



Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
"Дніпровська політехніка"

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

Завідувач кафедри

електроприводу

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Казачковський М.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 29 » \_\_\_\_\_ 01 \_\_\_\_\_ 2018 року

**ЗАВДАННЯ**

на дипломний проект

бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

студенту ЕМ-14-1 Мунтян О.Р.

(група)

(прізвище та ініціали)

**Тема дипломного проекту** Електропривод стрічкового конвеєра 7ПІ в умовах Придніпровської ТЕС

затверджена наказом ректора ДВНЗ "НГУ" від 07.05.2018 № 568-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Спеціальний	<i>Розрахунок та вибір електротехнічного обладнання конвеєра, дослідження динаміки електроприводу.</i>	29.01 – 27.05
Охорона праці	<i>Аналіз шкідливих і небезпечних факторів та заходи щодо їх усунення</i>	28.05 – 3.06
Економічний	<i>Розрахунок основних техніко-економічних показників впровадження дипломного проекту.</i>	4.06 – 10.06

Завдання видав \_\_\_\_\_

(підпис)

Худолій С.С.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

Мунтян О.Р.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 29.01.2018

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 22.06.2018

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стор., рис., табл., джерел, листів графічної частини.

**Об'єкт детальної розробки:** електропривод стрічкового конвеєра 7П1 в умовах Придніпровської ТЕС.

**Мета роботи:** створення проекту впровадження регульованого електропривода.

В проекті зроблений аналіз технологічного процесу, розраховане навантаження на електропривод, обґрунтована номінальна потужність двигуна.

Обраний перетворювач частоти і компоненти силової частини електропривода.

Виконаний розрахунок системи автоматичного регулювання і проведено дослідження динаміки електромеханічної системи.

В проекті представлений розрахунок параметрів комутаційної апаратури електропривода.

Розроблені заходи щодо охорони праці на виробництві.

Доведена економічна ефективність впровадження технічних рішень.

**КОНВЕЄР, РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННИЙ  
ДВИГУН, ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ**

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: стр., рис., табл., ист., листов графической части

**Объект детальной разработки:** электропривод ленточного конвейера 7П1 в условиях Приднепровской ТЭС

**Цель работы:** создание проекта внедрения регулируемого электропривода.

В проекте выполнен анализ технологического процесса, рассчитана нагрузка на электропривод, обоснована номинальная мощность электродвигателя.

Выбран преобразователь частоты и компоненты силовой части электропривода. Выполнен расчет системы автоматического регулирования и проведено исследование динамики электромеханической системы.

В проекте представлен расчет параметров коммутационной аппаратуры электропривода.

Разработаны мероприятия по охране труда на производстве. Доказана экономическая целесообразность внедрения разработанных технических решений.

КОНВЕЙЕР, РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, АСИНХРОННЫЙ  
ДВИГАТЕЛЬ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABTRACT

The explanatory note: pages., figures., tables., references, graphical sheets.

**The object of research:** the electric drive of the stripe conveyor 7P1 at Pridneprovskaya TEC

**Project goal:** development of variable speed drive for the mechanism.

The project contains the analysis of mining technology, calculation of drive motors' load and their rated power.

The variable frequency converter is selected with its circuitry. Automatic control system's parameters are calculated, system dynamics is analyzed.

Measures for labor protection are given. Economic efficiency is proven.

CONVEYOR, VARIABLE SPEED DRIVE, INDUCTION MOTOR,  
FREQUENCY CONVERTER

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 История предприятия
- 1.2 Топливное хозяйство электростанции
- 1.3 Характеристика технологического процесса
- 1.4 Расчёт мощности и выбор двигателя

## РАЗДЕЛ 2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

- 2.1 Технические требования к приводу конвейера
- 2.2 Выбор принципа регулирования и преобразователя
- 2.3 .Расчет параметров системы автоматического регулирования

## РАЗДЕЛ 3. ИСЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ

- 3.1 Динамическая модель конвейера
- 3.2 Результаты исследования динамики электропривода

## РАЗДЕЛ 4. ОХРАНА ТРУДА

## РАЗДЕЛ 5. ТЕХНИКО–ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Выводы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Введение

Техника производства, передачи и распределения электрической энергии непрерывно совершенствуется весьма быстрыми темпами. По мере развития науки и техники происходит существенное усовершенствование принципов работы и конструкций электрического оборудования энергетических систем и их главного звена- электрических станций.

Электрическая станция представляет собой энергетическое предприятие, на котором энергия природных источников преобразуется в энергию электрического тока. Отсюда электроэнергия выдается потребителям через ряд электроустановок, на которых производится ее дальнейшее преобразование и распределение.

Основным оборудованием на станции являются дробилки, питатели, ленточные конвейеры, гидроагрегаты, котлы и тд. В этой связи вопросы их эффективного использования весьма актуальны.

Рациональные режимы работы указанных технологических механизмов ТЭС как при внешних возмущениях (колебаниях исходного грузопотока), так и при внутренних (колебания напряжения питания сети и д.р), должны обеспечивать оптимальные условия функционирования механизмов, требуемые технологические показатели.

Подобные режимы можно создать с помощью систем автоматического управления.

При автоматизации технологического процесса должны учитываться такие условия:.

- непостоянное по составу исходное сырьё должно подвергаться усреднению.
- необходимо максимально сократить стадии дробления, что будет способствовать значительному уменьшению длины энергоёмких и тяжело нагруженных транспортных коммуникаций.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- питатели должны обеспечивать требуемую производительность и плавное автоматическое регулирование подачи материала в зависимости от степени загрузки последовательно установленного оборудования.
- дробильное оборудование помимо надежности в работе и долговечности должно иметь увеличенную степень сокращения материала; дистанционное регулирование величины разгрузочной цепи.
- для повышения эффективности работы конвейеров необходимо:
  - а) увеличение углов наклона конвейеров, позволяющее сократить протяженность транспортных линий;
  - б) повышение стойкости и долговечности работы конвейерной ленты;
  - в) усовершенствование привода мощных наклонных конвейеров для облегчения плавности их пуска под нагрузкой.

Снижение числа циклов оборачиваемости конвейерного полотна при недогрузках позволяет улучшить энергетические показатели процесса транспортирования, повысить срок службы электромеханического оборудования. При этом можно определить требуемую интенсивность грузопотока, поступающего в дальнейший технологический передел. Эксплуатация дробильного оборудования в режиме регулирования с помощью адаптивных систем, учитывающих нестационарность поступающего в него грузопотока, существенно снижает время работы технологического и транспортного оборудования в режиме холостого хода. Это сказывается на снижении энергетических затрат.

Настоящий уровень технической оснащённости ТЕС и существующих средств автоматизации позволяет осуществить первый уровень автоматизации ТЕС- внедрение локальных средств контроля и управления, функции которых (управленческие) могут выполнять микроЭВМ.

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Основной функцией управления при существующих средствах автоматизации является выбор оптимальных режимов работы основного дробильного и транспортного оборудования на основе контроля параметров технологических процессов и поддержания этих режимов на требуемых уровнях.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Технологическая часть

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

## 1.1. История предприятия

ДТЭК Приднепровская тепловая электростанция (сокращенно - Приднепровская ТЭС, ранее носила название - Приднепровская ГРЭС) входит в состав ПАО «ДТЭК Днепроэнерго». Электростанция расположена на левобережье Днепра в Самарском районе Днепропетровска. Обеспечивает снабжение электроэнергией регион Приднепровья и Днепропетровскую область.

Решение о строительстве ГРЭС было принято в 1950 году. Строительство началось в 1951 году, а в 1954 году был введен в эксплуатацию первый энергоблок. В 1966 году с установкой 6-ти турбоагрегатов по 100 МВт, 4-х по 150 и 4-х по 300 МВт ГРЭС вышла на проектную мощность - 2400 МВт.

производственные показатели

Установленная производственная мощность - 1765 МВт, тепловая - 845 ГКА / час. Основное топливо - уголь марки «АШ», резервное - мазут и газ.

Энергетическое оборудование:

- 4 энергоблока (по 150 МВт) с котлами ТП-90 и турбинами К-150-130;
- 3 энергоблока (по 285 МВт) с котлами ТПП-110, ТПП-210 и турбинами К-300-240;
- 1 энергоблок (310 МВт) с котлом ТПП-110 и турбиной К-310-23,5-

Выработанная электроэнергия подается по ЛЭП 150 и 330 кВ с открытых распределительных устройств. 2001 году на энергоблоке мощностью 300 МВт (ст. № 11) турбина К-300 была заменена на современный аналог - турбину К-310-23,5-3 производства Харьковского завода «Турбоатом».

В 2011 году на энергоблоках №№ 9, 11 были установлены новые системы очистки дымовых газов.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В начале 2014 года было завершено начатое в 2012 году строительство электрофильтров энергоблока №11. В 2014 году в рамках проведения капремонта блока № 8 скруббер будет заменен на новый эмульгатор.



Рис. 1.1. Вид станции

Завершается реконструкция сети и коллектора промливневых сточных вод со строительством очистных сооружений. После ввода объекта в эксплуатацию сброса стоков в р. Днепр будет уменьшен на 400 тыс. Кубометров в год. В данный момент сброса в Днепр прекращен.

## 1.2 Топливное хозяйство электростанции

Топливное хозяйство ТЭС обеспечивает прием топлива, его хранение, подготовку и транспортировку внутри электростанции. Принципиальная схема топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе показана на рисунке 1. Доставка твердого

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

топлива осуществляется главным образом железнодорожным транспортом в вагонах грузоподъемностью 63, 94 и 125 т. После автоматического взвешивания вагоны поступают в приемное разгрузочное устройство. Приемные разгрузочные устройства, как правило, выполняются закрытого типа и включают в себя приспособления для разгрузки вагонов, приемные бункера и средства для перемещения топлива в тракт топливоподачи или на склад. В зимнее время вагоны со смерзшимся топливом разогреваются перед разгрузкой в размораживающих устройствах.

1 – железнодорожные пути; 2,17 – весы; 3 – размораживающее устройство; 4 – разгрузочное устройство; 5 – бункеры; 6 – ленточные питатели с барабанными магнитными сепараторами; 7 – дробилки предварительного дробления; 8 – ленточные конвейеры; 9 – узел пересыпки; 10, 11, 16 – конвейеры подачи топлива соответственно со склада, на склад и в котельное отделение; 12 – склад; 13 – плужковый сбрасыватель; 14 – подвесной магнитный сепаратор; 15 – дробилка; 18 – плужковый сбрасыватель топлива в бункер котла

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

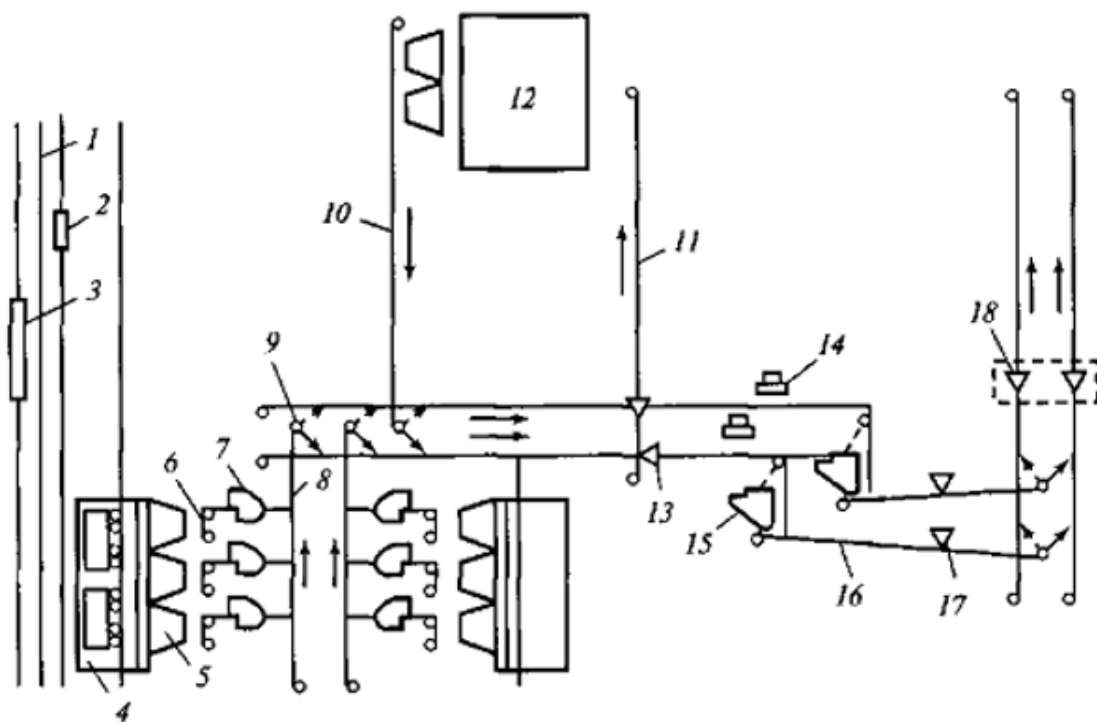


Рис. 1.2.– Принципиальная схема топливного хозяйства ТЭС на твердом топливе

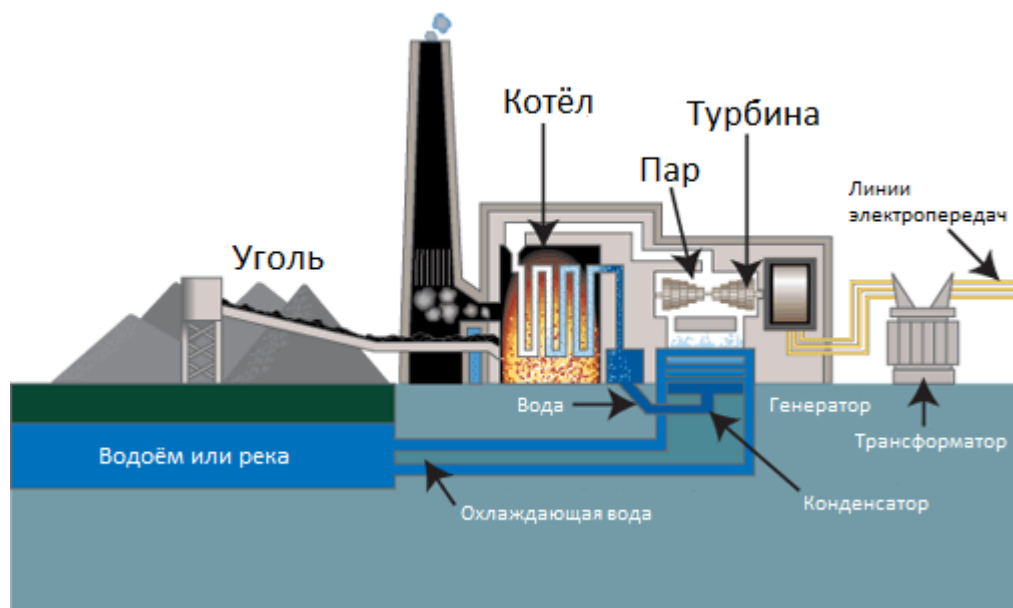


Рис. 1.3.– Упрощенная схема рабочего процесса станции .

## 1.2. Характеристика технологического процесса

В системах топливоподачи широко применяются ленточные конвейеры с тканевой прорезиненной лентой шириной 1600 – 2000 мм и скоростью движения 1,6; 2 или 2,5 м/с. Такие транспортеры имеют производительность от 1600 до

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6000 т/ч. Угол подъема стационарного конвейера может достигать 15°, а длина — нескольких сотен метров. Для сбрасывания топлива с ленты конвейера применяются плужковые сбрасыватели, которые устанавливаются над лентой и снабжаются устройством подъема и опускания.

Обобщение опыта эксплуатации конвейеров показало, что существующий асинхронный привод с применением релейно-контакторной схемы запуска и жёсткой натяжной станцией не удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к конкретным установкам, в части обеспечения требуемых пуско-тормозных режимов, динамики тягового органа, оптимального использования тяговых возможностей привода и поддержания требуемого натяжения.

В настоящее время на конвейере 7П1 установлено три асинхронных двигателя с короткозамкнутым ротором, которые в процессе эксплуатации не позволяют изменить их скорость вращения, и, следовательно, и линейную скорость движения ленты. Таким образом, погонная нагрузка на ленту является величиной непостоянной и изменяется в функции времени в зависимости от изменения грузопотока:

- уголь не поступает в дробильное оборудование;
- работает только конвейерный тракт.

Как видно из приведённых выше режимов работы конвейера, можно сделать вывод, что при использовании нерегулируемого электропривода большую часть времени двигатели конвейеры будут недогружены. Это в свою очередь снижает коэффициент полезного действия установки, повышает расход энергии и других затрат.

Исследованиями неоднократно доказывалась эффективность применения электроприводов ленточных конвейеров с регулируемой скоростью, причём скорость движения ленты должна изменяться в зависимости от поступающего на конвейер грузопотока для обеспечения постоянного по величине заполнения

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ленты. В этом случае общий пробег ленты значительно сокращается, а срок её службы – значительно возрастает.

Основные достоинства приводов с частотными преобразователями скорости:

- возможность использования короткозамкнутых АД;
- в процессе регулирования скорости исключены потери в реостатах, что повышает экономичность привода;
- при пуске электродвигатель всё время работает в пределах рабочей части характеристики, причём кратность пусковых токов снижается до 2-3 вместо 5 – 7;
- появляется возможность осуществления регулируемого пуска с требуемой степенью плавности;
- обеспечивается стабильное и экономичное регулирование скорости в установившемся режиме без потерь на скольжение;
- возможность прямого включения электродвигателя в сеть;
- хорошие регулировочные свойства со значительным диапазоном регулирования;
- высокий коэффициент полезного действия системы.

Регулируемый электропривод постоянного тока с точки зрения обеспечения режимных параметров полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к приводу ленточных конвейеров. Однако по ряду причин он не получил до настоящего времени распространения как в стране, так и за рубежом. Сложность конструкции электродвигателя постоянного тока, большие габариты, масса и стоимость, чем у двигателей переменного тока, являются факторами,

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



сдерживающими распространение привода этого типа.



Рис.1.4 – Магистраль конвейера.

#### **1.4. Расчёт мощности и выбор двигателя**

Для решения этой задачи необходимо воспользоваться характеристиками конвейера, представленной в табл. 1.1.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 1.1. Параметры объекта разработки и технологического процесса.

	Название параметра	обознач.	ед. изм.	Знач.
1	Производительность	Q	т/час	6000
2	Длина	L	м	811,3
3	Высота подъёма	N	м	45,6
4	Скорость движения ленты	V	м/с	2,5
5	Ширина ленты	B	мм	2000
6	Число прокладок	i'	шт	5
7	Погонный вес ленты	Qn	кг/м	92
8	Вес вращающихся частей (роликоопор)			
	Верхних	Ллв	кг	197
	Нижних	Ллн	кг	103
	Средний угол наклона	B	град	6°24'
9	Транспортируемый материал	Уголь		
10	Диаметр приводного барабана	Dб	мм	1640
11	Угол обхвата первого барабана	$\alpha_{10}$	град	190
12	Угол обхвата второго барабана	$\alpha_{20}$	град	205
13	Редуктор, передаточное отношение	Ip		28
14	Расстояние между верхними роликоопорами	Lp	м	1,2
15	Расстояние между нижними роликоопорами	Lx	м	3

Схема конвейера представлена на рис.1

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

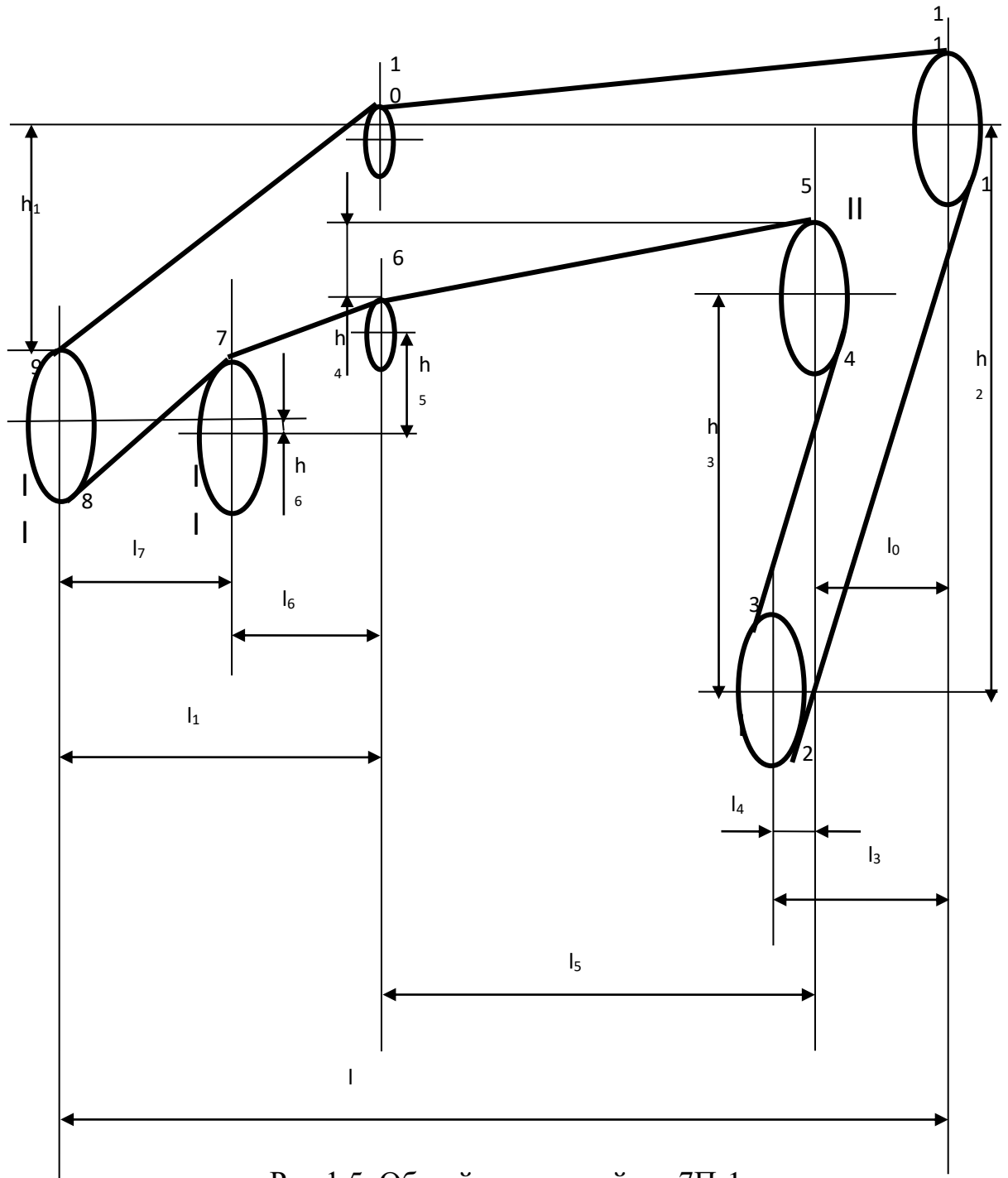


Рис.1.5. Общий вид конвейера 7П-1

-приводной барабан; II-отклоняющий барабан; III-натяжной барабан.

$l_0=4,8$  (м);  $l_1=66,5$  (м);  $l_3=13,8$  (м);  $l_4=9$  (м);  $l_5=740$  (м);  $l_6=56,5$  (м);  $l_7=10$  (м);  $l=811,3$  (м);  $h_1=45,6$  (м);  $h_2=52,5$  (м);  $h_3=4$  (м);

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ

Арк.

17

Согласно данных табл.1.1 производим тяговый расчет конвейера.

Погонный вес верхних роlikоопор, нижних роlikоопор, а также погонный вес транспортируемого угля определим соответственно:

$$q_p' = \frac{\lambda'}{l_p} = \frac{197}{1,2} = 164,2 \text{ кг/м}$$

$$q_p'' = \frac{\lambda''}{l_x} = \frac{103}{3} = 34,3 \text{ кг/м}$$

$$q_m = \frac{Q}{3,6\gamma} = \frac{6000}{3,6 \cdot 2,5} = 667 \text{ кг/м}$$

Сопротивление движению груза ленты и роlikов:

$$q_g = (q_m + q_l + q_p') \cdot \omega \quad (1.2)$$

здесь:

$\omega=0,04$  – коэффициент сопротивления движению ленты по роlikоопорам.

$$q_z = (q_m + q_l + q_p^I) \cdot \omega = (667 + 92 + 164,2) \cdot 0,04 = 36,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$q_n = (q_l + q_p^{II}) \cdot \omega = (92 + 34,3) \cdot 0,04 = 5,05 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$q_m + q_l = 92 + 667 = 759 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

Сопротивление на участках грузовой ветви конвейера: (1.3)

$$W_{9-10} = q_z \cdot l_1 \cdot \cos \beta + (q_l + q_m) \cdot h_1 = 36,9 \cdot 66,5 \cdot 0,995 + 759 \cdot 45,6 = 37052$$

$$W_{10-11} = q_z \cdot l_3 = 36,9 \cdot 844,8 = 2748,3$$

Сопротивление на участках порожняковой нижней ветви ленты конвейера:

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$W_{1-2} = q_n \cdot l_3 \cdot \cos \beta - q_n \cdot h_2 = 5,05 \cdot 13,8 \cdot 0,995 - 92 \cdot 52,5 = -4760,6$$

$$W_{3-4} = q_n \cdot l_4 \cdot \cos \beta - q_n \cdot h_3 = 5,05 \cdot 9 \cdot 0,995 - 92 \cdot 4 = -322,8$$

$$W_{5-6} = q_n \cdot l_5 \cdot \cos \beta - q_n \cdot h_4 = 5,05 \cdot 740 \cdot 0,995 - 92 \cdot 2 = 3534,3$$

$$W_{6-7} = q_n \cdot l_6 \cdot \cos \beta - q_n \cdot h_5 = 5,05 \cdot 56,5 \cdot 0,995 - 92 \cdot 6 = -268,1$$

$$W_{7-8} = q_n \cdot l_7 \cdot \cos \beta - q_n \cdot h_6 = 5,05 \cdot 10 \cdot 0,995 - 92 \cdot 2 = -133,75$$

Натяжение ленты в точке набегания на первый приводной барабан (по ходу движения ленты)

$$S_{нб} = 1,123 \cdot S_{сб} + 66097,7 \quad (1.4)$$

С другой стороны:

$$S_{нб} = S_{сб} \cdot e^{\mu\alpha}, \quad (1.5)$$

где

$\mu = 0,4$  – коэффициент сцепления ленты с приводным барабаном

$\alpha = 0,9(\alpha_{10} + \alpha_{20}) = 0,9(190 + 205) = 6,21 \text{ рад}$  – максимально допустимая сумма

углов рабочего проскальзывания на приводных барабанах.

При совместном решении этих уравнений получим  $S_{сб}$ :

$$S_{сб} \cdot e^{2,484} = 1,123 \cdot S_{сб} + 66097,7$$

$$10,866 \cdot S_{сб} = 66097,7$$

$$S_{сб} = \frac{66097,7}{10,866} = 6083$$

Находим величины усилий в характерных точках конвейера и заносим данные в таблицу:

	Наименование единичной зависимости для их определения	значение натяжения выраженное через $S_{сб}$	Численное значение
1.	$S_1$	$S_1 = S_{сб}$	6083

2.	$S_2=S_1+W_{1-2}$	$S_2=S_{сб}-4760,6$	1322,4
3.	$S_3=1,02 \cdot S_2$	$S_3=1,02 \cdot S_{сб}-4855,8$	1348,9
4.	$S_4=S_3+W_{3-4}$	$S_4=1,02 \cdot S_{сб}-5178,6$	1026
5.	$S_5=1,05 \cdot S_4$	$S_5=1,07 \cdot S_{сб}-1644,3$	4864,5
6.	$S_6=S_5+W_{5-6}$	$S_6=1,07 \cdot S_{сб}+1890$	8398,8
7.	$S_7=S_6+W_{6-7}$	$S_7=1,07 \cdot S_{сб}+1621,9$	8131
8.	$S_8=S_7+W_{7-8}$	$S_8=1,07 \cdot S_{сб}+1488,2$	7997
9.	$S_9=1,05 \cdot S_8$	$S_9=1,123 \cdot S_{сб}+15626$	22457,3
10.	$S_{10}=S_9+W_{9-10}$	$S_{10}=1,123 \cdot S_{сб}+38614,6$	39297,7
11.	$S_{11}=S_{10}+W_{10-11}$	$S_{11}=1,123 \cdot S_{сб}+66097,7$	72928,9

$k_\sigma = 1,02$  коэффициент сопротивления, учитывающий увеличение натяжение ленты на сбегавшей с отклоняющего барабана ветви по отношению к набегающей.

На основании данных из табл. 1 можно построить нагрузочную диаграмму конвейера (см. рис 1.6)

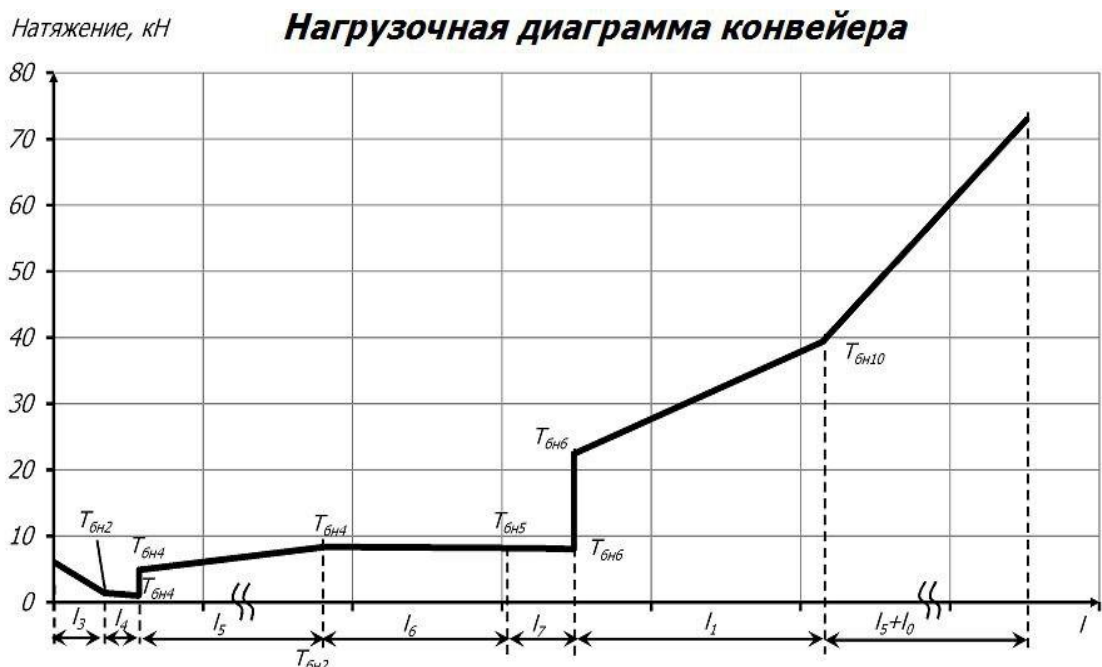


Рис.1.6.– Нагрузочная диаграмма конвейера

КПД приводного барабана:

$$\eta_{\delta} = \frac{1}{1 + \omega_{\delta}(2n - 1)} = \frac{1}{1 + 0,04(2 \cdot 1,35 - 1)} = 0,936, \text{ где} \quad (1.6)$$

$\omega_{\delta} = 0,03 - 0,05$  - коэффициент сопротивления барабана,

$n$  - коэффициент, зависящий от угла обхвата барабана лентой.

Окружное усилие:

$$W_0 = \frac{S_{нб} - S_{сб}}{\eta_{\delta}} = \frac{72928,9 - 6083}{0,936} = 71416,7 \quad (1.7)$$

Определим мощность приводного барабана:

$$P_{\delta} = \frac{W_0 \cdot v}{102} = \frac{71416,6 \cdot 2,5}{102} = 1750,5 \text{ кВт} \quad (1.8)$$

Определим эквивалентную мощность электропривода:

$$P_{\text{э}} = \frac{P_{\delta} \cdot k}{\eta} = \frac{1750,5 \cdot 1,2}{0,98} = 2144 \text{ кВт} \quad (1.9)$$

Выберем трёхдвигательный привод. Один из двигателей будет приводить в движение приводную станцию № 1. Два других, через редуктор - приводную станцию № 2.

Следовательно выбор мощности двигателя будем производить исходя из условия:

$$P_{\text{дв}} \geq \frac{1}{3} P_{\text{э}} = \frac{2144}{3} = 715 \text{ (кВт)}.. \quad (1.10)$$

Выберем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором со следующими параметрами:

*тип: АКНЗ-2-15-57-8УЗ;*

$P_n = 800 \text{ (кВт)};$

$I_n = 95 \text{ (А)};$

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$n_n = 740 \text{ (об/мин)};$$

$$\lambda = 3,2;$$

$$u_{pH} = 968 \text{ (В)};$$

$$I_{2H} = 515 \text{ (А)};$$

$$GD^2 = 835,4 \text{ (кг м}^2\text{)};$$

$$n_0 = 750 \text{ (об/мин)};$$

$$s_n = 0,013 \text{ (о.е.)};$$

$$\eta_n = 94,8 \text{ (\%)};$$

$$\cos \varphi_n = 0,86;$$

$$\frac{M_n}{M_H} = 2,8$$

#### Реактор ограничивающий:

Служит для ограничения токов короткого замыкания в электрических сетях напряжением  $U=6,10,15$  кВт.

*тип: РОСТ-10-400-0,35УХЛЗ;*

$$I_n = 400 \text{ (А)};$$

$$P_{\text{потери}} = 1,6 \text{ (кВт)};$$

$$L = 1,1 \text{ (мГн)};$$

$$X_L = 0,35 \text{ (Ом) при } 50 \text{ Гц};$$

$$S = 56 \text{ (кВА)};$$

$$R_p = 0,01 \text{ (Ом)}.$$

#### Редуктор:

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



тип: РЦД-500;

частота вращения быстроходного вала  $n_6=500$  (об/мин);

передаточное отношение  $i=28$



Рис. 1.7 Электродвигатель приводной станции конвейера.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

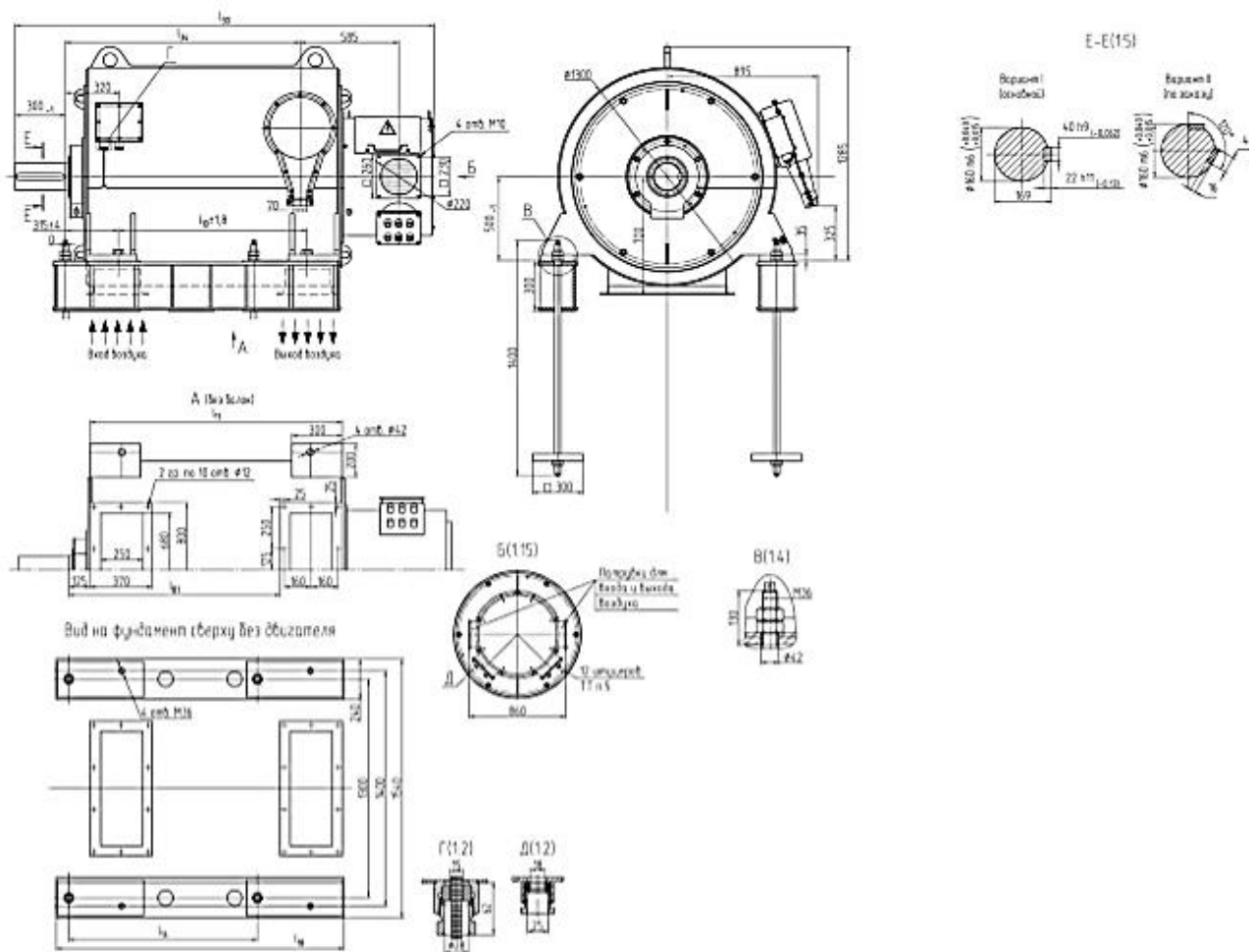


Рис. 1.8. Общий вид асинхронного двигателя АКНЗ-2-15-57-8У3

Таблица 1.2. Габаритные параметры двигателя

Тип	$l_{10}$	$l_{11}$	$l_{30}$	$l_{34}$	$l_{14}$	$l_{18}$	$l_{81}$	Масса, кг
АКНЗ-2-15-57-8У3	1000	1380	2480	1275	1000	1590	1135	5800

# 2. Автоматизированый электропривод

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

## 2.1 Технические требования к приводу конвейера

Электропривод конвейера эксплуатируется в неблагоприятных условиях: в машинном зале с повышенной влажностью и запыленностью. Это определяет необходимость использования для данного механизма электрооборудования, по типу и исполнению отвечающего перечисленным условиям, и выдвигает жесткие требования в отношении безопасности и простоты его обслуживания, надёжности работы. Это в первую очередь относится к приводным двигателям, которые, должны иметь закрытое исполнение и обладать повышенным пусковым моментом.

Важным требованием, предъявляемым к электроприводу конвейера, является обеспечение плавности пуска и торможения с надёжным ограничением ускорения и рывка, а также максимального момента двигателя и его производной. Для ленточного конвейера это требование обусловлено наличием больших поступательно-движущихся масс, приведённый момент инерции которых в несколько раз превышает момент инерции двигателя, и значительной податливостью транспортной ленты. Большие маховые массы установки увеличивают возможность пробуксовывания приводного барабана относительно ленты при пуске. Резкое приложение момента при наличии упругих связей вызывает механические колебания при пуске, в результате чего в ленте возникают дополнительные динамические усилия. Также ограничение ускорения и рывка диктуется условием надёжного сцепления транспортируемых изделий с лентой.

Величина ускорения может быть и меньшей, когда этого требует необходимость ограничения дополнительных динамических усилий и колебаний упругого момента натяжения ленты.

Таким образом, потребность в регулировании скорости и ускорения конвейера в переходных процессах и отсутствие высоких требований к

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

точности регулирования скорости позволяет остановить свой выбор на системе электропривода переменного тока «преобразователь частоты - асинхронный короткозамкнутый двигатель» (ПЧ-АД).

Основные преимущества электропривода системы ПЧ-АД:

- высокий коэффициент полезного действия преобразователя.
- высокая стабильность поддержания скорости, которая может быть доведена до 0,5%.
- высокие динамические показатели регулирования скорости.

## 2.2 Выбор принципа регулирования и преобразователя

Внедрение частотного регулирования электроприводов позволяет:

- повысить надёжность работы оборудования и систем;
- улучшить качество производимой продукции и предоставляемых услуг;
- автоматизировать производство;
- экономить ресурсы и энергию.

Частотное регулирование эффективно применяется на предприятиях энергетики, промышленности и коммунального хозяйства.

Применение устройств плавного регулирования частоты вращения двигателей дает ряд дополнительных преимуществ, а именно:

- плавный пуск и останов двигателя исключает вредное воздействие переходных процессов в технологическом оборудовании;
- пуск двигателя осуществляется при токах, ограниченных на уровне номинального значения, что повышает долговечность двигателя, снижает требования к мощности питающей сети и мощности коммутирующей аппаратуры;

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- возможна модернизация действующих технологических агрегатов без замены основного оборудования и практически без перерывов в его работе.

Системы управления на базе частотных преобразователей могут иметь любые технологически требуемые функции, реализация которых возможна как за счет встроенных в преобразователи программируемых контроллеров, так и дополнительных контроллеров, функционирующих совместно с преобразователями.

Применим электропривод по системе «преобразователь частоты – асинхронный двигатель». Такой тип является наиболее целесообразным для рассматриваемого механизма.

### **Выбор преобразователя.**

Преобразователь частоты (ПЧ) Vacon NXP используется для трехфазных асинхронных двигателей мощностью от 0,37 кВт до 5000 кВт. Vacon NXP реализует векторное управление асинхронным двигателем, в том числе бездатчиковое. Прикладное программное обеспечение, наличие стандартных и дополнительных плат для работы с логическими сигналами позволяет выполнять любой технологический процесс.

Преобразователи мощностью более 400 кВт производятся только в шкафом исполнении, степень защиты – IP00.

Для нашей задачи выберем преобразователь NXP 0820 6 A 0 N 0 SSA. Типоразмер преобразователя – FR12.

Номинальные параметры преобразователя приведены в табл.2.1.

Таблица 2.1. Параметры преобразователя частоты NXP08206A0N0SSA.

№	Параметр	Ед. изм.	Значение
1.	Тип	-	NXP08206A0N0SSA

2.	Номинальная мощность (двигателя)	кВт	800
3.	Выходное напряжение	В	690
4.	Номинальный длительный выходной ток	А	820
5.	Максимально допустимый выходной ток (90 сек)	А	975
6.	Диапазон изменения частоты	Гц	0,5..700

Поскольку двигатель имеет номинальное напряжение 6 кВ, а преобразователь – 690 В, необходимо применение двухтрансформаторной схемы согласования, как это показано на рис. 2.2.

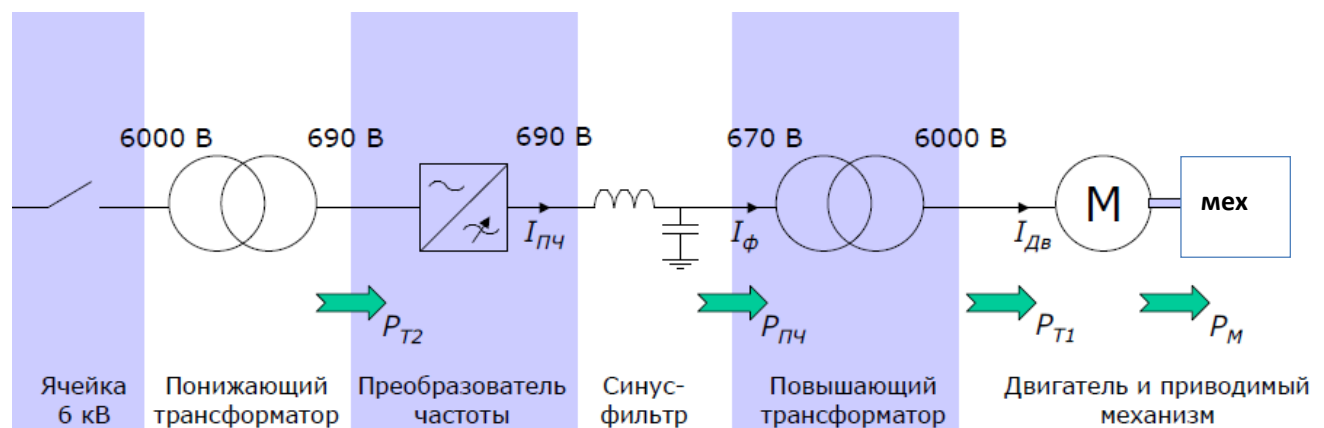


Рис. 2.1. Двухтрансформаторная схема согласования преобразователя частоты и электродвигателя

Преимущества двухтрансформаторной схемы:

- возможность использования низковольтного преобразователя частоты;
- гальваническая развязка ПЧ;
- отсутствие воздействия на обмотку двигателя высокочастотных составляющих напряжения и увеличение ресурса двигателя;
- отсутствие токов через подшипники;

- низкий уровень шумов в двигателе и снижение дополнительных потерь благодаря синусоидальной форме тока.

Массо-габаритные показатели, а также стоимость оборудования по двухтрансформаторной схеме оказываются сопоставимыми с вариантом использования высоковольтного преобразователя.

Преобразователь частоты размещается в шкафу со степенью защиты IP21, состоящем из двух секций. В основной секции размещаются модуль преобразователя и входные защитные устройства, в дополнительной секции – выходной фильтр.

Схема силовых подключений преобразователя показана на рис. 2.2.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



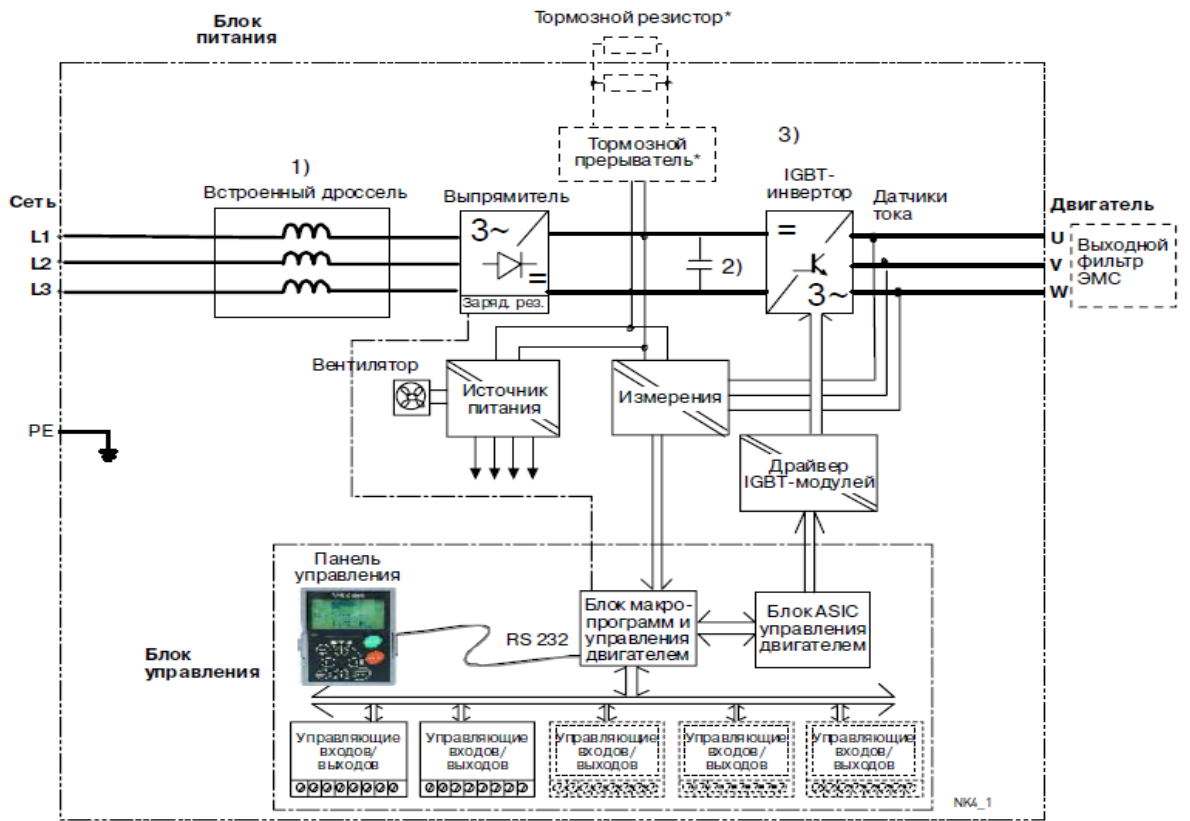


Рис. 2.2. Схема силовых подключений преобразователя Vacon NXP

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### Основные характеристики преобразователя частоты:

- пусковой момент до 220%  $M_n$ .
- повышенная точность при работе на очень низкой скорости и улучшенные динамические характеристики с алгоритмами векторного управления потоком в разомкнутой или замкнутой системе привода;
- расширенный диапазон выходной частоты для высокоскоростных двигателей;
- векторное управление потоком в замкнутой или разомкнутой системе с асинхронными двигателями.
- точность поддержания скорости и энергосбережение для разомкнутого привода с синхронным двигателем;
- автоподстройка к двигателю на ходу.
- выходная частота до 1000 Гц.

### *Настройки преобразователя частоты Altivar 71*

Так как преобразователь Altivar 71 имеет заводские настройки, соответствующие наиболее частым применениям, то будем использовать их:

- макроконфигурация: Пуск/Стоп.
- частота напряжения питания двигателя: 50 Гц.
- применение с постоянным моментом, векторное управление потоком без датчика обратной связи.
- способ нормальной остановки с заданным темпом замедления.
- способ остановки при неисправности: остановка на выбеге.
- время линейного разгона/торможения: 3 с.
- нижняя скорость: 0 Гц.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- верхняя скорость: 50 Гц.
- тепловой ток двигателя равен номинальному току двигателя.

Ток динамического торможения равен 0,7 номинального тока преобразователя в течение 0,5 с.

Частота коммутации до 12 кГц.

### 2.3. Расчет параметров системы автоматического регулирования

Выбранный преобразователь реализует векторный закон регулирования.

Суть векторного регулирования заключается в независимом управлении двумя составляющими тока статора, ориентированными по осям  $d, q$  ротора.

Составляющая по оси  $d$  является потокообразующей, по оси  $q$  – моментобразующей. Характеристики векторного асинхронного электропривода, таким образом, по точности и быстродействию приближаются к характеристикам двухзонного электропривода постоянного тока.

Функциональная схема электропривода с векторным управлением показана на рис. 2.3.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

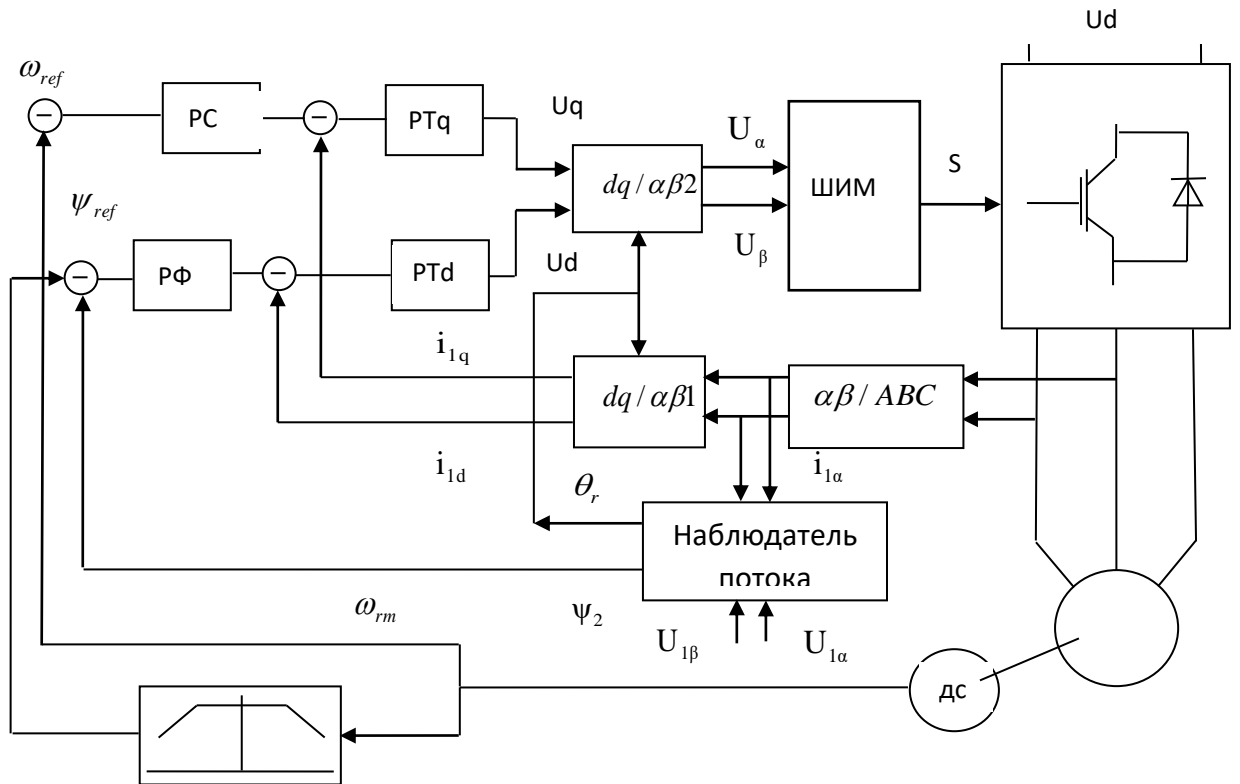
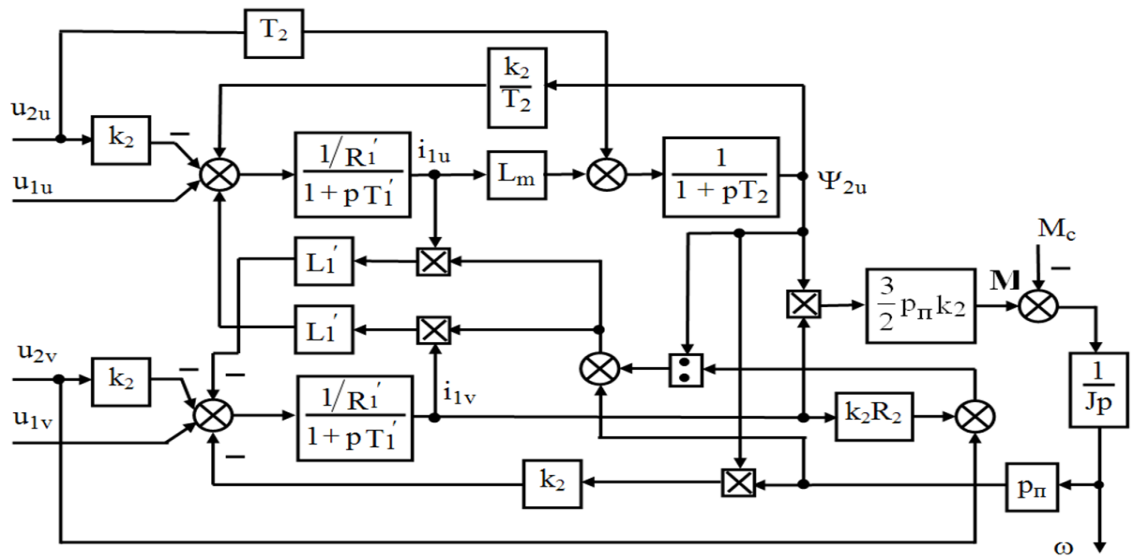
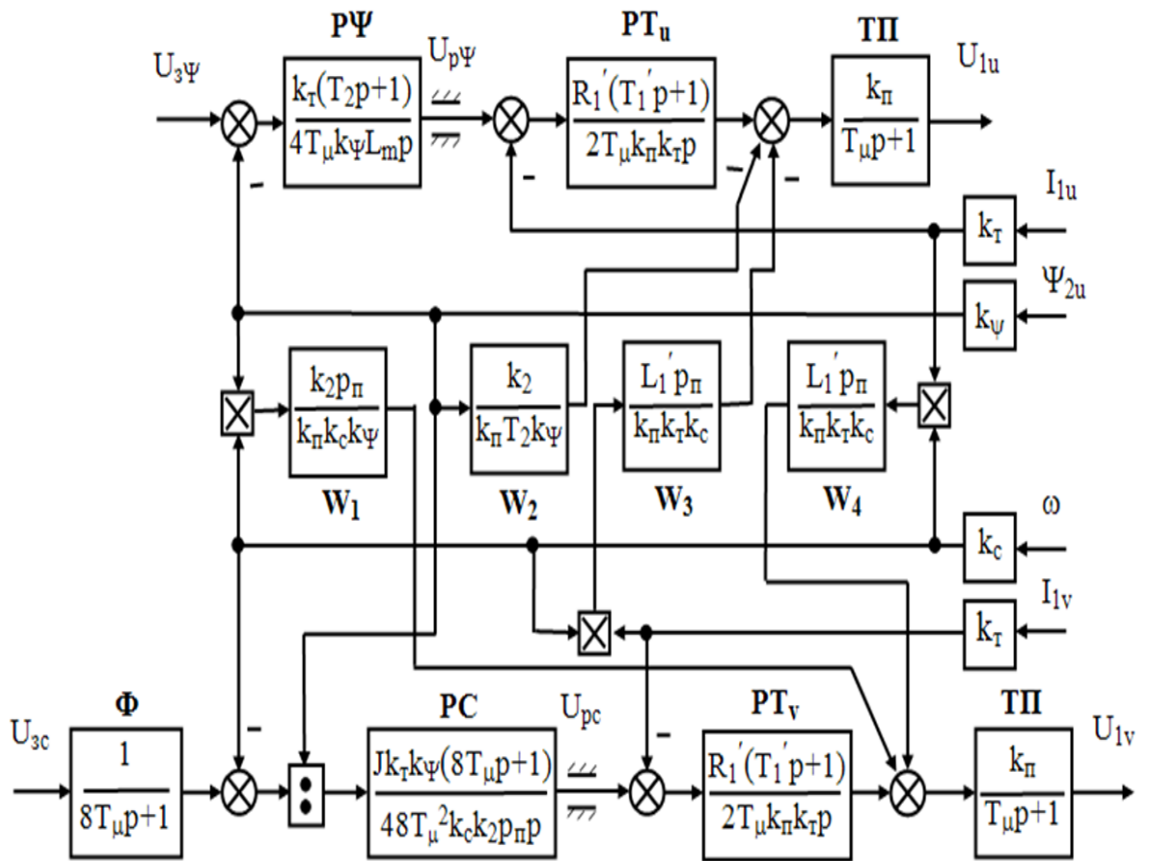


Рис. 2.3. Функциональная схема электропривода, реализующая векторное управление.

Векторное управление требует преобразования координат. Статорное напряжение описывается в осях  $\alpha, \beta$ , роторные величины – в осях  $d, q$ .

Регуляторы потокосцепления, скорости, составляющих токов по осям  $d, q$  рассчитываются исходя из симметричного критерия оптимизации в соответствии с передаточной функцией объекта управления (асинхронный двигатель) по этим осям.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ

Арк.

35

Параметры звеньев, используемые в модели:

- базовое сопротивление

$$Z_b = \frac{U_{\text{НОМ}}}{I_{\text{НОМ}} \sqrt{3}} = \frac{380}{220 \cdot \sqrt{3}} = 2,1154 \quad (\text{Ом}). \quad (2.1)$$

Сопротивления в цепи статора

$$R_{1b} = R_1 Z_b = 0,103 \cdot Z_b = 0,2179 \quad (2.2)$$

$$X_{1b} = X_1 Z_b = 0,172 \cdot 2,1154 = 0,3638 \quad (2.3)$$

Сопротивления в цепи ротора

$$R_{21b} = R_2 Z_b = 0,237 \cdot 2,1154 = 0,5013 \quad (\text{Ом}), \quad (2.4)$$

$$X_{2b} = X_2 Z_b = 0,366 * 2,1154 = 0,7742 \quad (\text{Ом}). \quad (2.5)$$

Коэффициент обратной связи по току

$$k_t = \frac{U_b}{2 * I_{\text{НОМ}}} = \frac{10}{2 * 220} = 0,0340 \quad (2.6)$$

Коэффициент обратной связи по скорости

$$k_c = \frac{U_b}{\omega_{\text{max}}} = \frac{10}{1000 \frac{\pi}{30}} = 0,1274 \quad (2.7)$$

Коэффициент электромагнитной связи ротора

$$k_2 = \frac{L_m}{L_2} = \frac{0,313}{0,338} = 0,927 \quad (2.8)$$

Постоянная времени ротора

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2} = \frac{0,338}{0,237} = 1,426 \quad (\text{сек}). \quad (2.9)$$

Номинальное потокосцепление

$$\Psi_{\text{НОМ}} = \frac{M_{\text{НОМ}}}{1,5 \sqrt{2} I_{\text{НОМ}} p_{\text{II}} k_2} = \frac{104}{1,5 \sqrt{2} \cdot 220 \cdot 4 \cdot 0,927} = 0,127 \quad (\text{Вб}). \quad (2.10)$$

Коэффициент обратной связи по потокосцеплению

$$k_{\Psi} = \frac{U_b}{\Psi_{\text{НОМ}}} = \frac{10}{0,127} = 78,74 \quad (2.11)$$

Передаточная функция регулятора скорости:

$$W_{\text{РС}}(p) = \frac{J k_t k_{\Psi} (8T_{\mu} p + 1)}{48 T_{\mu}^2 k_C k_2 p_n p} \quad (2.12)$$

Тогда пропорциональная часть РС:

$$W_{\text{РС}}\Pi(p) = \frac{J k_t k_{\Psi}}{6 T_{\mu} k_C k_2 p_n} = \frac{5,7 \cdot 0,034 \cdot 78,74}{6 \cdot 0,001 \cdot 0,1274 \cdot 0,0927 \cdot 4} = 53840 \quad (2.13)$$

Интегральная часть:

$$W_{\text{РС}}\text{И}(p) = \frac{J k_t k_{\Psi}}{48 T_{\mu}^2 k_C k_2 p_n} = \frac{5,7 \cdot 0,034 \cdot 78,74}{48 \cdot 0,001^2 \cdot 0,1274 \cdot 0,0927 \cdot 4} = 6,7 \cdot 10^6$$

Передаточная функция регулятора потокосцепления

$$W_{\text{Р}\Psi}(p) = \frac{k_t (T_2 p + 1)}{4 T_{\mu} k_{\Psi} L_m p} \quad (2.15)$$

Пропорциональная часть регулятора потокосцепления

$$W_{p\psi} \Pi(p) = \frac{k_t T_2}{4T_\mu k_\psi L_m} = \frac{0,034 \cdot 0,0673}{4 \cdot 0,001 \cdot 78,74 \cdot 0,0313} = 0,232 \quad (2.16)$$

Интегральная часть регулятора потокосцепления

$$W_{p\psi} \text{И}(p) = \frac{k_t (T_2 p + 1)}{4T_\mu k_\psi L_m} = \frac{0,034}{4 \cdot 0,001 \cdot 78,74 \cdot 0,0313} = 3,449 \quad (2.17)$$

Расчетные параметры САР используются для программирования преобразователя частоты.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# 3. Исследование динамики электропривода

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

### 3.1. Динамическая модель конвейера

При значительной длине ленты конвейера, как это имеет место в рассматриваемом случае, необходимо учитывать силы упругости, возникающие в несущем органе. Для этого следует исследовать динамические процессы, происходящие при эксплуатации электропривода конвейера, с помощью модели, в которой учтены особенности объекта управления.

При расчетах модель конвейера может быть построена на базе реальной схемы конвейера с учетом следующих допущений:

1. Рассматривается трехмассовая модель конвейера;
2. Распределенные массы груза и ленты приводятся к сосредоточенным масс:

$m_0$  – масса холостого участка конвейера,

$m_p$  – масса рабочего участка конвейера,

$m_{II}$  – масса привода, что приведена к поступательного движения конвейера;

3. Учитываются лишь два ролика – приводной и натяжной;
4. Пренебрегаем существованием природного демпфирования колебаний за счет вязкого трения в упругой связи.

В таком случае расчетная схема для построения динамической модели конвейера будет иметь вид, представленный на рис. 4.1.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

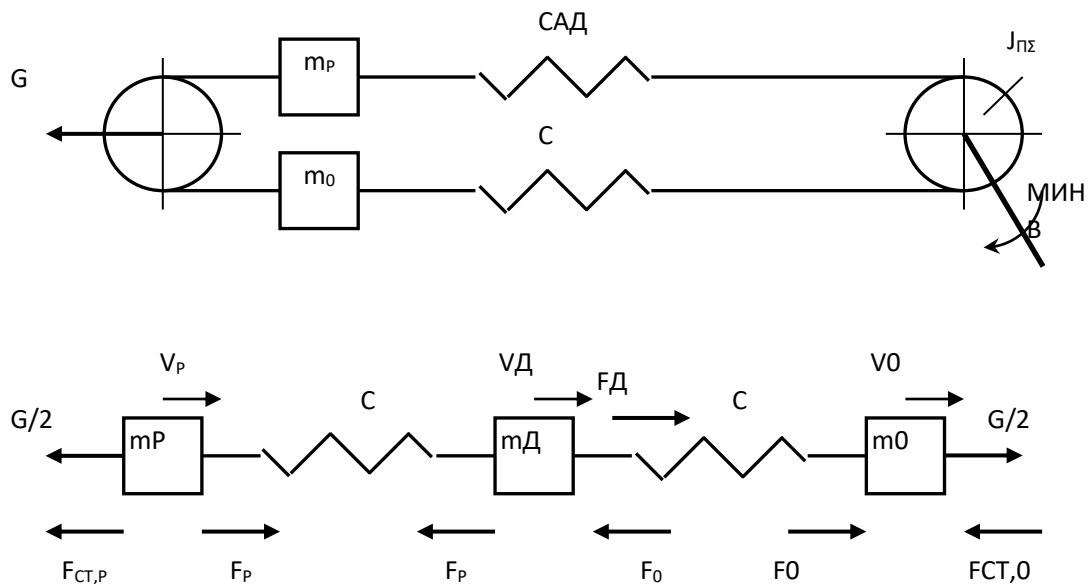


Рис. 4.1. Расчетная схема для построения динамической модели конвейера

Уравнения, соответствующие динамической модели конвейера, имеют вид:

$$\begin{cases} F_{\text{Д}} - F_{\text{П}} - F_0 = m_{\text{Д}} \frac{dV_{\text{Д}}}{dt} \\ F_{\text{П}} - F_{\text{СТ,П}} - G/2 = m_{\text{П}} \frac{dV_{\text{П}}}{dt} \\ F_0 - F_{\text{СТ,0}} + G/2 = m_0 \frac{dV_0}{dt} \end{cases}$$

где:

$F_{\text{Д}}$  – усилие, которое создает двигатель, Н;

$F_{\text{П}}$  – сила упругости между сосредоточенными массами  $m_{\text{П}}$  и  $m_{\text{Д}}$ , Н;

$F_0$  – сила упругости между сосредоточенными массами  $m_0$  та  $m_{\text{Д}}$ , Н;

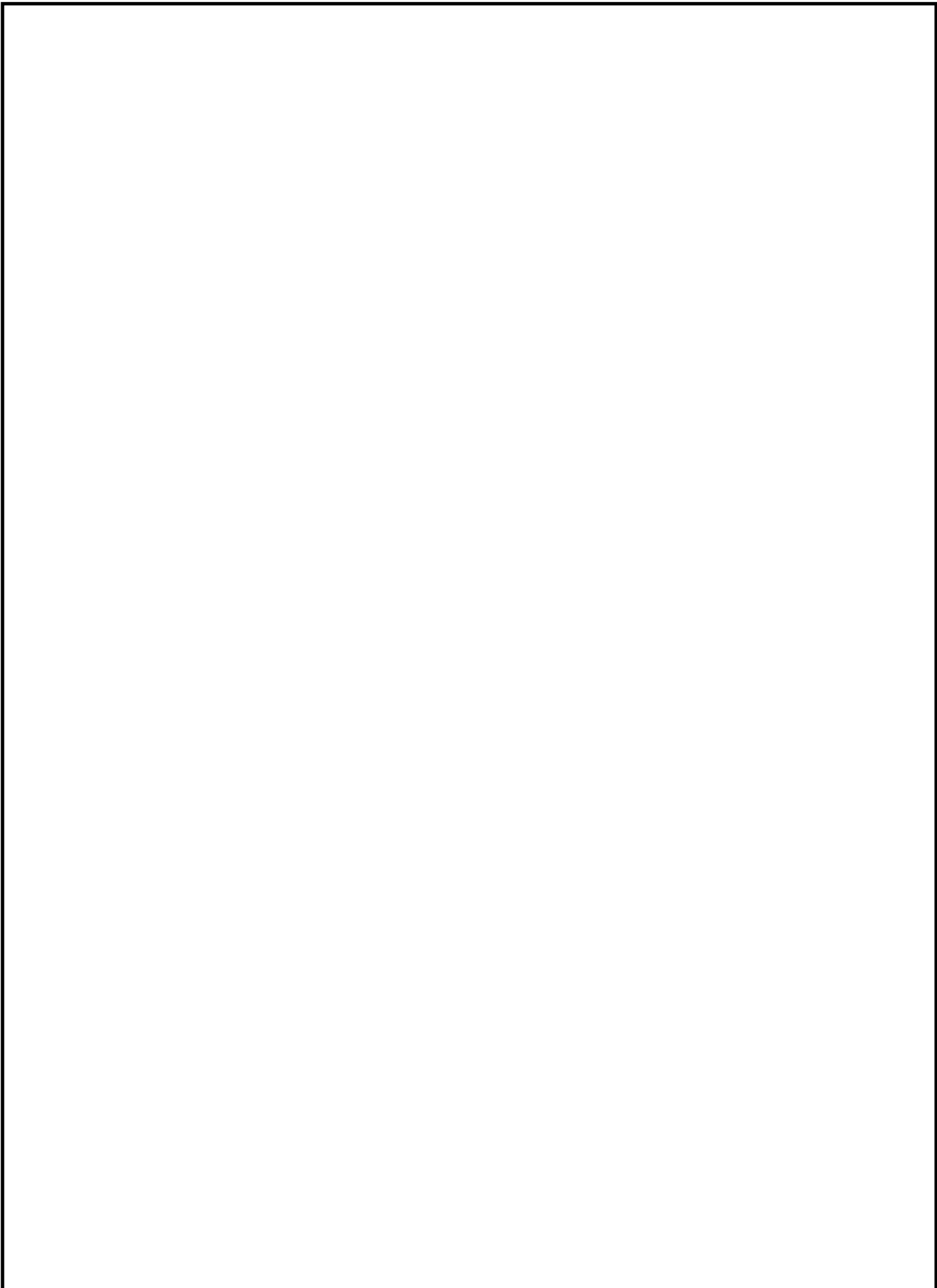
$F_{\text{СТ,П}}$  – статическая нагрузка рабочего участка конвейера, Н;

$F_{\text{СТ,0}}$  – статическая нагрузка холостого участка конвейера, Н;

$V_0, V_{\text{П}}, V_{\text{Д}}$  – линейные скорости соответствующих масс, м/с.

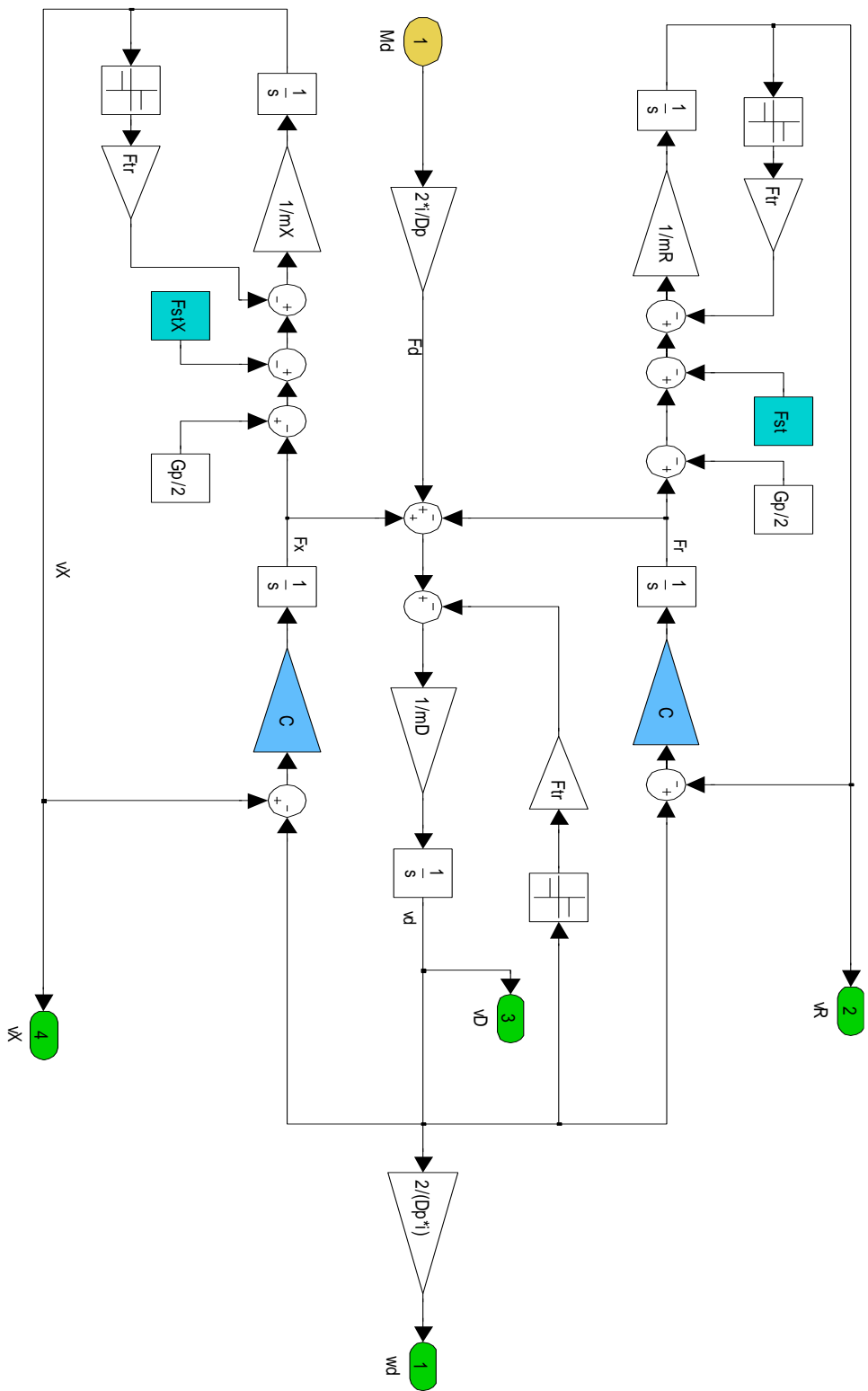






					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						44
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		





Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис. 4.3(в). Реализация модели электропривода конвейера в пакете MATLAB/Simulink® (механическая часть электропривода конвейера с учетом упругостей)

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						47
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3.2 Результаты исследования динамики электропривода

Цель моделирования переходных процессов заключается в оценке качества переходных процессов при пуске и набросе нагрузки на электропривод, оценке устойчивости системы. Кроме того, необходимо подобрать темп задатчика интенсивности, при котором амплитуда колебаний усилий не превышает заданных значений.

Путем моделирования установлено, что при заданном времени ускорения 12 секунд, обеспечивается устойчивый разгон привода конвейера, амплитуды усилий при этом не превышают допустимых значений.

На рис. 3.4 показаны сигналы в электроприводе конвейера при разгоне (составляющие токов, скорость двигателя).

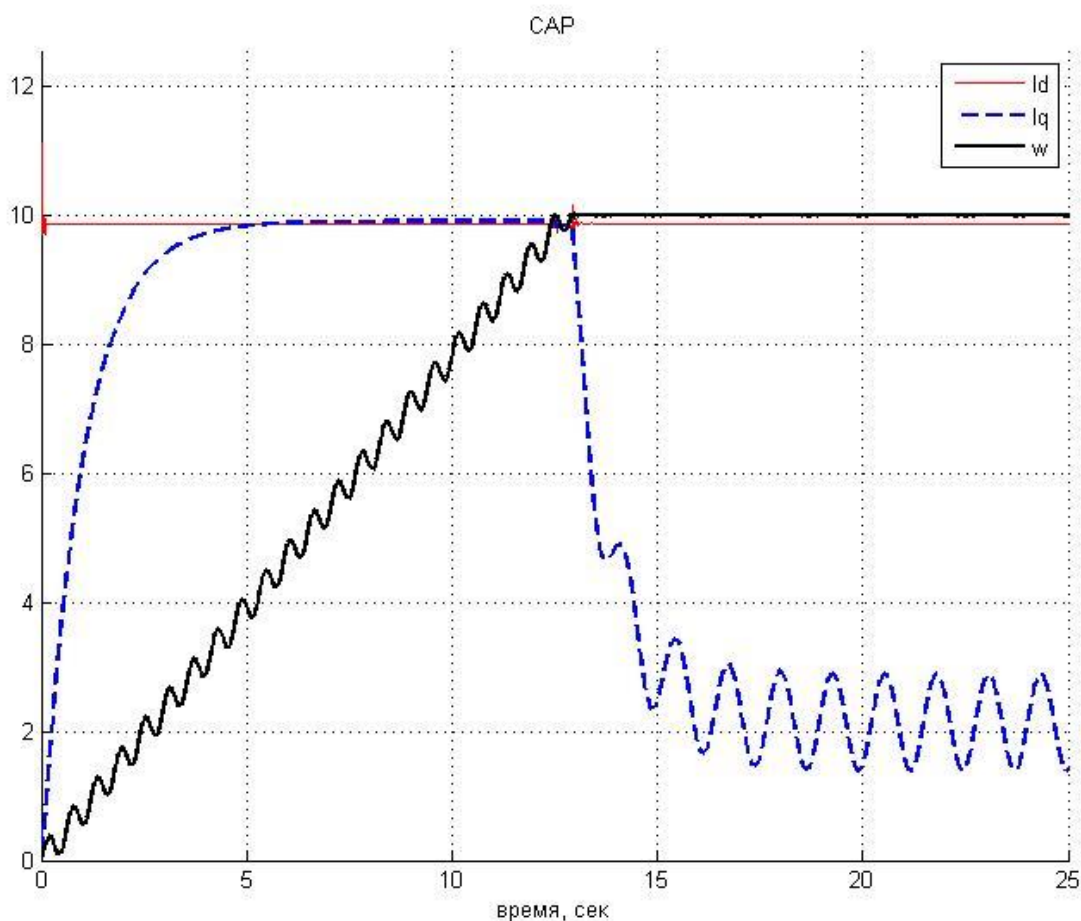


Рис. 4.4. Переходные процессы в электроприводе при пуске под нагрузкой

На рис. 4.5 – 4.7 показаны кривые линейных скоростей отдельных участков ленты во время пуска.

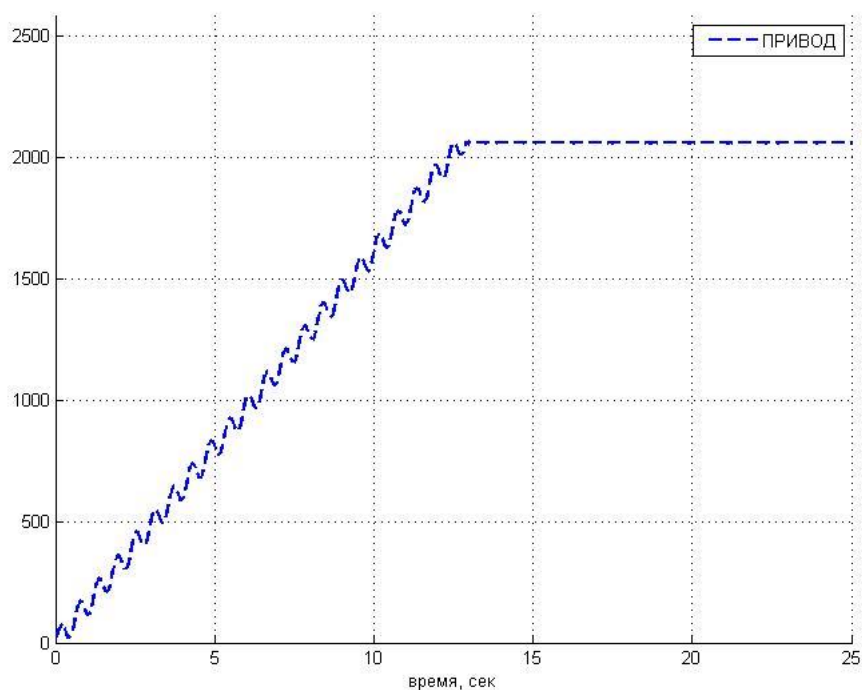


Рис. 4.5. Кривая изменения линейной скорости привода во время разгона.

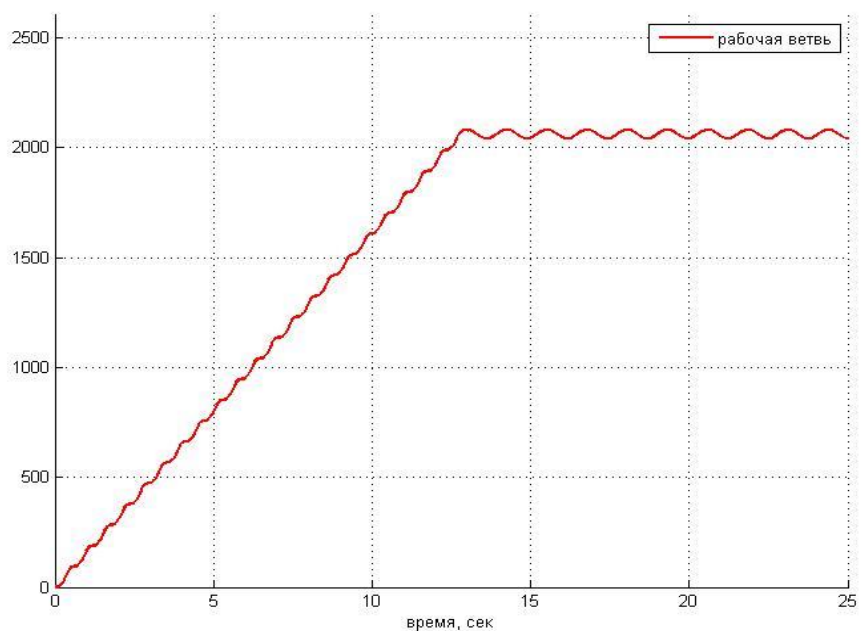


Рис. 4.6. Кривая изменения линейной скорости рабочей ветви

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

во время разгона.

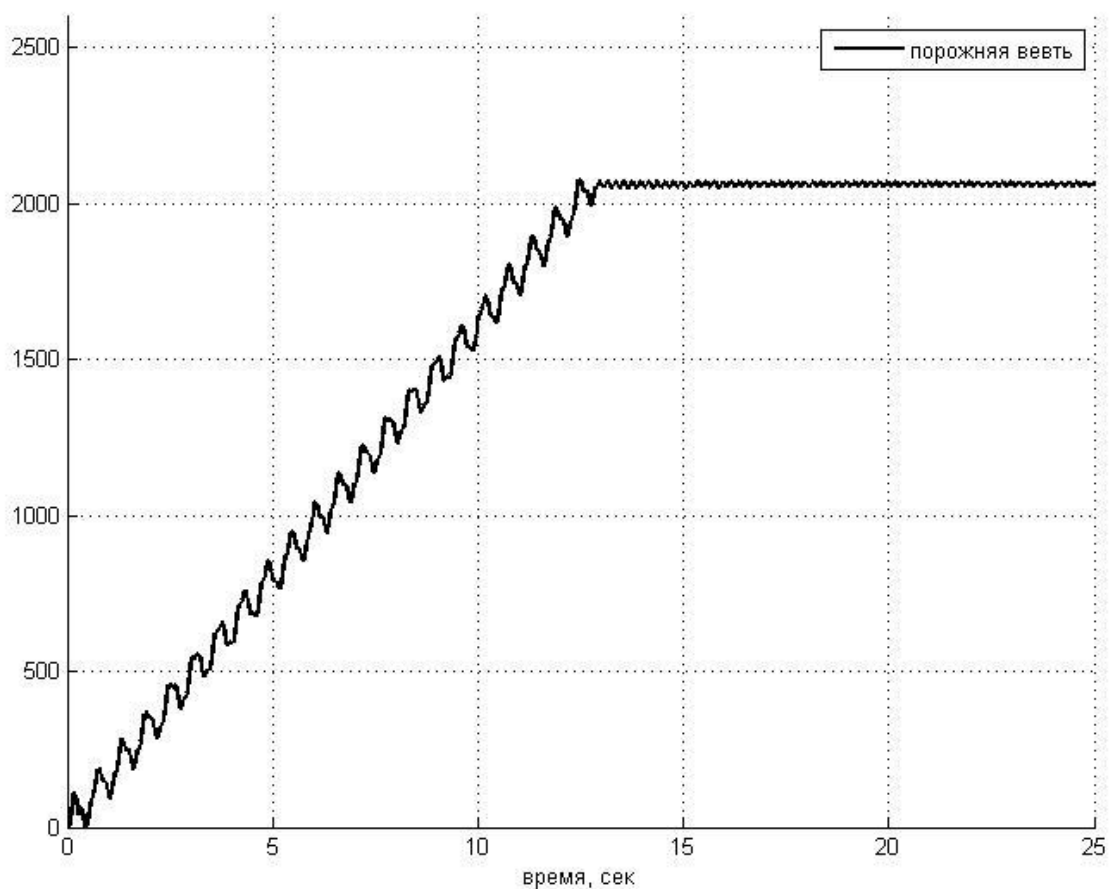


Рис. 4.7. Кривая изменения линейной скорости порожней ветви во время разгона

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

# 4.Охрана труда

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов ленточного конвейера

Ленточный конвейер - сложное транспортное оборудование, состоящее из электрических приводов с заполненными маслом редукторами, электрической аппаратуры управления, пусковой аппаратуры, кабелей, линейного става с большим количеством роликоопор, приводными и натяжными барабанами, гидромуфтами, а также конвейерной ленты, проходящей по всей длине става и, следовательно, по значительной длине горных выработок. В состав конвейерной ленты входят горючие материалы, которые при определенных условиях могут гореть и выделять токсичные продукты.

Анализ пожаров, происшедших в шахтах на ленточных конвейерах, показывает, что загорание конвейерных лент возможно от следующих источников зажигания:

- внешних, образующихся при загорании шахтной деревянной крепи, угля, электрических кабелей или других горючих изделий и веществ, когда в зоне горения находится конвейерная лента;
- возникающих при работе самих конвейеров, в основном от трения ленты на барабанах конвейера, неисправных роликоопорах, металлических конструкциях става конвейера и т.п.

Для прогноза и оценки пожароопасности подземных ленточных конвейеров, определения вероятности возникновения и развития пожара на нем воспользуемся методом системного анализа путем установления логических взаимосвязей между причинами, определяющими возникновение и развитие пожаров на ленточном конвейере, и их последствиями

Так же в соответствии с ГОСТ 12.3.033-84 «Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации» подъемно транспортное оборудование на рабочих могут влиять следующие факторы:

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- движущиеся машины, их рабочие органы и части, а также перемещаемые машинами изделия, конструкции, материалы;
- обрушивающиеся грунты и горные породы; • разрушающиеся конструкции машин;
- повышенная загазованность, запыленность и влажность воздуха рабочей зоны;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);
- повышенная или сниженная температура воздуха на рабочем месте; • повышенная скорость воздуха в рабочей зоне машины; • повышенный уровень вибрации на рабочем месте;
- повышенный уровень шума в рабочей зоне;
- недостаточная видимость рабочей;
- физическая и нервно-психическая перегрузка.

#### **4.2 Меры безопасности при эксплуатации конвейеров**

В местах прохождения конвейеров над проходами, проездами и рабочими местами должны быть устроены ограждения, а также борта. Прочность бортовых и подвесных ограждений должна быть подтверждена расчетом. В местах прохода устанавливается предупредительная надпись "Проход".

Пред пуском конвейера должен автоматически подаваться звуковой предупредительный сигнал, слышимый по всей длине конвейера.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стационарные конвейеры независимо от их длины оснащаются устройством, позволяющим в аварийных случаях остановить конвейер с любого места по его длине.

Барабаны натяжных устройств и приводных механизмов конвейеров имеют сплошное или сеточное ограждение. Ограждение закрывает ленту с боков и сверху на расстояние не менее 1,0 метра от образующей барабана по длине конвейера. Зазор между контуром барабана и контуром ограждения имеет 100 мм.

Для снятия материала, налипшего на барабаны и ленты, предусматриваются специальные очищающие устройства. Очистка барабанов, элеваторов и лент конвейеров вручную допускается только при полной их остановке и обесточивании.

Уборка просыпавшегося материала из-под ленточных конвейеров во время их работы механизирована. Уборка материала вручную допускается только при остановленном конвейере.

На ленточных конвейерах предусмотрены устройства, отключающие привод конвейера при обрыве ленты или канатов натяжных устройств.

Конвейеры, имеющие угол наклона  $10^0$  и более оснащены тормозными устройствами, препятствующими передвижению грузенной ветви ленты в обратном направлении при остановке конвейера.

Зона перемещения подвижных конвейеров (челночных и др.) ограждена кожухами или щитами высотой 1,2 м. Ограждение имеет дверцу для прохода в зону для проведения ремонта при остановленном передвижном конвейере. Предусмотрена блокировка, исключающая открывание дверцы при движущимся конвейере и пуск его при открытой дверце. Колеса передвижных конвейеров укрыты кожухами.

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Вдоль конвейеров, расположенных выше пола 1,5 м и более, устроены проходные мостики шириной 800 мм с ограждением и отбортовкой.

Открытые приемки, где расположены конвейеры, ограждены и защищены сверху сеткой.

При расположении конвейеров с уклоном более  $6^0$  полы галерей и мостиков вдоль конвейеров выполнены такими, что исключается скольжение, и снабжены поперечными планками на расстоянии 0,5 м одна от другой.

Рабочие, обслуживающие станции конвейеров, проходящих вне здания, размещаются в кабинах с размерами, обеспечивающими удобное и безопасное обслуживание механизмов привода. Кабины имеют окна для наблюдения за конвейером.

На раме натяжного устройства установлены буферные упоры, препятствующие падению натяжной тележки в случае обрыва ленты или цепи.

Блоки, канаты и грузы натяжных станций имеют ограждения, исключая возможность несчастных случаев при обрыве троса, ленты или цепи и падения груза. Под грузом нет прохода для людей.

Грузовые и натяжные станции ленточных и цепных конвейеров снабжены предохранительными устройствами, предупреждающими увод ленты или цепи в случае обрыва натяжного груза.

Во избежание травм, нарушения технологического процесса, поломки оборудования во время работы конвейера запрещается устранять скольжение ленты путем подбрасывания соли, канифоли и т.п. между лентой и барабаном, а также натягивать, укреплять, направлять ленту или цепь, переставлять ролики, поддерживающие ленту, становиться на движущуюся ленту или цепь или передвигаться по ним.

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вновь смонтированные или капитально отремонтированные тяговые органы и подвесные захваты цепных конвейеров испытывают под двойной нагрузкой в рабочем состоянии в течение 15 минут.

Места набегания ленты на барабан ленточных конвейеров ограждены.

Допускается одностороннее обслуживание винтовых конвейеров. Ширина прохода составляет 0,8 м. Питатели винтовых конвейеров располагаются выше пола на 0,7 м и ограждены решеткой.

При перемещении пылящих материалов крышки винтовых конвейеров герметизированы, а при невозможности достижения достаточной герметизации – подключены к аспирационной установке.

Для отбора проб транспортируемого материала винтовой конвейер имеет специальное приспособление. Отбор проб вручную должен производиться после останова конвейера. В случае отбора проб вручную крышка люка блокирована с пусковым устройством винтового конвейера.

При задевании винтовых лопастей за стенки или дно желоба винтовой конвейер должен быть остановлен.

Во избежание травм, нарушения технологического процесса, поломки оборудования во время работы винтового конвейера запрещается снимать крышку, проталкивать материал для устранения скопления его у подвесных подшипников, извлекать руками из желоба случайно попавшие предметы, очищать конвейер от прилипшего материала.

#### **4.3 Расчет зануления для двигателя конвейера питателя**

Зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (между фазным и нулевым проводником) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и автоматически отключит поврежденное электрооборудование от питающей сети. В качестве отключающих аппаратов могут быть использованы плавкие предохранители, автоматические выключатели, магнитные пускатели и т.д. Необходимо также отметить, что с момента возникновения аварии (замыкания на корпус) до момента автоматического отключения поврежденного оборудования от сети имеется небольшой промежуток времени, в течение которого прикосновение к корпусу опасно, так как корпус находится под напряжением  $U_{\phi}$  (рисунок 11.1) и отключение его от сети еще не произошло. В этот период сказывается защитная функция заземления корпуса оборудования через нулевой защитный проводник.

Из рис. видно, что схема зануления требует наличия в сети следующих элементов: нулевого защитного проводника, глухого заземления нейтрали источника тока, повторного заземления нулевого защитного проводника.

Нулевой защитный проводник предназначен для обеспечения необходимого отключения установки значения тока путем создания для этого тока цепи с малым сопротивлением.

Назначение заземления нейтрали – снижение напряжения зануленных корпусов относительно земли до безопасного значения при замыкании фазы на землю.

Назначение повторного заземления нулевого защитного проводника – снижение напряжения ба корпус относительно земли при замыкании фазы на корпус в случае исправной схемы и в случае обрыва нулевого защитного проводника.

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

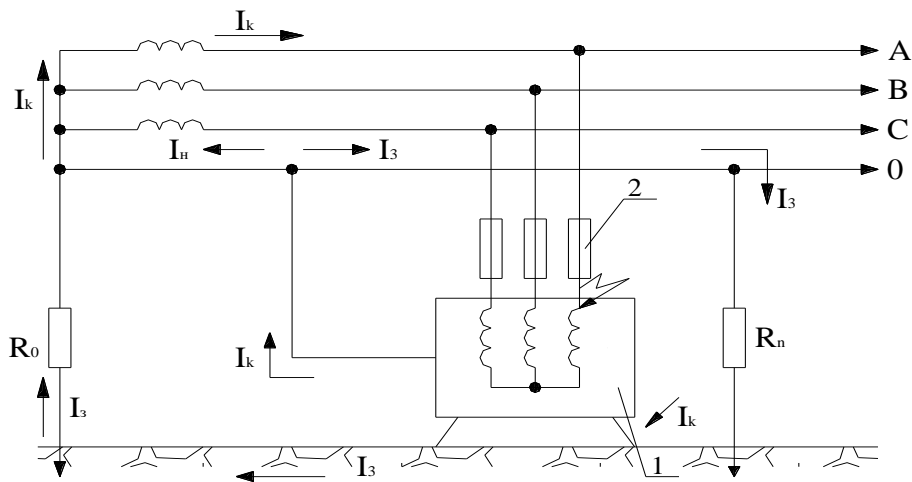


Рисунок 11.1 – Схема зануления

1-корпус; 2-аппараты защиты от токов к.з.;  $R_0$ -сопротивление заземления нейтрали источника тока;  $I_k$ -ток короткого замыкания;  $I_n$ -часть тока короткого замыкания, протекающая через нулевой проводник;  $I_з$ -часть тока короткого, протекающая через землю; 0-нулевой защитный проводник.

Согласно ПУЭ в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухо-заземленной нейтралью сопротивление заземляющего устройства  $R_0$ , к которому присоединены нейтрали генераторов или трансформаторов, или выводов источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 4 Ом при линейном напряжении сети  $U_{л}=380$  В.

Общее сопротивление растеканию заземлителей (в том числе естественных) всех повторных заземлений нулевого рабочего провода каждой линии в любое время года должно быть не более величины  $R_n=30$  Ом при линейном напряжении  $U_{л}=380$  В.

Область применения зануления:

1) трехфазные четырех проводные сети напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- 2) сети постоянного тока, если средняя точка источника заземлена;
- 3) однофазные сети переменного тока с заземленным выводом.

Рассчитаем наименьшее допустимое значение тока  $I_{ki}$  короткого замыкания, при котором произойдет срабатывание защиты и поврежденное оборудование отключится от сети:

$$I_{ki} = k \cdot I_{ном}, \quad (6.2.1.)$$

где  $I_{ном}$  – ток срабатывания автоматического выключателя,  $I_{ном}=22,3$  А;

$k$  – коэффициент кратности тока,  $k=1,25$ .

$$I_{ki} = 1,25 \cdot 22,3 = 31,2 \text{ А}.$$

Определим полное сопротивление петли "фаза–ноль":

$$Z_n = \sqrt{(R_\phi + R_{н.з})^2 + (X_\phi + X_{н.з.} + X_n)^2}, \quad (6.2.2.)$$

где  $R_\phi$ ,  $R_{н.з.}$  – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников;

$X_\phi$ ,  $X_{н.з.}$  – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников;

$X_n$  – внешнее индуктивное сопротивление петли "фаза–ноль",  $X_n=0,02$  Ом.

$$Z_n = \sqrt{(0,9 + 0,308)^2 + (0,00312 + 0,184 + 0,02)^2} = 1,226 \text{ Ом}.$$

Действительное значение тока однофазного короткого замыкания, проходящего в схеме в аварийном режиме:

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_T}{3} + Z_n}, \quad (6.2.3)$$

где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение;

$Z_n$  – полное сопротивление петли "фаза–ноль";

$Z_T$  – полное сопротивление трансформатора, в соответствии с таблицей приложения 5 [25]  $Z_T=1,237$  Ом.

$$I_{к.з.} = \frac{220}{\frac{1,237}{3} + 1,226} = 134,2 \text{ А}.$$

Сравним действительное (вычисленное) значение тока однофазного короткого замыкания  $I_{к2}$  с наименьшим допустимым по условиям срабатывания защиты током  $I_{к1}$ .

$$I_{к2} \geq I_{к1}. \quad (6.2.4.)$$

$$134,2 \geq 31,2.$$

Таким образом, отключающая способность системы зануления обеспечена.

#### 4.4. Пожарная профилактика

При эксплуатации топливоподачи должны выполняться требования:

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Правил охраны труда при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций, тепловых сетей и теплоиспользующих установок», «Правил взрывопожаробезопасности топливоподачи электростанций», «Правил пожарной безопасности в компаниях, на предприятиях и в организациях энергетической отрасли Украины».

По окончании проводимых в помещениях топливоподачи ремонтных работ с применением сварки должны быть обеспечены контроль за противопожарным состоянием участка в течение 5 часов.

При выявлении в помещениях топливоподачи признаков возгорания (запаха или дыма) или обнаружении очагов возгорания следует немедленно сообщить об этом мотористу на ЩУТ и начальнику смены цеха, принять меры к выявлению очага возгорания и приступить к его ликвидации, имеющимися средствами пожаротушения.

Каждый случай появления у персонала, находящегося на бункерной галерее электростанции недомогания (головокружение, тошнота и т.п.), должен рассматриваться как сигнал о возможной загазованности.

При опасности возникновения несчастного случая персонал, находящийся вблизи, должен принять меры по его предупреждению (остановить соответствующий механизм кнопкой или с помощью аварийного тросика, снять напряжение, оградить опасную зону).

При несчастном случае следует оказать первую помощь пострадавшему, вызвать начальника смены цеха или руководителя ремонтных работ и в дальнейшем действовать по его указанию.

При загорании электродвигателей:

- отключить немедленно механизм;

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сообщить начальнику смены и потребовать снятия напряжения с электросхемы двигателя;

- приступить к тушению электродвигателя.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Загорание электродвигателей следует тушить углекислотным и порошковым огнетушителем, закрытием брезентом.

Тушить можно и водой: ствол должен быть заземлен, работник должен быть в диэлектрических ботах и диэлектрических перчатках.

#### **4.5 Действие персонала при аварийных ситуациях**

Аварийной ситуацией на топливоподаче является выход из строя оборудования или другие обстоятельства (поступление чрезмерно смерзшегося угля или влажного топлива, затопление, пожар и т.п.), при которых прекращается, значительно снижается или создаются перебои в снабжении топливом котлов, а также создается угроза безопасности персонала или повреждения оборудования.

Топливоподача или отдельный ее механизм дистанционно или персоналом, обслуживающим конвейеры должны быть немедленно остановлены в следующих случаях:

- разрыв ленты конвейера, разрез ленты, угрожающий ее разрывом или большими просыпаниями топлива;

- попадание крупных, опасных для ПСУ и мельниц, посторонних предметов (бревна, доски, порода, лом и т.п.) на ленту конвейера, заклинивание их между лентой и металлоконструкциями конвейеров или барабаном, в воронках и т.д.;

- обрыв канатов натяжного устройства или сход тележки с рельсов;

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- чрезмерный сход ленты конвейера в сторону, угрожающий повреждениям ленты и сбросом с нее топлива;

- появление резкого стука в редукторе, указывающего на поломку зубьев зубчатых колес или подшипников;

- значительный перегрев подшипников редукторов;

- появление запаха гари или дыма из электродвигателя;

- угроза завала топливом последующего механизма;

- обнаружение пожара;

- несчастный случай с людьми или угроза несчастного случая, связанного с оборудованием.

4.3. Лицо, остановившее механизм, должно немедленно известить моториста ЩУТ. Моторист, не получивший извещения о причине аварийной остановки механизма, обязан принять меры к немедленному выявлению причин останова и известить начальника смены цеха.

4.4. При возникновении аварийной ситуации дежурный персонал обязан принять меры к восстановлению нормального режима топливообеспечения котлов, используя резервное оборудование и возможные технологические связи, ликвидировать аварию своими силами или дополнительно вызванным специализированным персоналом.

4.5. Об аварийной ситуации немедленно извещается начальник смены электростанции и начальник цеха.

Ликвидацией аварий на топливоподаче руководит начальник смены ТТЦ.

Дежурный слесарь является его помощником. Местонахождение начальника смены должно быть постоянно известно мотористу ЩУТ, через которого осуществляется вся связь.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6. Руководитель ликвидации аварии имеет право вызова, при необходимости, любого работника цеха. Работники других цехов вызываются через начальника смены электростанции. В распоряжении начальника смены цеха должны иметься списки персонала цеха с адресами и телефонами.

При останове топливоподачи или отдельного механизма (питателя, конвейера) под нагрузкой:

- перевести ключ управления в положение "0";
- выяснить по табло аварийной сигнализации и сигнальным реле (блинкерам) причину останова;
- принять меры к устранению причины, приведшей к останову, силами дежурного оперативного персонала или дополнительно вызванным специализированным персоналом.

После устранения неисправностей произвести пробный пуск оборудования по месту или дистанционно в присутствии начальника смены цеха.

При отсутствии неполадок во время пробного пуска переходить на рабочий режим.

При обнаружении неисправного тормоза на работающем наклонном конвейере;

- прекратить подачу топлива на конвейер;
- освободить конвейер от топлива и затем остановить его;
- принять меры к устранению неисправности тормоза.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Не допускать останов такого конвейера под нагрузкой во избежание обратного хода грузовой ленты и завала нижней части галереи топливом.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.9. При поступлении чрезмерно влажного топлива и появления опасности забивания, замазывания механизмов и прекращения в связи с этим подачи топлива:

- производить подачу топлива с минимально возможной загрузкой оборудования;

- чаще использовать резервное оборудование и останов работающего для его очистки;

- установить наблюдение за состоянием очистных устройств конвейеров и другого оборудования;

- предупредить персонал котлотурбинного цеха о поступлении влажного топлива и возможности его зависания в БСУ.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. Техничко-экономическое обоснование

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.1 Вступление в раздел

В данном дипломном проекте рассматривается расчет ленточного конвейера в условиях Приднепровской ТЭС, который предназначен для транспортировки угля.

Обобщение опыта эксплуатации конвейера показало, что существующий асинхронный привод с применением релейно-контакторной схемы запуска и жёсткой натяжной станцией не удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к конкретным установкам, в части обеспечения требуемых пуско-тормозных режимов, динамики тягового органа, оптимального использования тяговых возможностей привода и поддержания требуемого натяжения.

Для технической проверки конвейера в дипломном проекте был выбран, новый двигатель, установлен и налажен частотный преобразователь, обоснованный выбор электродвигателя и частотного преобразователя.

В технико-экономическом обосновании нужно определить:

- капитальные затраты на приобретение, доставку, монтаж и наладку электротехнического оборудования.
- Годовые эксплуатационные расходы объекта проектирования.
- 

## 7.2 Расчет капитальных затрат

Капитальные вложения - это средства, предназначенные для создания и приобретения основных фондов и нематериальных активов, подлежащих амортизации.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При определении величины проектных капиталовложений можно воспользоваться формулой:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}} \left( \sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{дм}} + Z_{\text{н}} \quad (7.1)$$

$$K_{\text{об}} \left( \sum_{i=1}^k C_i \right) = 92\,930 \text{ грн. суммарная стоимость комплектующих изделий,}$$

необходимых для реализации принятого технического решения;

Расходы на приобретение технических средств и комплектующих изделий представлены в виде возведения капитальных расходов в таблице 7.1

Таблица 7.1

Сведения капитальных затрат

П/п	Наименование технических средств (Комплектующих изделий)	Кол-во	Цена за единицу, грн	Сумма, грн.	Обоснование
1	Двигатель АКНЗ-2-15-57-8УЗ	1	180 000	180 000	<a href="https://www.avito.ru/vyshniy_volohhek/remont_i_stroitelstvo/elektrovigatel_asinhronn">https://www.avito.ru/vyshniy_volohhek/remont_i_stroitelstvo/elektrovigatel_asinhronn</a>

2	Частотный преобразователь Vacon NXP серии NXP 0820 6 A 0 N 0 SSA	1	20 920	20 920	<a href="http://fct.com.ua/schneider-electric-altivar-71-atv71e5d11n4-11-kvt-380-v.html">http://fct.com.ua/schneider-electric-altivar-71-atv71e5d11n4-11-kvt-380-v.html</a> тел. 067-588-85-68
	Всего			200 920	

$Z_{\text{тзс}} = 5000$  грн – транспортные расходы на доставку оборудования от поставщика на предприятие. С учетом габаритов и массы внедряемого оборудования.

Стоимость транспортно - заготовительных расходов привода по данным службы перевозок «Новая Почта» за доставку посылки весом 700 кг, габаритами 150x70x70 см на расстояние 273 км составит:

$$Z_{\text{тзз1}} = 3000 \text{ грн}$$

Стоимость транспортно - заготовительных расходов привода по данным службы перевозок «Новая Почта» за доставку посылки весом 100 кг, на расстояние 494 км составит:

$$Z_{\text{тзз2}} = 2000 \text{ грн}$$

Расходы на монтажные ( $Z_{\text{м}}$ ) работы можно определить следующим образом:

$$Z_{\text{м}} = \sum (Ч \cdot a \cdot t) \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{пр}} =$$

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$(12 \cdot 26,63 \cdot 180) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,05 = 81052 \text{ грн} \quad (7.2)$$

Где: Ч = 12 чел. - Численность электрослесарей V разряда, необходимых для выполнения определенного объема монтажных работ;

a = 26,63 грн. часовая тарифная ставка подземного электрослесаря V разряда;

t=180 часов, время необходимое для выполнения монтажных работ

$K_d = 1,1$  – коэффициент, учитывающий размер доплат;

$K_{см} = 1,22$  коэффициент, учитывающий отчисления на социальные мероприятия;

$K_{пр} = 1,05$  коэффициент, учитывающий прочие расходы;

Расходы на наладочные работы можно определить следующим образом:

$$З_n = \sum(Ч \cdot a \cdot t) \cdot K_d \cdot K_{см} \cdot K_{пр} \quad (7.3)$$

$$З_n = (3 \cdot 30,95 \cdot 24) \cdot 1,1 \cdot 1,22 \cdot 1,05 = 3140 \text{ грн}$$

где Ч = 3 чел. численность электрослесарей VI разряда, необходимых для выполнения определенного объема наладочных работ;

a = 30,95 грн. часовая тарифная ставка электрослесаря VI разряда;

t = 24 часов, время, необходимое для выполнения наладочных работ;

Цф = 0, т.к. не можем точно определить ликвидационную стоимость

Расчет проектных капиталовложений:

$$K_{пр} = 200\,920 + 5000 + 81052 + 3140 = 290\,112 \text{ грн} \quad (7.4)$$

Данные для затрат на демонтаж, наладочные и монтажные работы приведены согласно «Временным правилам определяющим стоимость работ по ремонту и наладке энергетического, электрического и электротехнического

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



оборудования предприятий, подчиненных Министерству промышленной политики Украины» по состоянию на 01.05.2016

### 7.3. Расчет эксплуатационных расходов

Годовые эксплуатационные расходы рассчитываются по формуле и включают:

$$C = C_a + C_3 + C_c + C_T + C_э + C_{пр} \quad (3.1)$$

- амортизационные отчисления ( $C_a$ );
- заработная плата обслуживающего персонала ( $C_3$ );
- отчисления на социальные мероприятия от заработной платы ( $C_c$ );
- затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования ( $C_T$ );
- стоимость электроэнергии, потребляемой объектом проектирования ( $C_э$ );
- прочие эксплуатационные расходы ( $C_{пр}$ ).

#### 7.3.1. Расчёт амортизационных отчислений

Годовой фонд амортизационных отчислений определяется в процентах от суммы капитальных затрат по видам основных фондов и нематериальных активов по разделам возведения капитальных затрат.

Расчитаем норму амортизации по методу уменьшения остаточной стоимости 5 лет 20 % соответственно с законодательством Украины

Тогда годовые амортизационные отчисления АО по прямолинейному методу:

$$AO = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} = \frac{290\,112 \cdot 20}{100} = 58\,184 \text{ грн} \quad (3.1.1)$$

$\Phi_n$  – первоначальная стоимость объекта основных средств;

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_a - 20\%$

### 7.3.2. Расчет стоимости потребленной электроэнергии

Стоимость электроэнергии, потребляемой объектом проектирования в течение года, определяется исходя из его установленной мощности и годового фонда рабочего времени объекта проектирования по формуле

Для предприятия I класса тарифная ставка по электроэнергии составляет 1,86 грн./кВт · ч., с учетом НДС

$$W_r = T_{\phi} \cdot P = 4088 \cdot 400 = 1638281 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (7.3.2)$$

где  $P$  – потребляемая мощность., кВтч.

$$C_{\text{э}} = W_r \cdot C_{\text{э}} \cdot K_{\text{инт}} = 843,75 \cdot 1,86 \cdot 0,6 = 1832653 \text{ грн} \quad (7.3.3)$$

где  $W_r$  - количество потребленной за год электроэнергии, кВтч;

$C_{\text{э}}$  - тариф на электроэнергию по состоянию на конкретную дату, грн/кВтч.

$K_{\text{инт}} = 0,6$  - интегральный коэффициент использования мощности (доля рабочего времени, когда двигатели потребляют электроэнергию, определяется исходя из требуемой производительности агрегата).

### 7.3.3. Расходы на техобслуживание агрегата

Годовые расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт электротехнического оборудования включают затраты на материалы, запасные части, заработную плату ремонтным рабочим и т.д.

Принимаем годовые расходы на техническое обслуживание равным 4% от стоимости конвейера:

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\text{зп}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^n C_i) \cdot 0.04 = 290\,112 \cdot 0.04 = 11\,636 \text{ грн} \quad (7.3.4)$$

### 7.3.4. Расчет стоимости на единый социальный налог

В 2017 году единый социальный налог составляет 22% от фонда оплаты труда обслуживающего персонала.

Определено законом Украины от 21 декабря 2016 № 1801-VIII "О Государственном бюджете Украины на 2017 год» (далее - Закон № 1801) определено

$$Z_{\text{св}} = C_{\text{осн}} \cdot 22\% = 419\,172 \cdot 22\% = 99\,098 \text{ грн} \quad (7.3.5)$$

### 7.3.5. Расчет общих расходов

Прочие расходы по эксплуатации объекта включают затраты по охране труда, на спецодежду и прочее. Согласно практике, прочие расходы определяются в размере 4% от годового фонда заработной платы обслуживающего персонала.

$$C_{\text{пр}} = C_3 + Z_{\text{св}} \cdot 4\% = 419\,172 \cdot 4\% = 16\,290 \text{ грн} \quad (7.3.9)$$

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 7.3.6. Расчет годовых эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы - это текущие расходы на эксплуатацию и обслуживание объекта проектирования в год, выраженные в денежной форме. Результаты расчета эксплуатационных расходов сводим в таблицу 7.3

Таблица 7.3. Годовые эксплуатационные расходы

п/п	Наименование статей расходов	Сумма затрат, грн.
1	Капитальные расходы	290 112
2	Амортизационные отчисления 20% от кап. расходов	58 184
3	Расходы на техобслуживание	11 636
4	Стоимость потребляемой энергии	1648281
5	Расходы на заработную плату	419 172
6	Расходы на социальные отчисления 22% от расходов на зар.плату	99 098
7	Расходы вспомогательные материалы	16 290
8	Всего	<b>2539081</b>

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

# ВЫВОД

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачей дипломного проекта была разработка и модернизация автоматизированного электропривода для ленточного конвейера в условиях приднипровской ТЭС. Вопросы модернизации предполагали использование последних достижений в области автоматизированного привода переменного тока.

Для решения поставленной задачи в проекте выполнен анализ технологической утановки с точки зрения определений нагрузочных диаграмм и условий работы установки в целом. Такие данные использованы для расчета рациональной величины мощности электродвигателя и его системы управления. На основании полученных результатов выполнен обоснованный выбор электродвигателя и подходящей к нему комплектной системы управления.

Проверку правильности выполненного проекта осуществлено путем математического моделирования динамической модели электропривода в среде программного продукта МАТЛАБ компоненты СИМУЛИНК.

Результаты оценки полученных переходных процессов подтверждают работоспособность и качество отработки задания спроектированного электропривода.

В проекте также решались задачи охраны труда и объемов затрат на реализацию предлагаемого технического решения.

Раздел охраны труда характеризует производственную обстановку на предмет выявления вредных и опасных факторов влияния на работу оборудования и персонала. Исходя из приведенной характеристики сформулированное инженерное предложение по минимизации влияние выявленных факторов.

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затратная часть проекта осуществлялась путем оценки сметной стоимости на все составляющие выполняемых работ и оборудования. Принимая во внимание использование новых технологий и возможность повышения надежности системы электропривода и повышение качества выпускаемой продукции, объемы затрат на обновление можно считать оправданными.

Опыт комплекса выполненных работ позволяет сделать следующие суммарные выводы. При всех положительных качествах электропривода ленточного конвейера в условиях приднепровской ТЭС, электрический привод все же лучше при решении соответствующей технологической задачи

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Список использованной литературы:

					БИТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Список использованной литературы:

1. Яуре А.Г. Крановий довідник. Москва 1988.
2. Чиликин М, Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. — 6-е изд, доп. и перераб. — М.: Энергоиздат, 1981. — 576 с.
3. Техническая документация по конвейеру.
4. Ильинский Н.Ф. Электропривод вчера, сегодня, завтра // Приводная техника. —1997. —№6. — С. 6–9.
5. С.Г. Герман-Галкин Компьютерное моделирование.
6. Техническая документация на частотный перетворювач Vacon NXP /Завод-изготовитель
7. Техническая документация на двигатель АКНЗ-2-15-57-8УЗ.
8. Колб А. Колб А. Теорія електроприводу: навчальний посібник: національний гірничий університет, 2011.-565с.
9. Парфенов Е.М. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры /Е.М. Парфенов, Камышная Э.Н. — Москва: Наука и связь. — 1989.-
17. Економіка та організація виробництва: [Підручник] /за ред. В.Г. Герасимчука, - К.: Знання, 2007. — 326 с.
18. Гриньова В.М., Салун М.М. Організація виробництва: [Підручник]/ Гриньова В.М., Салун М.М. — К.: Знання, - 2009. — 405 с.
19. Бойчик І.М. Економіка підприємства: [Навчальний посібник] / Київ: Атіка. - 2004. — 480 с.

					БІТ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		