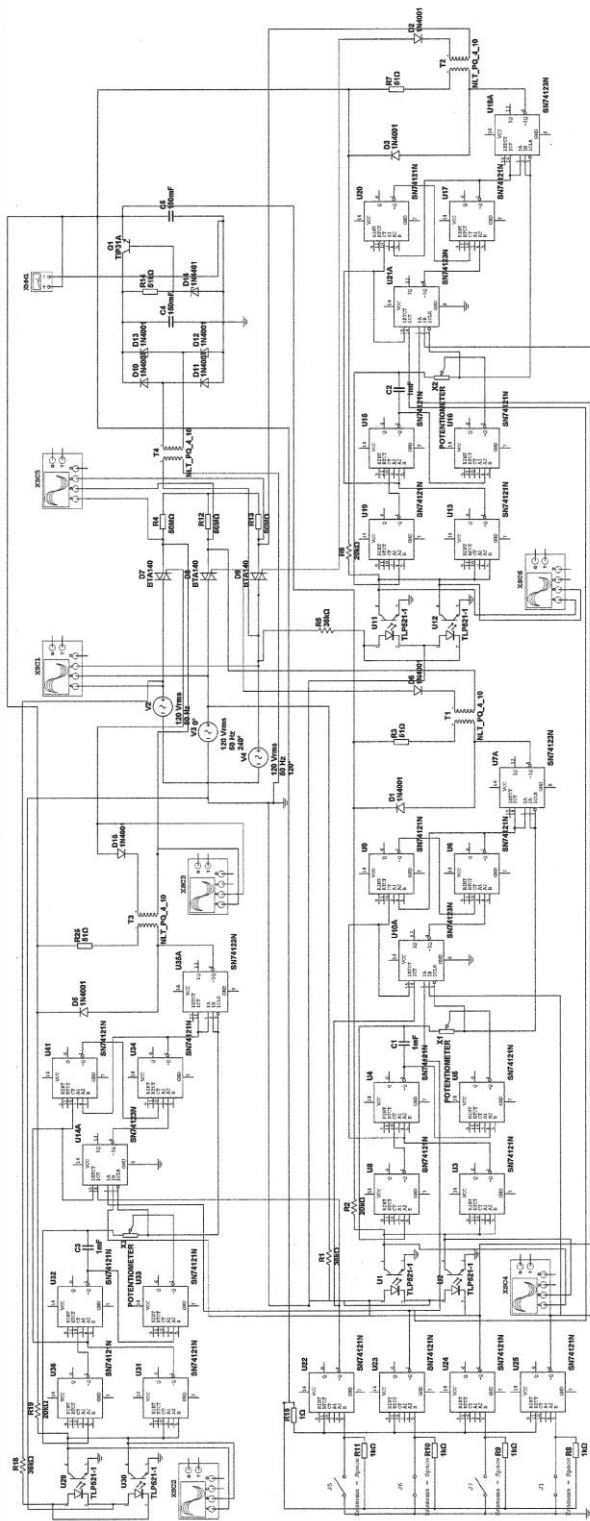


Рисунок 3.4- Модель системи керування

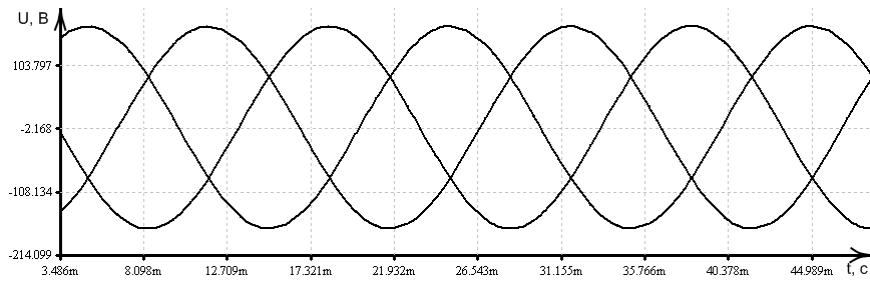


Рисунок 3.5 - Осцилограма напруги живлення

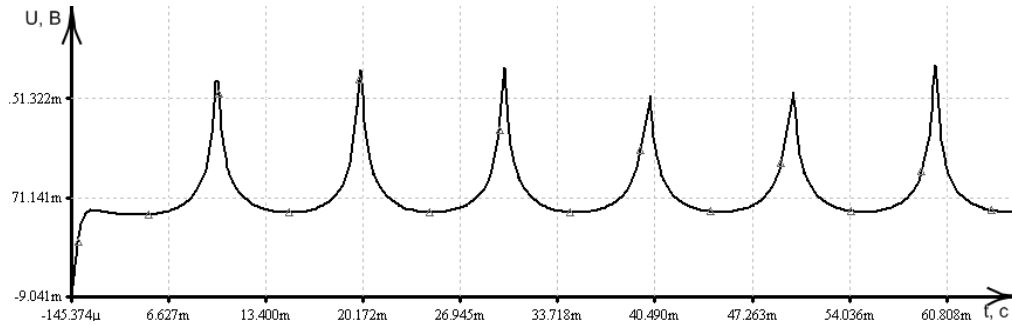


Рисунок 3.6 - Осцилограма сигналу що знятий після оптрона

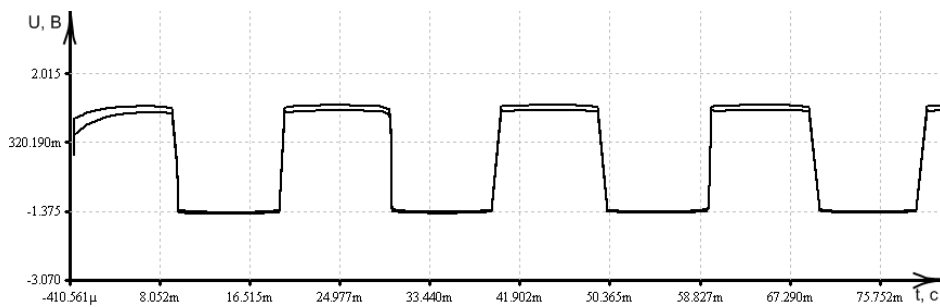


Рисунок 3.7 - Осцилограма сигналу керування що подається на тиристорі

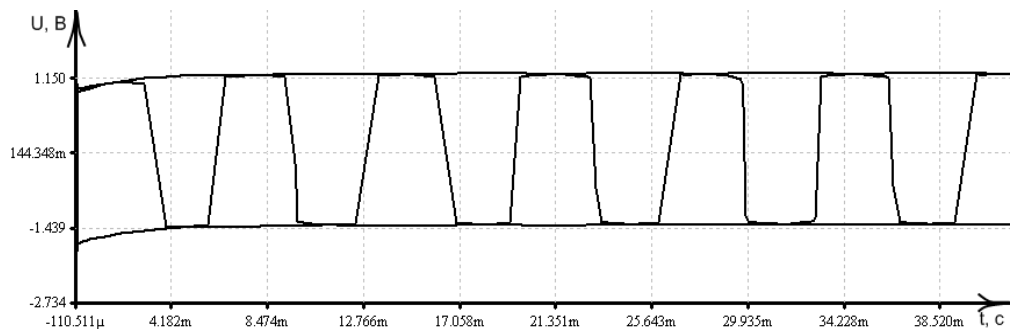


Рисунок 3.8 - Осцилограма напруги на двигуні

Висновки до третього розділу

В даному розділі була розроблена функціональна схема системи керування конвеєра, здійснено вибір всіх основних елементів, а також проведено комп'ютерне моделювання системи керування електроприводом (модельне дослідження роботи трьохфазного тиристорного регулятора).

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБСЛУГОВУВАННЯ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

4.1 Монтаж і експлуатація конвеєрних ліній

Приставаючи до установки конвеєра, необхідно перевірити технічний стан всіх вузлів машини. Потім колеса конвеєра встановлюють на дерев'яні підкладки. Рама має бути змонтована так, щоб осі коліс знаходилися в горизонтальному положенні. Положення коліс перевіряють, користуючись рівнем.

Після установки рами приступають до натягування стрічки, монтажу електродвигуна і воронки. На закінчення монтажних робіт підводять електричну енергію і включають електродвигун.

Стаціонарні конвеєри поступають на місце експлуатації в розібраному вигляді і їх вмонтовують на легких фундаментах, естакадах і в галереях.

На підприємствах будівельної індустрії довжина похилих галерей може досягати 90м. такі установки вмонтовують спеціальні бригади. Машиністам транспортуючих машин доводиться брати участь в монтажі легших стаціонарних конвеєрів.

Нормальна робота стрічкового конвеєра багато в чому залежить від якості виконання монтажу. Перекоси, допущені при монтажі, не дають можливості відрегулювати конвеєр і під час експлуатації його часто зупиняють для наладки.

Зазвичай монтаж стаціонарного конвеєра починають з конструкції, що несе, супроводжуючи роботу ретельним вивірянням. Вивірену конструкцію тимчасово закріплюють розпірками. На вивіреній і закріпленій металевій конструкції розмічають отвори під роликові опори. Просвердливши отвори, приступають до монтажу роликових опор. Проте цьому повинна передувати ретельна перевірка роликових опор. Слід мати на увазі, що осьова гра роликів недопустима.

Роликові опори збирають в наступному порядку: спочатку вмонтовують нижні ролики і укладають балки з кронштейнами для верхніх опор. Після того, як ролик буде вставлений в гніздо кронштейна, його перевіряють по косинцю і затягують болти кріплення. Взаємне положення роликів вивіряють за допомогою натягнутого шнура. Вертикальне положення роликів регулюють прокладками.

Підшипники приводного барабана встановлюють на металеву конструкцію конвеєра і ретельно закріплюють. Барабан вивіряють і встановлюють в нормальне положення шляхом зміни кількості прокладок під підшипники.

Відповідно до положення валу приводного барабана вмонтовують вузол електродвигун - редуктор.

Після виконання монтажних операцій, пов'язаних з установкою приводного барабана і електродвигуна з редуктором, необхідно виконати обкатку цього вузла і усунути відмічені дефекти.

Потім переходять до установки натяжної станції. Підшипники натяжної станції закріплюють болтами, не затягуючи гайок. На закінчення необхідний перевірити паралельність гвинтових натяжок, а також горизонтальність барабана. Лише після цього остаточно затягують гайки кріплення підшипників.

Нормально змонтовані, приводний і натяжний барабани легко обертаються від руки.

Завершальною роботою по монтажу конвеєра є установка стрічки. Для цього необхідно рулон стрічки за допомогою вставленої в нього осі (відрізання валу або труби) обперти на козли або підвісити до балок естакади. Рулон встановлюють по осі конвеєра попереду, позаду або над ним, залежно від умов, з таким розрахунком, аби товще гумове обкладання служило згодом робочою поверхнею.

Зовнішній кінець стрічки стропують канатом, і рулон стрічки розкочують уздовж машини. Якщо до моменту розкочування стрічки вже проведений монтаж електроживильної мережі, приводний барабан конвеєра може вико-

ристаний як шпиль. Для цього на приводний барабан намотують 3-4 витки каната, натягують його і, включивши привід, підтягують стрічку.

Стрічку слід натягувати так, щоб стик для оброблення потрапляв наверхню гілку конвеєра.

Експлуатація стрічкових конвеєрів.

Стрічкові конвеєри при правильній експлуатації є надійним виглядом транспорту і виходять з буд лише при використанні їх не за призначенням або при порушенні правил експлуатації.

Стрічковий конвеєр до початку експлуатації має бути ретельно оглянутий і випробуваний на холостому ході.

В процесі огляду, пробного запуску і впродовж всієї роботи машини необхідно ретельно стежити за мірою натягнення стрічки. Стрічку не можна надмірно натягувати, оскільки це збільшує витрату потужності, ослабляє стик і робить стрічку дуже чутливою до неточної установки роликів опор. Слабке натягнення також недопустимо, оскільки збільшує її провисання, наводить до розсипу вантажу, що транспортується, і утрудняє регулювання.

Натягнення стрічки можна при деякому досвіді перевірити по величині прогину від натиску на неї рукою і по величині провисання навантаженої стрічки між роликів. Підвищене провисання стрічки між роликів опорами є наслідком збільшеного кроку цих опор, недостатнього натягнення стрічки або підвищення навантаження на стрічку.

Для нормального натягнення конвеєрної стрічки необхідно підтягнути натяжний пристрій, а також перевірити крок роликів.

При перевірці конвеєра необхідно простежити за тим, аби стрічка переміщлася прямо, без зсуву убік і без тієї, що пробуксувала. Щоб уникнути тієї, що пробуксувала стрічки і псування її внутрішньої поверхні барабан треба очищати від налипаючих часток матеріалу, що транспортувався. Слідус також періодично очищати від налипаючих часток роликів і міжстрічкові перекриття. Погане очищення роликів і стрічки може бути причиною простоїв і аварій машини.

Якщо стрічка неправильно набігає на барабан, то необхідно ослабити гайки кріплення двох-трьох роликів опор в приводного барабана з боку набігання стрічки і ударом молотка подати вперед краї цих роликів. При подачі одного краю роликової опори вперед другий край подається назад.

В тому випадку, якщо виявлений перекис стрічки в середній частині конвеєра, то стрічку регулюють на ділянці в початку сходу стрічки; для цього треба обернути декілька роликів опор у бік руху з боку її натягнення.

Якщо ж стрічка неправильно набігає на натяжний барабан, то її регулюють двома-трьома нижніми роликівими опорами, розташованими безпосередньо в натяжного барабана.

Перед експлуатацією слід переконатися в тому, що натяжний барабан, ролики, що несуть і підтримують, легко обертаються. Для нормальної експлуатації конвеєра матеріал необхідно подавати рівномірно і в кількості, відповідній продуктивності машини. Матеріал на стрічці повинен матися в своєму розпорядженні рівним шаром, стрічку слід завантажувати рівномірно, але без перевантаження, в результаті якого матеріал зсипається з країв.

У зимових умовах для поліпшення зчеплення стрічки з провідним барабаном на нього доцільно наклеювати шматок конвеєрної стрічки.

При температурі нижче 30° барабан може не мати необхідного зчеплення з конвеєрною стрічкою. В цьому випадку можна підвищити зчеплення, підкидаючи на барабан, що обертається, дрібно роздроблений бітум. Будучи досить твердим при низькій температурі, бітум грає роль фрикційного матеріалу. Проте його твердість не настільки велика, аби пошкодити стрічку.

При подачі вологих теплих матеріалів в зимових умовах конвеєрна стрічка може обледеніти, і матеріал скачується з неї навіть при невеликому нахилі конвеєра. Надійним засобом боротьби з обмерзанням є окроплення її розчином хлористого кальцію.

Після закінчення роботи конвеєра електродвигун слід вимкнути; перед цим треба переконатися, що весь матеріал зійшов із стрічки; потім електродвигун і всі підшипники оглядають. Стрічку після закінчення роботи закрива-

ють брезентовим чохлам з тим, аби оберігти її від шкідливого впливу дощу, сонця, сніги і т.п.

Одній з важливих робіт, що забезпечують дотримання правил техніки безпеки при роботі конвеєра, є перевірка гальма. Довжину стопорної стрічки вибирають з врахуванням тривалості гальмування і тим самим з врахуванням величини зворотного ходу конвеєра, що допускається в межах 50-100мм.

На кінці стопорної стрічки гальма слід робити фаску, що забезпечує затягування її між барабаном і неодруженою гілкою стрічки. Треба стежити за тим, аби кінець стопорної стрічки завжди був направлений у бік барабана, примикав до нього і не вивертася в протилежну від барабана сторону.

В процесі експлуатації конвеєра необхідно замінювати зношену стрічку, а також сполучати її кінці.

Заміна зношеною є певними труднощами. Це операція може бути полегшена шляхом використання тягового зусилля, переданого старою стрічкою. Для цього стару стрічку розрізають і тимчасово сполучають з кінцем нової стрічки так, щоб кінець нової стрічки був зверху провідного кінця старої стрічки, а ведений кінець старої стрічки був укладений зверху нової стрічки і приєднаний до неї.

Після того, як при працюючому приводному барабані нова стрічка обійде весь периметр конвеєра, стара стрічка виявиться зверху новою і може бути змотана в рулон при обертанні приводу, а кінці заздалегідь натягнутої стрічки сполучають між собою.

З'єднання (стики) стрічок бувають двох видів: нероз'ємні і роз'ємні.

Нероз'ємні з'єднання можуть бути виконані декількома способами: гарячою вулканізацією, використанням клеїв типа БФ, клепкою і зшиванням сиром'ятними ременями.

Для здобуття нероз'ємного з'єднання кінці конвеєрної стрічки можна з'єднати внахлестку або встик.

Сполучаючи кінці бавовняної прогумованої стрічки внахлестку, їх обрізують під прямим кутом до бічної поверхні стрічки, потім під кутом 30-45о.

Зріз під кутом 30° робить при відношенні товщина стрічки до діаметру барабана, більшому 1: 80, а під кутом 45° - меншим або рівнішим. На кінцях її нарізують рівні по числу прокладок.

З поверхні рівнів особистим напилком обпилюють гуму до тканини, потім промивають тканину бензином. Після випару бензину приступають до склеювання, для чого застосовують одну частину ремонтного клею вулканізації №1, розчиненого в чотирьох частинах бензину.

Розчин клею наносять на рівні за допомогою кисті тонким рівномірним шаром, втираючи його в тканину; нанесеному розчину дають висохнути до такої міри, аби він не прилипав до пальців, і повторюють цю операцію три-чотири рази.

Потім послідовно накладають рівні одну на іншу так, щоб між торцями рівнів був зазор в 1мм, який додає гнучкість місцю склеювання. Склеювані поверхні рівнів повинні щільно прилягати одна до іншої; для цього їх зверху прокатують роликком.

Потім місце склеювання затискають між двома пластинами, нагрітими до 100-120°, і таким чином витримують добу.

Роз'ємні з'єднання можуть бути гачкові, петлеві, скобові і планкові.

Гачкове з'єднання виконують із сталевих дужок, що встановлюються на краях стику, і сталевого закладного стержня або сталевого каната, що сполучає гачки. Аналогічні з'єднання із зубчастими скобами.

Основні несправності стрічкових конвеєрів, причини і способи усунення приведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Пошкодження стрічкових конвеєрів.

Пошкодження	Причини пошкоджень	Способи усунення
1	2	3
Стрічка збігає.	Перекіс валів приводного або натяжних барабанів.	Перевірити положення підшипників барабанів, усунути перекіс.
	Неправильне положення роликів опор.	Встановити роликові опори перпендикулярно подовжній осі конвеєра.
	Неправильне зшивання стрічки.	Перешити стрічку і відрегулювати натягнення.
	Налипання матеріалу на барабани роликові опори.	Налагодити правильне завантаження.
Поперемінний зсув стрічки управо і вліво.	Конвеєр встановлений похило в поперечному напрямі.	Встановити правильно конвеєр, аби вісь була горизонтальною.
	Зайве натягнення стрічки.	Відрегулювати натягнення.
Стрічка провисає між роликівими опорами і пробуксовує на приводному барабані.	Недостатнє натягнення стрічки.	Підтягнути стрічку і при необхідності перешити.
Значний розсип матеріалу з-під завантажувальної воронки.	Зносилися гумові смужки на нижніх кромках воронки.	Замінити смужки.
	Великий кут нахилу.	Зменшити кут нахилу.
Ковзання переміщувального вантажу.	Зіткнення бортів завантажувальної воронки із стрічкою.	Правильно встановити борти.
Направляючі ролики не переміщуються по осях.	Неправильна збірка.	Перевірити положення осей, роликів, блоків.
	Заїдання на осях.	
Ненормальний шум в передачі.	Недолік або відсутність мастила.	Поповнити або залити мастило.
	Невідповідне або неякісне мастило.	Видалити старе мастило, залити якісну.
	Знос або поломка зубів.	Замінити зубчасті колеса.
	Неправильна збірка.	Перевірити правильність зачеплення. Усунути неправильність збірки.

Висновки до четвертого розділу

При гачкових з'єднаннях зубчастими скобами навантаження в стику передається по всій ширині, а стик володіє достатньою гнучкістю в поперечному напрямі. Петлеві з'єднання складаються з шарнірів, прикріплених до країв стрічки і сполучаються стержнями. Для плоских стрічок довжина петлі декілька менше ширини стрічки. Цей тип з'єднань не забезпечує рівномірної передачі навантаження по всій ширині стрічки; оскільки частина ширини стрічки в стику не бере участь в безпосередній передачі навантаження, а із-за частих ударів стику по роликах і барабанах руйнується стик стрічки і швидко зношуються роликові опори і їх підшипники.

Розглянуті з'єднання стиків доцільно застосовувати для стрічок конвеєрів розрахованих на нетривалий термін експлуатації. Міцність таких стиків значно нижча за міцність стику, виконаного гарячою вулканізацією.

В процесі експлуатації конвеєра необхідно замінювати зношену стрічку, а також сполучати її кінці.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Сучасному виробництву властиве відособлення окремих процесів і робіт, що дозволяє спеціалізувати знаряддя праці і працівників, скорочувати виробничий цикл, підвищувати продуктивність праці. З іншого боку, праця тих, що всіх працюють на підприємствах є працею колективною. Його результати залежать від того, в якій мірі забезпечено дотримання необхідних кількісних і якісних пропорцій в розподілі праці по окремих ланках виробництва і робочих місцях, кооперація праці окремих виконавців і первинних виробничих колективів.

Відособлення окремих процесів і робіт передбачає, в першу чергу, розподіл праці. Під розподілом праці на підприємстві, розуміється розмежування діяльності працюючих в процесі спільної праці, їх спеціалізація на виконанні певної частини спільної роботи.

У міру розвитку техніки і технології виробничі процеси ускладнюються, що викликає розвиток і поглиблення розподілу праці на підприємствах. Це пов'язано з тим, що форми розподілу праці істотно впливають на спеціалізацію, планування і оснащення робочих місць, їх обслуговування, методи і прийоми праці, його нормування. Шляхом раціоналізації форм розділення і кооперації праці, забезпечується повне і рівномірне завантаження виконавців, координація і синхронність їх роботи.

Значення організації трудового колективу, як з економічного, так і з соціального боку, надзвичайно велике. Завдяки ньому, трудові процеси, що все ускладнюються, розпадаються на менш складні елементи, що виконуються певними професійними і кваліфікаційними групами працівників. Це, з одного боку, підвищує майстерність і трудові навички виконавців і скорочує терміни їх професійної підготовки, а з іншої - за рахунок відособлення і відносного спрощення окремих операцій створює основу для механізації і автоматизації виконання операцій, що багато разів підвищує продуктивність праці.

Внутрішньовиробничий розподіл праці полягає у виділенні різних видів робіт, що є частковими виробничими процесами, і закріпленням їх за певними працівниками з метою підвищення продуктивності праці на основі прискорення засвоєння робітниками трудових навиків, спеціалізації знарядь праці і робочих місць, паралельності виконання операцій. Число часткових процесів (видів робіт) визначається організаційно-технічними особливостями підприємства. Розподіли праці на підприємстві одночасно виробляються в наступних основних формах:

- технологічне;
- функціональне;
- професійне;
- кваліфікаційне.

Технологічний розподіл праці здійснюється на основі розчленовування процесу виробництва на стадії (заготівельну, оброблювальну, складальну), переділи, фази, часткові технологічні процеси і операції. В рамках технологічного розподілу праці стосовно окремих видів робіт, залежно від міри диференціації трудових процесів розрізняється післяопераційне, наочне і розподіл праці.

Післяопераційний розподіл праці передбачає розподіл і закріплення операцій технологічного процесу за окремими працівниками, розставлення тих, що працюють, що забезпечує їх раціональну зайнятість і оптимальне завантаження устаткування.

Це досягається поглибленням спеціалізації працівників, що сприяє високому рівню продуктивності праці, формуванню стійкого динамічного стереотипу виконання трудових прийомів, застосуванню спеціалізованого оснащення і інструменту, механізації трудових процесів.

Предметний розподіл праці передбачає закріплення за конкретним виконавцем комплексу робіт, що дозволяють повністю виготовити виріб. Наприклад, збірка електровимикача, електророзетки.

Подетальний розподіл передбачає закріплення за виконавцем виготовлення закінченої частини виробу або деталі.

Технологічний кордон розподілу праці визначається існуючою технологією, яка ділить виробничий процес на операції. Нижчим кордоном формування вмісту операції є трудовий прийом, що полягає не менше чим з трьох трудових дій, безперервно один за одним і що мають конкретне цільове призначення. Верхнім кордоном розподілу праці буде виготовлення на одному робочому місці всього виробу цілком.

Міжцехова кооперація пов'язана з розділенням виробничого процесу між цехами і полягає в участі колективів цехів загалом для підприємства процесі праці по виготовленню продукції.

Внутрішньоцехова кооперація полягає у взаємодії окремих структурних підрозділів цехів (ділянок, потокових ліній).

Внутрішньодільнична кооперація полягає у взаємодії окремих працівників в процесі спільної праці, або організації колективної праці робітників, об'єднаних в бригади.

Кооперація праці лімітується, головним чином, організаційними і економічними кордонами. *Організаційний кордон* кооперації праці визначається тим, що з одного боку не можна об'єднати для виконання будь-якої роботи менше двох чоловік, а з іншої - існує норма керованості, перевищення якої до неузгодженості дій і значних втрат робочого часу. *Економічний кордон* кооперації праці визначається можливістю максимального зниження витрат живої і матеріалізованої праці на одиницю продукції, що випускається.

Завдання полягає в тому, аби розумно розчленувати всю сукупність операцій виробничого процесу, визначити оптимальний їх набір для кожного робочого місця, відповідно розставити виконавців і встановити найкращий взаємозв'язок між ними шляхом раціональної кооперації їх праці. Правильне вирішення перерахованих завдань дозволяє ефективніше використовувати живу і матеріалізовану працю, істотно скоротити втрати робочого часу і простоті устаткування, підвищити ефективність виробництва.

Найбільш тісна кооперація членів трудового колективу досягається при бригадній формі організації праці. Виробнича бригада є первинним трудовим колективом робочих однакових або різних професій, спеціальностей, кваліфікації, що спільно виконують єдине виробниче завдання і об'єднаних загальною економічною оцінкою результатів своєї праці. Об'єктивною передумовою такого об'єднання служать організаційно-технічні умови виробництва, тобто такі умови, коли поза бригадною формою ведення виробничого процесу або неможливо, або неефективно.

Кооперація праці усередині бригад, яка базується не на формальному розташуванні працівників по робочих місцях майстром або начальником ділянки, а на участі самих робітників в даному процесі, сприяє формуванню позитивного соціального клімату в колективі. Крім того, в первинних колективах легше вирішуються внутрішні проблеми і конфліктні ситуації.

При ухваленні рішення про організацію бригад, слід мати на увазі, що вони найбільш ефективні в наступних випадках:

якщо певна закінчена частина технологічного процесу не може бути виконана одним виконавцем і вимагає паралельної роботи групи робітників;

якщо група робочих місць зв'язана загальним ритмом роботи (наприклад, на потокових лініях і складальних конвеєрах);

при обслуговуванні крупних агрегатів і автоматичних ліній, гнучких виробничих систем (ГПС);

при виконанні ремонтних і монтажних робіт, що вимагають одночасної участі декількох виконавців;

В даний час на підприємствах набули поширення бригади наступних форм: спеціалізовані змінні і кризні, комплексні змінні і кризні.

Спеціалізовані бригади організуються з робітників однієї професії або спеціальності для виконання однорідних технологічних операцій, найчастіше для слюсарно-складальних, монтажних, налагоджувальних, вантажорозв'язувальних операцій. Їх перевага в порівнянні з індивідуальною організацією праці полягає в тому, що в цих колективах скорочуються внутріш-

ньюзмінні втрати робочого часу дорогою, більш організованого забезпечення інструментом, пристосуваннями, заготовками, органічного поєднання висококваліфікованих робітників з робітниками нижчою кваліфікацією, обміну досвідом і посилення дисципліни праці.

Комплексні бригади організують з робочих різних професій і спеціальностей для виконання комплексу технологічно різнорідних, але взаємозв'язаних робіт. Перевагою таких бригад є можливість оптимальної кооперації праці основних і допоміжних робітників, вживання принципу поєднання професій і спеціальностей, гнучкості у вирішенні питань розташування робітників. Тому вони створюються при обслуговуванні складних агрегатів, на потокових лініях і наочно-замкнених ділянках.

Спеціалізовані і комплексні бригади можуть бути *змінними*, об'єднуючими робітників однієї зміни, і *крізними (добовими)*, включаючими робітників, зайнятих в декількох змінах. Досвід роботи змінних спеціалізованих і комплексних бригад, тобто бригад, які діють лише протягом зміни і потім поступаються робочим місцем іншій бригаді, свідчить про можливість неповного завантаження устаткування і неритмічної роботи. Це, як правило, пов'язано з необхідністю передачі зміни. Наприклад, при обробці деталей значної трудомісткості і на операціях з великим часом наладки устаткування, коли верстатник, що не встиг до кінця зміни обробити деталь, знімає її з верстата, а змінник встановлює на верстат іншу деталь, втрати вельми істотні. Організація крізних бригад з передачею зміни "на ходу", сприяє скороченню втрат робочого часу робітників, простоїв устаткування, підвищує колективну відповідальність і матеріальну зацікавленість в кінцевих результатах праці.

Не завжди вдається укомплектувати бригаду в точній відповідності з об'ємами робіт по окремих спеціальностях, оскільки вони значно міняються з часом. Тому практикується часткове завантаження окремих членів бригади роботою по іншій спеціальності, тобто часткове або повне поєднання професій. Повна взаємозамінюваність між членами бригади досягається тоді, коли

кожен член бригади освоює всі операції, що входять в даний технологічний процес.

Міра розподілу праці, об'єм поєднаних по інших професіях, спеціальностям робіт дозволяють виділити бригади:

- з повним розподілом праці, де кожен робітник виконує лише свою операцію;
- з частковим розподілом праці, де окремі працівники періодично виконують роботи, не відповідні їх основній спеціальності;
- з повною взаємозамінюваністю, де кожен член бригади освоює операції, що входять в частину виробничого процесу, закріпленого за бригадою.

Впровадження бригадної форми організації праці вимагає попередньої роботи, що полягає в ретельному вивченні виробничих умов і характеру виробничих зв'язків. При цьому формування і функціонування бригад повинні ґрунтуватися на наступних принципах:

технологічна або наочно-замкнута спеціалізація бригади із закріпленням за нею операцій, номенклатури деталей і вузлів;

закріплення за бригадою певної виробничої площі, устаткування і т.д.;

доведення до бригади виробничого завдання, що відображає кінцеві результати колективної праці, на яке орієнтовані економічний показник і система організації оплати і стимулювання праці.

Вказаних принципи можуть бути реалізовані щонайкраще, якщо при організації бригад розробляється організаційний проект, в якому знаходять рішення питання регламентації праці і його оплати, оптимізації чисельності, планування, обліку і госпрозрахунку.

Поєднання професій викликане механізацією і автоматизацією виробничих процесів, що до збільшення долі вільного часу у робітників. Воно дозволяє вирішити важливе для суспільства соціальне завдання - підвищити змістовність і привабливість праці, понизити його монотонність, підвищити професійний рівень робітників. У загальному вигляді, поєднання професій є

виконанням одним робітником функцій і робіт, що відносяться до різних професій. Воно може бути повним, якщо робітник виконує всі трудові функції робітника іншої спеціальності і частковим, якщо робітникові передається лише частина функцій, що виконуються робітниками інших спеціальностей, професій. В результаті скорочується загальна чисельність робітників, зростає продуктивність їх праці.

Поєднання професій і розширення на цій основі виробничого профілю робітників можливо шляхом опанування робочих суміжних і других професій. Під *суміжною* розуміється професія, для якої характерні технологічна або організаційна спільність з основною професією, а також виконання функції суміжних професій на робочому місці основної професії. Освоєння *других професій* - це такий вигляд поєднання, при якому трудові функції по другій професії не мають загальних ознак з функціями по основній професії.

Основними умовами, при яких можливо і економічно виправдано поєднання професій, є:

- неповна зайнятість робітника по основній професії, обумовлена технологією виробництва або вживаним устаткуванням;
- спільність змістовності праці працівників, які повинні поєднувати професії, їх технологічний і функціональний взаємозв'язок;
- різночасність виконання поєднаних функцій;
- відсутність негативного впливу поєднання робіт на точність, якість і продуктивність праці;
- достатній для опанування другої професії (спеціальністю) кваліфікаційний рівень робітника.

Поєднання професій найефективніше, коли поєднуються професії або спеціальності, взаємозв'язані ходом технологічного процесу, єдністю оброблюваних предметів праці, виконанням основного і допоміжного процесу.

Можливість поєднання професій виявляється на основі даних фотографії робочого часу, і інших спостережень. На основі аналізу отриманих при

цьому витрат робочого часу визначаються найбільш доцільні форми поєднання професій.

На першому етапі, виявляють і встановлюють можливі кордони такого поєднання виходячи з функціонального напрямку робіт. Можливі варіанти вибираються в наступній послідовності: визначається можливість поєднання професій у основних робітників, потім основними і допоміжними і лише після цього - у допоміжних робітників.

На другому етапі по вибраній формі поєднання визначається склад і об'єм поєднуваних робіт. Критерієм для оцінки вибраного варіанту поєднання професій може служити коефіцієнт зайнятості робітника K_z , що розраховується по формулі:

$$K_z = \frac{T_{з.о} + T_{з.св}}{T_{см}}, \quad (5.1)$$

де $T_{з. о}$ - зайнятість робітника виконанням основної роботи протягом зміни, хв;

$T_{з. св}$ - зайнятість робітника виконанням роботи по поєднуваній професії протягом зміни, хв;

$T_{см}$ - тривалість зміни, хв.

Загальна трудомісткість робіт по основній і поєднуваній професії не повинна перевищувати тривалості змінного часу, тобто коефіцієнт зайнятості не має бути більше одиниці.

На третьому етапі виробляється регламентація праці того, що поєднує професії. Вона може бути реалізована у вигляді схем, графіків, розкладів, визначальний порядок і періодичність виконання робіт, способи і час виконання.

5.1 Організація енергетичного господарства

Енергетичне господарство це не тільки додаткова дільниця підприємства, але і елемент енергетичних систем району і являє собою складну сукупність процесів виробництва, перетворення, розподілу і використання всіх видів енергетичних ресурсів. Енергогосподарство забезпечує виробництво на даному підприємстві різними видами енергії і енергоносіями, здійснює монтаж, експлуатацію і ремонт енергообладнання в виробничих цехах і підрозділах підприємства.

Найбільшу питому вагу в енергопотребі займає електрична енергія 30% всієї вживаної енергії.

Електрозабезпечення підприємства здійснюється в основному від районних енергетичних систем і рідше від власних електростанцій.

Теплоносії - пар і гаряча вода - поступають головним чином від теплових сіток територіальних енергосистем. На підприємствах для отримання носіїв теплової енергії широко використовують так звані другорядні енергоресурси - теплота вихідних газів назрівуючих печей для нагріву води, використання води і пару, які одержані при водяному і випалювальному охолодженні, від опалення, а також відпрацьованого пару.

Забезпечення стисненим повітрям підприємств здійснюється децентралізовано, тобто при допомозі компресорних установок, які забезпечують подачу на робочі місця стисненого повітря для пневмозажимів, підйомників і ін.

Для виробничих і господарсько-побутових потреб підприємство використовує воду в значних об'ємах, при організації водозабезпечення особливе значення повинно приділятися вирішенню екологічних питань, повторному використанню промислової води і викидів її в природні джерела тільки через систему очисних споруд.

На підприємстві використовують також тверде, рідке і газоподібне паливо в залежності від технології виробництва.

В якості твердого палива використовують вугілля, кокс. Для нагрівальних приладів застосовують рідке паливо - мазут, для транспортних засобів в

залежності від двигунів внутрішнього згорання використовують дизпаливо і бензин.

Газоподібним паливом служить природний газ, який використовується нагрівальними установками. В виробничому процесі використовують також інші гази - кисень, вуглекислий газ.

Важливим фактором, який дозволяє правильно організувати систему енергозабезпечення і рівень технічної експлуатації є надійність і безперебійність забезпечення енергією. Перериви в енергозабезпеченні ведуть до порушень виробничих процесів і економічним збиткам.

Процес виробництва, розподіл і потреба енергії є єдиним енергетичним процесом в якому всі елементи взаємозв'язані. Структура і об'єм енергозабезпечення залежать від виду продукції, технологічного процесу, виробничої потужності і зв'язків з територіальною енергетикою.

Енергетичне господарство на підприємстві ділиться на:

- Загальне
- Цехове
- Загальне - це генеруючі, перетворюючі і виробничі спорудження, установки і пристрої, які об'єднуються в підрозділи, цехи:
 - Теплосиловий
 - Електросиловий
 - Газовий
 - Електромеханічний
 - Слаботоковий
 - Теплосиловий - це контрольні установки, тепла сітка підприємства, водозабезпечення, каналізація, компресорні установки і сітка зрідженого повітря, конденціонери, мазутоперекачуючі установки.
 - Електросиловий - понижаючі підстанції, трансформаторні установки, кабельні сітки, електролінії.
 - Газовий цех - газопровідна сітка, киснева станція, склади з балонами, які наповнені різним газом.

- Електричний цех - виконує роботи по ремонту електрообладнання і електроапаратури.
- Слаботоковий участок - здійснює технічне обслуговування АТС, комунікаторних установок, акумуляторних підрозділів, радіотелевізійної сітки.

Організація і управління енергозабезпеченням підприємства.

Енергогосподарство:

електросиловий цех

тепловий цех

електромеханічний цех, які в свою чергу діляться на виробничі участки (всього більше 20 цехів і участків).

Велика кількість різного електрообладнання і складних енергоустановок вимагають єдиного керівництва енергогосподарством.

На підприємствах це здійснює головний енергетик (якщо це невелике підприємство, то це служба входить до головного механіка).

Апарат відділу головного енергетика ВГЕ складається з функціональних бюро, груп і лабораторій.

Головний енергетик має 2 заступників:

по енергетичній частині

по теплотехнічній частині

Обов'язковою умовою для забезпечення нормальної роботи виробництва є черговий енергетик, який має безпосередній зв'язок з диспетчерською службою підприємства.

Різні відділи і бюро займаються виконанням обов'язків, які передбачені відповідними положеннями і регламентуються умовами діяльності при різних формах внутрішньогосподарського розрахунку.

Вдосконалення організаційної структури управління енергогосподарством треба співставляти з розробкою мір по їх оптимізації.

На підприємствах в зв'язку з ростом виробництва, а також його вдосконалення, введенням нової технології росте потреба в паливі - енергетичних

ресурсах. Тому потребу в цих ресурсах треба добре прогнозувати і планувати.

5.2 Розрахунок чисельності робітників бригади та її професійний склад

Виробнича бригада - це головна частина трудового колективу підприємства, об'єднує працівників для спільного і найбільш ефективного виробничого завдання на основі загальної зацікавленості і відповідальності за результати роботи. Бригадна форма організації праці застосовується з метою поліпшення якості продукції, збільшення продуктивності праці за рахунок ефективного використання робочого часу, устаткування і матеріалів.

Розрахунки чисельності спираються не лише на кількісну оцінку трудових ресурсів, а на оцінку можливості їх використання, аналіз чинників, які їх зумовили: технічні, організаційні, соціально-економічні.

Об'єктами аналізу є:

- номенклатура продукції, що випускається, перелік робіт і послуг, які надаються;
- втрати робочого часу і їх причини;
- характер і порівняльний рівень технологічних процесів і устаткування;
- прогресивність і відповідність сучасним вимогам організації праці і виробництва;
- рівень мотивації трудової діяльності, рівень фактичного виконання.

Визначення чисельності персоналу залежить від специфікації підприємства, особливостей його функціонування.

Чисельність основних робітників визначається по формулі:

$$\times_{AD} = \frac{\sum t}{F_{AO} \cdot \hat{E}_{AI}} \quad (5.2)$$

Де Σt - сума трудомісткості усіх операцій;

$F_{\hat{A}\hat{O}}$ - ефективний фонд роботи одного робочого, в годинах;

$\hat{E}_{\hat{A}\hat{I}}$ - коефіцієнт виконання норм, $\hat{E}_{\hat{A}\hat{I}} = 1.05$.

Але попередньо треба визначити тривалість виконання електромонтажних робіт виходячи з даних техпроцесу по формулі:

$$\dot{I}_i = \frac{t_i}{n \cdot \hat{E}_{\hat{A}\hat{I}}} \quad (5.3)$$

де t_o - трудомісткість операції;

n - кількість робочих, які виконують операцію.

Дані технологічного процесу представлені у таблиці 5.2

Таблиця 5.1- Технолого-нормовальна карта виконання монтажу системи керування конвеєра.

Найменування операції (комплексу операцій)	Трудомісткість, н-год.	Кількість робочих, розряд
1	2	3
1. Отримання завдання, обладнання, інструменту та доставка до місця роботи.	4	
2. Підготовка робочого місця.	3	1/2
3. Установка та підключення системи керування	40	1/2; 2/5
4. Установка та підключення електродвигуна	24	1/2; 2/5
5. Закінчення робіт, перевірка працездатності	4	2/5
Разом:	$\Sigma t = 75$	

Виконуємо розрахунок згідно формули (5.3) та даним ТНК:

$$\dot{I}_i = \frac{4}{3 \cdot 1,05} = 35,71$$

Подальший розрахунок зводиться до таблиці 5.3

Таблиця 5.2- Тривалість виконання кожної операції

№ П	П, год
1-а операція	1,9
2-а операція	2,9
3-а операція	19,01
4-а операція	11,4
5-а операція	3,81
$\Sigma П = F_{\text{ЕФ}}$	39,02

Виконуємо розрахунок чисельності бригади:

$$\times_{AD} = \frac{75}{39,02 \cdot 1,05} = 1,83 \hat{i} \ddot{e}$$

Отже розрахована чисельність робітників бригади складає 2 чол.

Таблиця 5.3- Професійно-кваліфікаційний склад бригади

Професія, спеціальність	Загальна кількість, чол.	1-й розряд	2-й розряд	3-й розряд	4-й розряд	5-й розряд
Тарифна ставка, грн.		5,60	6,80	7,24	8,32	9,46
Електромонтер	2		1			1

5.4 Розрахунок середнього тарифного розряду і середньої годинної тарифної ставки

При плануванні електромонтажних робіт важливо правильно встановити відповідність кваліфікаційного рівня виконуваних робіт та робітників.

Тарифна система включає: тарифну ставку, тарифну сітку, тарифно-кваліфікаційні довідники, за допомогою яких можна визначити розряд роботи і що працює відповідно до тарифної сітки.

Тарифна ставка є абсолютним розміром оплати праці різних груп і категорій робітників за одиницю часу. Початковою є мінімальна тарифна ставка першого розряду. Вона визначає рівень оплати найбільш простої праці. Тарифні ставки можуть бути годинні і денні.

Тарифні сітки служать для встановлення співвідношення в оплаті праці залежно від рівня кваліфікації. Це сукупність тарифних розрядів і відповідних їм тарифних коефіцієнтів. Тарифний коефіцієнт нижчого розряду приймається рівним одиниці. Тарифні коефіцієнти подальших розрядів показують, в скільки разів відповідні тарифні ставки більше тарифної ставки першого розряду.

Кваліфікаційний розряд - величина, що відображає рівень професійної підготовки працівника.

Тарифікація робіт - віднесення видів праці до тарифних розрядів або кваліфікаційних категорій залежно від складності праці.

Складність виконуваних робіт визначається на основі їх тарифікації. Тарифікація робіт і привласнення тарифних розрядів працівникам виробляється з врахуванням єдиного тарифно - кваліфікаційного довідника робіт і професій робітників, єдиного кваліфікаційного довідника посад керівників, фахівців і службовців.

Для планування оплати праці робітників виконують розрахунки середнього розряду робіт і середньої тарифної ставки за формулами:

$$R_{\text{ср}} = \frac{R_1 \cdot n_1 + R_2 \cdot n_2 + R_k \cdot n_k}{n} \quad (5.4)$$

де R_1, R_2, R_k - розряд робіт;

n_1, n_2, n_k - кількість робітників даного розряду;

n - загальна кількість робітників.

$$S_{\bar{NAD}} = \frac{S_1 \cdot n_1 + S_2 \cdot n_2 + S_k \cdot n_k}{n} \quad (5.5)$$

де S_1, S_2, S_k - тарифна ставка даного розряду.

$$R_{\bar{NAD}} = \frac{5 \cdot 1 + 2 \cdot 1}{2} = 3.5$$

Отже розрахований розряд робіт складе 4 розряд.

$$S_{\bar{NAD}} = \frac{6,80 \cdot 1 + 9,64 \cdot 1}{2} = 8.22 \text{ грн. /год.}$$

Отже розрахована середня тарифна ставка складе 8.22 грн.

5.3 Техніка безпеки при монтажі та експлуатації стрічкових конвеєрів

У конвеєрах з креном має бути виключена вірогідність мимовільного перекидання вантажонесучого інгредієнта при вимиканні приводу.

Роликові неприводні конвеєри повинні володіти в розвантажувальній частині обмежувальними упорами і пристосуваннями заради гасіння інерції рухомого вантажу.

Стрічкові конвеєри, спеціалізовані для перевезення мокрих і липких вантажів, зобов'язані мати прилади для очищення від вантажу, що приліпився, з обох сторін нижньої частини стрічки, приводних, кінцевих і очищаючих барабанів.

Стрічкові конвеєри зобов'язані мати вузли для витягування з нижньої поверхні відгалужень вантажів, що пробуджувалися або впали.

Ковшові елеватори повинні мати пристрої для очищення поверхні елеватора в частини завантажувальних і розвантажувальних патрубків від при-

липлого вантажу або люки, що забезпечують доступ обслуговуючого персоналу для виконання даної операції.

На стрічкових конвеєрах завдовжки більше 15 м для відведення бічних відчужень має бути передбачений пристрій направляючих і центруючих конструкцій.

Не допускається буксування стрічки на приводному барабані. В разі виникнення буксування, воно має бути ліквідоване методами, передбаченими пристосуванням конвеєра (зростанням натягнення стрічки, збільшенням натиску притискного ролика і так далі).

На трасах конвеєрів з пересувними завантажувальними і розвантажувальними пристосуваннями мають бути встановлені останні вимикачі і упори, що обмежують хід завантажувально-розвантажувальних пристроїв.

Вимоги охорони праці працівників при експлуатації стрічкових конвеєрів викладено в ППТ Р М-029-2003.

При роботі стрічкових конвеєрів необхідно забезпечувати нормальну роботу конвеєрної стрічки без збігання її з барабанів і роликів, без зачіпання об опорні конструкції і без тієї, що пробуксувала на барабанах.

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

Швидкість руху конвеєрної стрічки при ручній вантажорозбірці має бути не більш:

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

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

Електричний привід стрічкового конвеєра повинен забезпечувати плавний пуск конвеєра при повному навантаженні. Електроустаткування конвеєрів повинне мати виконання, відповідного умовам експлуатації.

Блок управління повинен забезпечувати рівномірний розподіл навантаження між приводними барабанами стрічкового конвеєра.

Стан електроустаткування, ізоляції, заземлюючих пристроїв, захиті від витоку струмів стрічкових конвеєрів необхідно регулярно перевіряти, оскільки пошкодження електропроводки, пускових і заземлюючих пристроїв може привести до поразки електричним струмом.

Всі стрічкові конвеєри і конвеєрні лінії мають бути оснащені пристроями захисту і блокувань: датчиками сходу стрічки, звуковими сигнальними пристроями, апаратами контролю стрічки, що пробуксувала, датчиками рівня завантаження і ін.

Тросові для кабелю вимикачі повинні розміщуватися на ставі конвеєра з боку проходу.

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

Дана вимога не поширюється на ділянки траси конвеєрів з пересувними вантажними і розвантажувальними пристроями.

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

Під час роботи стрічкового конвеєра не допускається:

Зберігання горючих рідин, змащувальних і обтиральних матеріалів поблизу пускових пристроїв конвеєра;

Вживання для редукторів приводів конвеєрів змащувальних матеріалів, не рекомендованих заводом-виробником;

Робота при несправних реле швидкості, реле захисту від стрічки, що пробуксувала конвеєрної стрічки, реле сходу конвеєрної стрічки, сигнальних пристроях і пристроях екстреної зупинки конвеєра, при завалах матеріалу, що транспортується, що утворилися, на конвеєрній стрічці;

Мастило підшипників і інших деталей, що труться;

Допуск сторонніх осіб до управління конвеєром.

Після закінчення роботи стрічкового конвеєра необхідно:

Відключити конвеєр від електромережі;

Очистити конвеєрну стрічку, барабани, завантажувальні і приймальні пристрої від налиплого матеріалу;

Зробити запис в журналі огляду і ремонту конвеєра про виявлені неполадки і заходи по їх усуненню.

Пожежна безпека.

Пожежна безпека електроустаткування, електроустановок, а також будівель і споруд, в яких вони розміщені, повинна задовольняти вимогам типових правил пожежної безпеки, що діють, для промислових підприємств.

На їх основі розробляються галузеві правила, які враховують особливості пожежної небезпеки окремих виробництв. Відповідно до законодавства, відповідальність за забезпечення пожежної безпеки, підприємства і організації, несуть керівники цих об'єктів.

Відповідальність за пожежну безпеку окремих цехів, лабораторій і інших виробничих ділянок несуть їх керівники, а в той час, коли вони відсутні, відповідальність перекладається на працівників, які заміщають їх або виконують їх обов'язки.

На кожному підприємстві має бути встановлений протипожежний режим. Виконані протипожежні заходи, які б враховували особливості виробництва.

Відповідно до правил пожежної безпеки в кожному цеху, лабораторії, майстерні і інших підрозділах підприємства, має бути розроблена інструкція про конкретні заходи пожежної безпеки і протипожежний режим.

Інструкція про заходи пожежної безпеки розробляється керівником підрозділів, узгоджується з органами місцевої пожежної охорони і затверджується керівником підприємства.

Інструкція вивішується на видному місці.

Кожен працівник повинен чітко знати і виконувати вимоги правил пожежної безпеки і протипожежний режим, на об'єкті, не допускати дії, які, згодом, можуть привести до пожежі або спалаху.

Особи, винні в порушенні правил пожежної безпеки, що діють, залежно від характеру порушень і їх наслідків, несуть відповідальність на підставі чинного законодавства.

Всі працівники підприємства повинні проходити протипожежний інструктаж (ввідний і вторинний), заняття по пожежно-технічному мінімуму. Ці заняття проводяться за програмою, затвердженою керівником підприємства. Після закінчення навчання, працівники повинні здати заліки.

Електротехнічний персонал повинен проходити періодичні перевірки знань правил пожежної безпеки одночасно з перевіркою знань правил безпеки праці при експлуатації електроустановок.

По кожній пожежі, що сталася на об'єкті, або спалаху проводиться розслідування комісією. Ця комісія створюється керівником підприємства або вищестоящою організацією. Результати розслідування оформляються актом. При розслідуванні встановлюються причина і винуватці виникнення пожежі, визначаються нанесені збитки. За результатами розслідування розробляються протипожежні заходи, що перешкоджають виникненню подібних випадків.

В разі причетності електроустановки до причин пожеж, що сталися на підприємстві, в комісії з розслідування беруть участь працівники органів Держенергонагляду.

Висновки до п'ятого розділу

6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 розрахунок матеріальних витрат на електромонтажні роботи

Необхідні для виробництва матеріальні ресурси підприємство купує на ринку у виробників цих матеріалів або у посередників.

Між постачальником і споживачем матеріальних ресурсів оформлюється договір, що регламентує всі умови постачання, а саме:

кількість, якість і ціну матеріалу;

терміни постачань;

форма розрахунків;

відповідальність сторін при порушенні умов договору. Основний обов'язок постачальника - це постачання продукції згідно умов оформленого договору. Після вивчення ринку сировини і матеріалів треба скласти специфікацію на необхідні види матеріальних ресурсів. Специфікація повинна включати найменування і характеристику матеріалів, а також вимоги, що пред'являються до них.

У специфікацію входять всі характеристики і стандарти необхідного матеріалу.

Після складання специфікації визначається перелік можливих постачальників для кожного виду матеріалів. Джерелом інформації для списку постачальників є вивчення ринку сировини і матеріалів. Ціна матеріальних ресурсів - одна з істотних умов договору, вона фіксується в договорі або специфікації. Ціна може бути фіксованою або змінною. У ринкових умовах постачальники матеріалів рідко погоджуються на фіксовану ціну. Якщо на момент складання угоди поважно визначити конкретну ціну, то сторони можуть передбачити фіксацію вхідної ціни, яка впродовж виконання договору може змінюватися за угодою сторін. Така ціна називається змінною, вона є по суті ринковою на момент виконання договору. В цьому випадку в розділі "Особливі умови постачання" вказуються способи визначення змінної ціни. Органі-

зацію забезпечення цехів підприємства матеріальними ресурсами можна розділити на декілька етапів:

визначення потреби кожного цеху в матеріальних ресурсах;

встановлення нормативу цехових запасів;

визначення очікуваних залишків матеріальних ресурсів в цехах на початок планового періоду;

встановлення ліміту відпустки матеріальних ресурсів;

встановлення засобу забезпечення цехів матеріальними ресурсами, розробка схем і графіків забезпечення матеріалами цехів підприємства.

Розрахунок вартості матеріалів на виконання електромонтажних робіт здійснений в табличній формі.

Таблиця 6.1 - Розрахунок матеріальних витрат на монтаж системи керування

Елемент	Одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю	Сума, грн.
Резистор МЛТ-0,5 х 51Ом х5%	шт.	4	0,4	1,6
Резистор МЛТ-2 х 36кОм х5%	шт.	3	0,4	1,2
Резистор МЛТ-0,125 х 20кОм х5%	шт.	3	0,4	1,2
Резистор СПЗ-1б х 1кОм х20%	шт.	4	0,5	2
Резистор МЛТ-0,25 х 510Ом х5%	шт.	1	0,3	0,3
Кнопка з фіксацією	шт.	4	4	16
Імпульсний трансформатор МИТ-4	шт.	3	28	84
Трансформатор силовий ТПП231-127/220-50	шт.	1	35	35
Діод 1N4001	шт.	6	3	18
Діод 1N4461	шт.	1	3	3
Симетричний тиристор STA140	шт.	3	19	57
Транзистор Т1Р61А,	шт.	1	20	20
Варистор	шт.	3	1,2	3,6

Конденсатор К73-17 х 1,0мкФх250Вх10%	шт.	3	0,6	1,8
Конденсатор КМ-3 х 10нФ х10%	шт.	2	0,7	1,4
Котушка індуктивності	шт.	6	1	6
Оптрон TLP521-1	шт.	6	10	60
Микросхема SN7400N	шт.	4	11	44
Микросхема SN74193N	шт.	4	13	52
Микросхема SN7422N	шт.	21	13	273
Разом				681,1

Висновки до шостого розділу

При плануванні потреби в матеріально - технічних ресурсах для основного виробництва використовують різні методи розрахунку. Більш використовуваним є метод прямого розрахунку; методи на основі обліку даних про рецептурний склад; про нормативні терміни зносу; на основі формул хімічних реакцій. Методи визначення потреби в ресурсах - це способи визначення кількості матеріальних ресурсів, необхідних для виконання виробничо-господарської діяльності підприємства. Основні дані для визначення потреби - це погоджені з попитом пропорції виробництва товарів і послуг і норми витрати на їх виготовлення.

При плануванні МТО використовують різні методи визначення потреби залежно від наявності необхідних даних, специфіки технологічних процесів виготовлення продукції, призначення матеріалів і інших особливостей виробництва і вжитку цих матеріалів.

ВИСНОВКИ

Сучасний стан підприємств агропромислового комплексу (АПК) не можна вважати задовільним, тому зараз гостро стоїть питання модернізації тієї частини діючого електрообладнання, яке приводить в рух складові технологічних процесів в АПК. Така модернізація пов'язана зі збільшенням ККД електропривода, зменшенням його енергоспоживання, вдосконаленням систем управління цим приводом (з використанням мікропроцесорних систем) для забезпечення можливості включення його до комплексної системи автоматизації. Інтенсивне впровадження електропривода в підприємствах АПК почалося ще на початку 80-х років минулого століття, добре розроблені методики вибору силової частини приводів. На теперішній час у високопродуктивних потокових лініях АПК системи електроприводів не лише повинні відповідати вимогам машин, що працюють в різних режимах, але і уніфікації елементів, вимогам навколишнього середовища. Надійна робота електропривода повинна забезпечувати роботоздатність систем водопостачання, вентиляції, транспорту (складського, на тваринницьких фермах, приготування і роздачі кормів, доїння корів, первинної обробки молока, обмолоту, очистки і осушування зерна, роботи станків, стендів для обкатки автотракторних двигунів і ін.). Використання електропривода в АПК в цілому дозволяє підвищити продуктивність праці, покращити якість продукції, зменшити затрати на її

виробництво. У промислово розвинутих країнах, у тому числі й в Україні, близько 2/3 всього обсягу споживаної електроенергії використовується для механічної роботи, що виконується в більшості асинхронним електроприводом (АЕП). Найбільш широко використовуються електроприводи на базі асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором (АД). Таке положення визначається простотою виготовлення й експлуатації АД, меншими в порівнянні з двигунами постійного струму масою, габаритними розмірами і вартістю, а також високою надійністю в роботі.

Однак, як показує практика, АД, що зараз знаходяться в експлуатації мають погіршені енергетичні характеристики внаслідок збільшеної при проектуванні установленої потужності, але головне – роботи більшість часу в недовантаженому режимі, все це і спричиняє зниження ККД. Відомо, що тільки в агропромисловому комплексі України знаходяться в експлуатації близько двох мільйонів АД, тому навіть при невеликому зниженні втрат окремого приводу (до 3-5%), враховуючи масовість АЕП, можна досягти значну економію електроенергії. У зв'язку з цим перспективним є напрямок удосконалення систем енергозберігаючого керування АЕП.

Сучасні системи енергозберігаючого керування засновані на використанні різних способів підвищення енергетичної ефективності АЕП, таких як частотне і векторне керування, використання комбінованих засобів, регулювання потоку АД. Останній з перерахованих засобів простий у реалізації і не вимагає великих капіталовкладень, що особливо актуально при проведенні заходів щодо модернізації існуючих масових АЕП.

При запуску багатодвигунних приводів теплові режими полегшуються при паралельній роботі всіх двигунів на «штучних» характеристиках.

З метою широкого застосування приводів з фазовим регулюванням для пуску стрічкових конвеєрів з багатодвигунним приводом потрібні: глибші теоретичні, експериментальні і промислові дослідження спільної взаємодії приводу, конвеєра і системи їх керування; доробка конвеєрних двигунів 2ЕДКЛОФ в частині їх нагрівостійкості, що забезпечує необхідну кількість

пусків підряд з холодного і гарячого їхніх станів. У роботі показані шляхи вдосконалення системи приводу **стрічкових** конвеєрів на основі використання двошвидкісних електродвигунів, показано підвищення ролі інформаційної компоненти в системі управління. Даний алгоритм запуску, як одного двигуна, так і всіх приводів багатодвигунного стрічкового конвеєра. Отримані результати дозволять у подальшому відпрацювати модель **стрічкового** конвеєра як мехатронного модуля, що дозволяє на стадії проектування задавати необхідні алгоритми функціонування з урахуванням реальних умов експлуатації - в частині довжини конвеєра, кута нахилу, встановленої потужності і кількості електроприводів, планованих вантажопотоків і т. п.

Література

1. Волянская Я.Б. Энергетическая оптимизация при схемных переключениях обмоток статора асинхронного двигателя // Электромашиностроения та електрообладнання. Респ. міжвід. наук.-техн. зб. – 2005. – Вип. 65. – С. 11-14.
2. Волянская Я.Б., Краснов В.В. Ток статора асинхронного электродвигателя при изменении нагрузки и напряжения питания // Електромеханічні системи, методи моделювання і оптимізації. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2005. – Вип. №4(33). – С. 66-69.
3. Костенко Д.В., Волянская Я.Б. Энергосберегающее управление асинхронным электроприводом с использованием микропроцессорной техники // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2005. – №3 (402). – С. 101-110.
4. Костенко Д.В., Волянская Я.Б. Использование микроконтроллеров в интеллектуальных реле для асинхронных электроприводов // Электротехника и электромеханика: Материалы международной научно-технической конференции, 25-27 ноября 2004 г. – Николаев: НУК, 2004. – С. 55-56.
5. Локарев В.И. Бережницкая Я.Б. (Волянская) Ресурсосбережение в электротехнических комплексах и системах. – Херсон: Автоматика. Автома-

тизация. Электротехнические комплексы и системы. – 1998. – № 2(3). – С. 135-143.

6. 1. *Скребковые конвейеры. Справочник / Под редакцией А.В.Леусенко. - М.: Недра, 1992.*

7. Ляшенко Н. И., Панасенко А. В., Зеленецкий В. Н. Некоторые результаты эксплуатации аппарата АПМ управления пуском электропривода ленточного конвейера// Уголь Украины.— 1997.—№ 12.

8. Шубенко В. А., Браславский Н. Я. Тиристорный асинхронный электропривод с фазовым управлением.— М.: Энергия, 1972.

9. Транспорт на горных предприятиях/ Под общей редакцией проф. Б. А. Кузнецова.— М.: Недра, 1976.

10. Светличный П. Л. Электропривод и электроснабжение горных машин.— М.: Недра, 1968.

11. Стадник Н. И., Ильющенко В. Г., Егоров С. И. и др. Справочник по автоматизации шахтного конвейерного транспорта.—К.: Техніка, 1992.

12. Гончаров Ю. П, Будьонний О. В, Морозов В. Г, Панасенко М. В, Ромашко В. Я, Руденко В.С. За ред. Руденка В.С. Перетворювальна техніка. Підручник. Ч2/ - Харків: Фоліо, 2000. - 360с.

13. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. - М.:Высш. школа, 1982. - 496с., ил.

14. Руденко В. С, Ромашко В. Я, Морозов В.Г. Перетворювальна техніка. Частина 1: Підручник. - К.:ІСДО, 1996. - 262с.

15. Терещук Р.М. Терещук К.М. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справ. радиолюбителя. - 4-е изд., стер. - Киев: Наук. думка, 1989. - 800с.

16. Замятин В. Я, Б.В. Кондратьев, В.М. Петухов и др. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник/- М.:Радио и связь, 1987. - 576с.

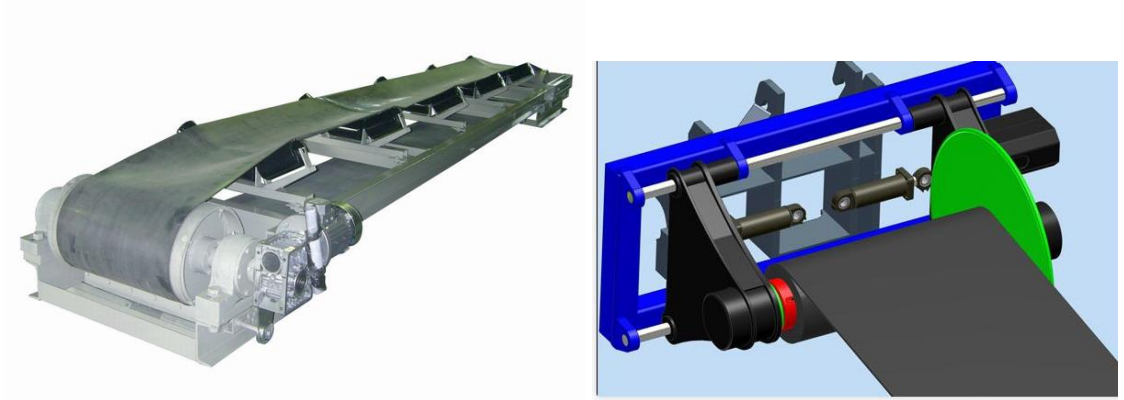
17. Сидоров И.Н., Скорняков С.В. Трансформаторы радиоэлектронной аппаратуры: Справочник. - М.:Радио и связь, 1994. - 320с.

18. Горюнова Н.Н. Полупроводниковые приборы. Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы. Справочник., Москва Энергоатом издат 1983. - 740с.
19. Спиваковский А. О, Дьяков В. К "Транспортирующие машины"; Москва "Машиностроение" 1983 г.
20. Марон Ф. Л, Кузьмина А. В "Справочник по расчетам подъемно-транспортных машин"; Минск "Высшая школа" 1971 г.
21. Казак С.А. "Курсовое проектирование грузоподъемных машин"; Москва "Высшая школа" 1989 г.
22. Тарасов Ю.Д, Николаев А.К. "Подъемно-транспортные машины металлургических заводов"; Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В. Плеханова 1995 г.
23. Стадник Н.И., Бочаров К.П. «Плавный пуск ленточных конвейеров». Сборник научных трудов «Решение научно-технических проблем при создании и внедрении современного горно-шахтного оборудования» Донецк 2008г. С. 585-593
24. Стадник М.І. Контроль швидкісних параметрів стрічкових конвеєрів Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Всеукраїнський науково - технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія. Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. С.125 - 128. - Вінниця, 2016. -№2(94) ,- 128с.
25. . Стаднік Микола Іванович д.т.н., професор Вінницький національний аграрний університет ПРИВОД СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА ЯК МЕХАТРОННИЙ МОДУЛЬ Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Всеукраїнський науково - технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія. Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. С. 60 -64. - Вінниця, 2016. - №І (91) - 87 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

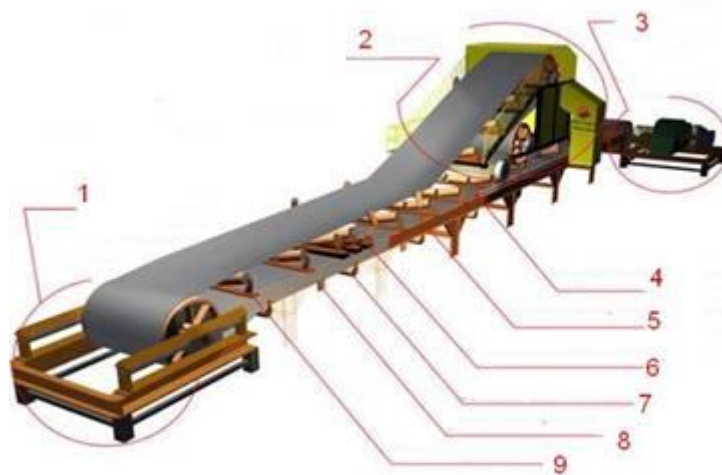
Презентаційний матеріал



А)



Б)



В)

Рисунок 1 - Загальний вигляд стрічкового конвеєра

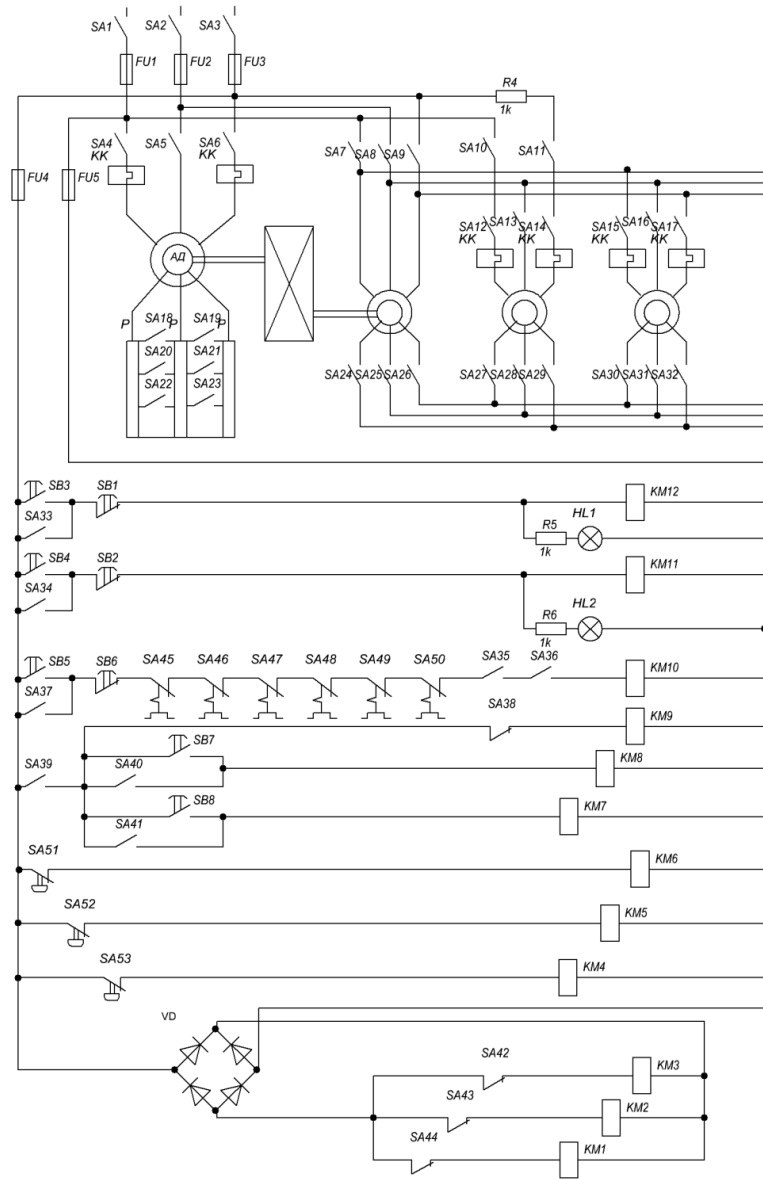


Рисунок 2