

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление обучения 140604 Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

УДК 62-83:621.867.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7101	Мадияров Даниёр Анварович		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Воронина Наталья Алексеевна	Кандидат технических наук.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
кафедра электропривода и электрооборудования	Дементьев Юрий Николаевич	Кандидат технических наук, доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление обучения 140604 Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Дементьев Ю.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы**

В форме:

Дипломной работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-7101	Мадияров Даниёр Анварович

Тема работы:

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.03.2016г. № 2399/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)

АО «Алмалыкский ГМК»
Теплоэлектростанция;
Асинхронный электропривод ленточного конвейера.
- Режим работы – продолжительный;
- Вид сырья – уголь;
- Обеспечение регулирования скорости

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

- Изучить технологический процесс;
- Выбрать приводного двигателя; преобразователя частоты,
- Рассчитать механические и электромеханические характеристики электродвигателя;
- Разработать имитационную модель электропривода;
- Исследовать переходные процессы в

	основных режимах работы.
Перечень графического материала:	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:	
Раздел	Консультант
	Воронина Наталья Алексеевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Названия разделов:	
Описание технологического процесса	
Выбор элементов и расчет параметров силового канала электропривода	
Имитационное моделирование асинхронного частотно-регулируемого электропривода	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Воронина Наталья Алексеевна	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7101	Мадияров Даниёр Анварович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Группа	ФИО
3-7101	Мадияров Даниёр Анварович

Институт	Институт электронного обучения (ИЭО)	Кафедра	
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов проектной работы: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- Заказчиком проекта является АО «Алмалыкский ГМК» - Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 520 тыс. рублей, - В реализации проекта задействованы 3 человек: руководитель проекта, инженер-наладчик, электромонтер;
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- Проект выполняется в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность» В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Отчисления во внебюджетные фонды - 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проектной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- Инициализация проекта и его технико-экономическое обоснование, - Потенциальные потребители результатов НТП, - Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
2. <i>Планирование и формирование бюджета проектной работы</i>	- Планирование научно-исследовательских работ, - Планирования пусконаладочных работ, - Состав бригады для проведения ПНР, - Расчет бюджета проекта по внедрению частотного электропривода, - Смета затрат на ПНР, - Расчет расходов при эксплуатации электропривода (стоимости силовой электроэнергии), - Расчет амортизационных отчислений, - Заработная плата обслуживающего персонала, - Общая сумма эксплуатационных расходов
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности исследования, - Интегральный финансовый показатель, - Интегральный показатель ресурсоэффективности, - Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта,
2. Смета затрат

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7101	Мадияров Д.А.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
З-7101	Мадияров Даниёр Анварович

Институт	Институт электронного обучения (ИЭО)	Кафедра	
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i> - <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> - <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> - <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i> 	<p>- Описание рабочего места электромонтера Рабочая площадка находится в помещении. Основное рабочее оборудование – электроприводы переменного тока.</p> <p>- Физические вредные факторы: повышения уровня шума, повышения уровня вибрации, превышение электромагнитных излучений;</p> <p>- Физические опасные факторы: электрический ток; движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; статическое электричество.</p> <p>- Негативное влияние на окружающую среду: бытовые отходы.</p> <p>- Чрезвычайные ситуации: пожар.</p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.</i></p>	<p>ГОСТ 12.2.003-91 – 92; ГОСТ 12.1.019; ГОСТ 12.3.009-76 – 77; Р 2.2.2006 – 05; ТК; ПУЭ; ПЭЭП</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> - <i>действие фактора на организм человека;</i> - <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ).</i> 	<p>- Анализ опасных и вредных производственных факторов;</p> <p>- Факторы, определяющие исход поражения</p>
--	---

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в том числе, статическое электричество, – источники, средства защиты); - вредные производственные факторы. 	<ul style="list-style-type: none"> - Электробезопасность; - механические травмы; - производственная санитария; - шум и вибрации; - микроклимат на рабочем месте; - освещение рабочего места, расчет искусственного освещения; - пожарная безопасность; - Огнетушители
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы). 	<ul style="list-style-type: none"> - охрана окружающей среды; - загрязнение атмосферы; - основные мероприятия по защите окружающей среды.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; 	<ul style="list-style-type: none"> - Чрезвычайные ситуации;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7101	Мадияров Даниёр Анварович		

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: ЛЕНТОЧНЫЙ КОНВЕЙЕР, ЧАСТОТНО–РЕГУЛИРУЕМЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА; СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

Объектом проектирования является частотно–регулируемый электропривод переменного тока.

Цель работы : Обеспечить регулирование скорости в пределах 500 – 1000 об/мин, обеспечить кратность перегрузки по моменту не менее 2, обеспечить плавность пуска и остановки.

В выпускной квалификационной работе был сделан расчет и выбор приводного двигателя; Преобразователь частоты, а также определения параметров главной цепи. Выбор метода управления, разработанных механических и электромеханических характеристик. Метод компьютерного моделирования исследованы переходные процессы в основных режимах работы. В экономике рассчитаны оценки для ввода в эксплуатацию привода конвейера ленточного. В безопасности и средств к существованию вопросам охраны здоровья и безопасности. Анализируются опасные и вредные факторы производства. Выпускная квалификационная работа выполняется в текстовом редакторе, Microsoft Word 2003 на белой бумаге формата А4 с использованием программы MathCAD 14, пакет MATLAB R2007b- Simulink, Microsoft Visio 2007.

ВВЕДЕНИЕ

Современный привод электрический переменного тока включает в себя преобразователь частоты с цепи постоянного тока и инвертор с широтно-импульсной модуляцией. В настоящее время широко используются преобразователи частоты с независимыми инверторами напряжения.

Используется источник питания 3-фазного переменного тока, то эта часть преобразователя частоты является частью контролируемой 3-фазный или неконтролируемым выпрямителя. Преобразователь частоты встроен электрическую систему управления с микропроцессорным управлением и внешним интерфейсом, что обеспечивает более широкие возможности для практического применения пользователем. Установить существующие аппаратные средства во встроенном программном обеспечении может реализовать функцию различных параметров очень простых систем для сложных замкнутых систем управления частотой вращения обеспечивающими большую возможности практического применения для пользователя.

Набор имеющихся аппаратных средств в встроенным программными обеспечением позволяют реализовать различным параметрам функции от простейших систем до сложных замкнутых систем регулирования скоростей и положении электропривода.

В данной системе применяется закон регулирования U/f – регулирования при различных соотношениях частоты.

Целью данного КП является разработка и исследование скалярного асинхронного электропривода производственного механизма – ленточного конвейера подачи угля на ТЭЦ-2, отвечающего требованиям технического задания.

1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Описание предприятия

Душанбинская ТЭЦ-2 (ТЭЦ «Душанбе-2», тадж. Маркази Баркии Гармидихии Душанбе) — тепловая электростанция (теплоэлектроцентраль) в городе Душанбе, столице Таджикистана. Находится в управлении государственной энергокомпании ОАХК «Барки Точик».

В августе 2012 года было подписано соглашение между министерством энергетики и промышленности Таджикистана, китайской компанией ТВЕА и ООО «ТВЕА Душанбе горная промышленность» о реализации проекта строительства теплоэлектроцентрали «ресурсным методом». Нижняя палата парламента Таджикистана ратифицировала это соглашение 28 ноября 2019 года.

Первая очередь ТЭЦ-2 представляла собой два агрегата суммарной мощностью 100 МВт и была сдана в эксплуатацию 10 ноября 2014 года.

Первый кирпич второй очереди ТЭЦ «Душанбе-2» заложен президентом Республики Таджикистан Эмомали Рахмоном и Председателем КНР Си Цзиньпином в сентябре 2014 года.

Общая стоимость строительства ТЭЦ «Душанбе-2» составила 349 млн долларов, из них 17,4 млн — вклад правительства Таджикистана. Основным подрядчиком строительства являлась китайская компания ТВЕА на основании соглашения, подписанного с ОАХК «Барки Точик» в 2014 году.

Пуск второй очереди ТЭЦ «Душанбе-2», мощностью 300 МВт и 167 Гкал тепла состоялся 8 декабря 2016 года с участием президента Эмомали Рахмона. Были запущены еще два агрегата. Суммарная мощность теплоэлектроцентрали достигла 400 МВт.

Душанбинская ТЭЦ-2 обеспечивает более 80% ежесуточной потребности города Душанбе в электроэнергии. Суточная потребность города Душанбе в электроэнергии составляет порядка 9,9 млн кВт/ч. Душанбинская ТЭЦ-2 ежесуточно производит 8 млн кВт/ч электроэнергии. Этот показатель составляет 14% от общего объема, производимой в стране электроэнергии. В Таджикистане производится 66 млн кВт/ч.

Для возмещения расходов китайской компании ТВЕА ей были переданы в разработку золотоносные рудники на месторождениях «Верхний Кумарг» и «Восточный Дуоба» на территории Айнинского района Согдийской области, на севере Таджикистана, общей площадью 15,4 км² и доказанными запасами золота 51,7 тонн.

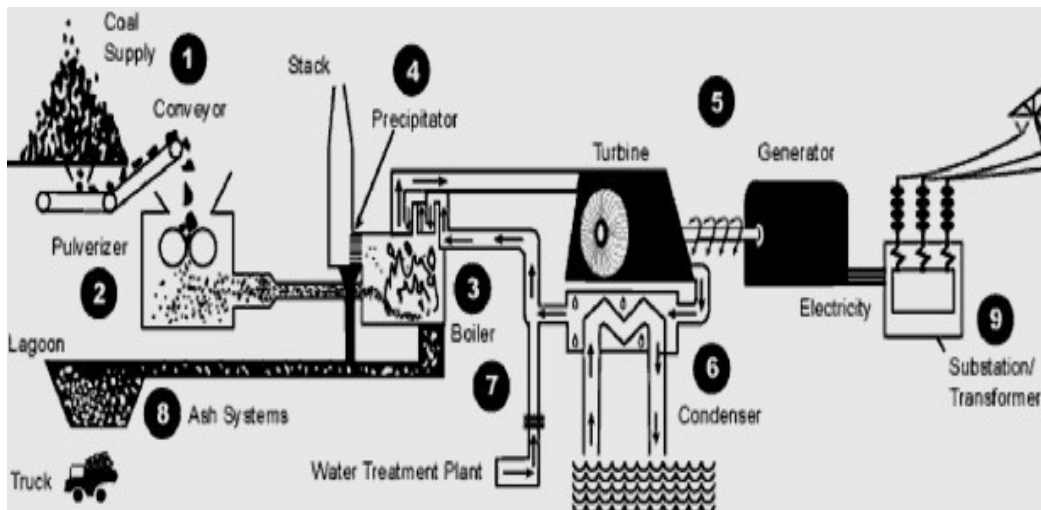


Рисунок 1–Принцип работы каменноугольной тепловой электростанции:

1. Запас угля

Уголь подается из вагонетки с опрокидывающим кузовом, где он измельчается до размера 5 см. Уголь перерабатывается и по конвейерной ленте поставляется на электростанцию.

2. Угольная мельница

Затем уголь растирается или измельчается в тонкомолотый порошок, смешанный с воздухом, и подается в бойлер или в паровой котел для горения.

3. Бойлер

Смесь воздуха с парами горючего сразу же возгорается в бойлере. Миллионы литров очищенной воды прокачиваются через испарительные трубы котла. Сильная жара от сжигаемого угля превращает очищенную воду испарительных трубах котла в пар, который в свою очередь запускает турбины для создания электричества.

4. Осадитель, вытяжная труба

При сжигании уголь выделяет углекислый газ (CO_2), сернистый ангидрит (SO_2) и окиси азота (NO_2). Эти газы удаляются из бойлера. Зольный остаток, который получается из грубых обломков, которые падают на дно бойлера, удаляется. Очень легкая зольная пыль находится в бойлере вместе с горячими газами. Электростатический прибор для осаждения пыли из воздуха (огромный воздушный фильтр) удаляет 99,4% зольной пыли до того, как топочные газы рассеются в атмосфере.

5. Турбогенератор

Вода в испарительных трубах котла нагревается из бойлера и превращается в пар. Пар высокого давления из бойлера поступает в турбину (огромный цилиндр с тысячей лопастей воздушного винта). Как только пар достигает лопастей турбины, он заставляет турбину быстро вращаться. Воздушная турбинка заставляет вращаться ось внутри генератора, в свою очередь образуя электрический ток.

6. Конденсатор и система водяного охлаждения

Охлажденная вода подается в установку и циркулирует по конденсаторам, которые охлаждают пар, который отводится из турбины. Пар из турбины также проходит по конденсаторам по отдельным от охлажденной воды трубам. Холодная вода нагревается за счет пара, который превращается из газообразного в жидкое состояние, а именно в чистую воду, и опять циркулирует обратно в бойлер для того, чтобы опять начать процесс образования электричества. Охлажденная вода, теперь теплая за счет теплообменников в конденсаторе, удаляется из установки.

7. Водоочистная станция водоснабжения

Для снижения коррозии вода, которая используется в испарительных трубах котла, должны быть очищенная. Другие системы очистки природных вод на станции собирают воду, которая необходима для очистки труб и другого оборудования и осаждается в результате процесса очищения и других процессов. Сбрасываемая вода откачивается в отстойные пруды.

8. Осадитель, зольная система

Зола, которая накапливается на пластинах осадителя, удаляется и собирается в огромных хопперах, или накопителях. Зольная пыль и зольный остаток удаляются со станции и вывозятся на места захоронения отходов или отстойные пруды.

9. Электростанция, преобразователь, трансмиссионные подводящие

При формировании электричество увеличивая напряжения таким образом, что он может быть подан через трансмиссию. Как только электричество поступает в город или городской электрической подстанции, напряжение, которое протекает через питающий подводящим уменьшается, а затем снова уменьшается до поставки электроэнергии потребителям.

1.2 Описание работы ленточного конвейера

В отличие от транспортирующего грузоподъемных машин, которые движутся грузы с определенными участками и обратное движение назад для пополнения счета без нагрузки, т.е. транспортных машин Ленточные конвейеры предназначены для перемещения грузов непрерывный процесс без прерывания их погрузки и разгрузки. Ленточные конвейеры предназначены для обработки грузов то есть грузы, состоящие из большого числа однородных частиц или кусков, штучных грузов, движущихся в больших количествах.

В промышленности ленточные конвейеры остаются более распространенные транспортирующими машин для непрерывного действия во всех отраслях. Из числа конвейерных установок, более 90% являются ленточные конвейеры. Они используются в горнодобывающей промышленности - для транспортировки минеральных руд и угля в открытой разработки, в промышленности - поставка руд и топлива, предприятий с поточным производством для транспортировки заготовок и т.д.

Ленточные конвейеры имеют тяговые элементы в виде бесконечной ленты, являющийся и несущими элементами конвейера, электропривод, соединенной с барабаном приводящий движению барабана, натяжные устройств, роликовые опоры на рабочей и полостной ветви ленты, а также

загрузочное–разгрузочные бункера, устройства для очистки ленты. Смонтированные элементы на раме конвейера.

С помощью ленточных конвейеров может перевозить сыпучих грузов на очень большие расстояния.

С помощью ленточных конвейеров может перевозить сыпучих грузов на очень большие расстояния. Ленточные конвейеры с высокой пропускной способностью до 30 - 40 т / ч, отличается простотой конструкции, низким расходом материала и низкой стоимостью, эксплуатационная надежность и простота в эксплуатации, низкое энергопотребление. Ленточные конвейеры могут иметь изогнутую трек с поворотами в горизонтальной плоскости и с взлетами и падениями в вертикальной плоскости, в зависимости от рельефа местности. Тем не менее, создавая изогнутый след трудно обеспечить надежное и стабильное положение ленты в изгибах. радиус поворота в горизонтальной плоскости, в зависимости от конструкции конвейера, типа и ширины ремня, и он имеет широкий диапазон значений

Схемы определяются по назначению ленточных конвейеров. Экономическая исследования показывают, что транспортирования грузов от 5-20 мил. тон в год на расстояние до 100 км применение ленточных конвейеров более экономично чем использовать автомобильный транспорт или железнодорожный путь. Достоинствами ленточных конвейеров является малая масса, возможность перемещении грузов с большими скоростями.

Срок службы резиноканевых лент зависят от условия эксплуатации и характерам транспортируемых грузов один оборот пробега резиноканевых лент составляет 15-48 месяцев и диапазон температуры резиноканевых лент от -60 до 200⁰С.

Недостатками ленточных конвейеров это при транспортировке мелких сыпучих материалов грузов превышает запыленность атмосферы окружающей среды.

1.3 Принцип работы ленточных конвейеров

Ленточные конвейеры используются для непрерывной транспортировки грузов различного веса и размера. По сравнению с другими машинами транспортировки конвейеры являются наиболее экономичным и простаты строительной индустрии и других отраслей промышленности. Гибкие бесконечные тканевое лента огибает приводного барабана и натяжным барабаном и натяжения в пролете между барабаном и приводным валиком устанавливаются несколько опор установлены через равные промежутки времени на раме. Материал подается через загрузочную воронку бункера и разгружаться через приводной барабан. Ленточные конвейеры бывают стационарными, передвижными и переносными.

Ленточные конвейеры применяет для перемещения разных видов груз и на 1000 м последовательными расположенное конвейеры.

1.4 Требования к эксплуатации ленточного конвейера

Ленточные конвейеры с надлежащего технического обслуживания представляют собой надежным видом входящие в строй транспортировку груза.

Ленточный конвейер перед операцией должны быть тщательно осмотрен все ролик опоры, натяжной барабан, приводной барабан, электрические блокировки для аварийного останова, предупреждающие звуковые и световые сигнализации и опробован на холостом ходу.

В процессе осмотра и пробного запуска на протяжении всей работы конвейера необходимо следить за степенью натяжения ленты и центровки. Ленту нельзя сильно натягивать, т.к. это увеличивает допустимые токи и расход мощности двигателя, ослабляет заклепки стыка и делает ленту очень к неточной установке роликовых опор. Слабое натяжение тоже недопустимо, увеличивает провес ленты, приводит к уменьшению производительности транспортируемого груза.

Перед эксплуатацией следует убедиться в том, что натяжной барабан, несущие и поддерживающие ролики свободно вращаются. Для нормальной эксплуатации ленточного конвейера транспортируемые материалы необходимо подавать равномерно, соответствующем производительности ленточного конвейера.

После окончания работы убедиться, что весь материал сошел с ленты конвейера, затем следует выключить электродвигатель; осматривать подшипники стыки ленты.

Одним из наиболее важных работ по обеспечению соблюдения правил техники безопасности при работе конвейера, чтобы проверить тормоза, блокировка предохранительных выключателей. Длина фиксирующих тесемок подбирают с учетом длительности торможения, таким образом, принимая во внимание величину конвейера обратного хода в пределах разрешенного 05- 1м.

В процессе эксплуатации трубопровода необходимо заменить изношенные опорный ролик, лента, и соединить концы.

Замена изношенного ленты определенные трудности. Эта операция может быть облегчено за счет использования тягового усилия, передаваемого старой ленты.

Соединения (стыки) лент бывают двух видов: неразъемные и разъемные.

Постоянные соединения могут быть сделаны несколькими способами: горячей вулканизации, используя клей типа ВФ, клепки и сшивания сыромятной кожи ремни.

Для получения неразъемного соединения концы конвейерной ленты можно соединить внахлестку и встык

Соединяя внахлестку концы хлопчатобумажной прорезиненной ленты, они выполнены под прямым углом по отношению к боковой поверхности ленты, а затем при $30 - 45^\circ$. Разрез выполнен под углом 30 градусов по отношению к толщине диаметра барабана пояса больше, чем $1:80$, и под углом 45° - меньше или равно. В конце ее стадии вырезать числа прокладок.

С поверхности ступеней личным напильником опиливают резину до ткани, затем ткань промывают бензином. После испарения бензина начинают склеиваться, которая используется для одной части починочного вулканизационный клей, растворенного в четырех частях бензина.

Раствор наносят клей на стадии с помощью кисти с тонким ровным слоем, втирая его в ткань; нанесение раствора дают высохнуть до такой степени, что она не прилипает к пальцам, и эта операция была повторена три или четыре раза. Затем последовательно накладываются друг на друга таким образом, чтобы шаг шага между концами зазора составляла 1 мм, в котором придает гибкость места склейки. Клеевые шага поверхности должны плотно

прилегать друг к другу; для этого их верхний ролик прокатке. Затем поместите склейка зажимается между двумя пластинами нагревается до 100 - 120 °, и, таким образом, должны держать сутки.

Крюк соединения, изготовленные из стальных кронштейнов, установленных по краям сыка, а также упаковки из стального стержня или стальной трос соединительных крюков.

Аналогичные соединения с зубчатыми зажимами.

Когда соединения зубчатыми скобами в совместные нагрузки передается по ширине, а узел является достаточно гибкой в поперечном направлении.

Соединения петли состоят из петель, прикрепляемых к краям ленты и соединенных стержней. Для плоской длины ленты петли немного меньше ширины ленты.

Этот тип соединения не обеспечивает равномерную передачу нагрузки по всей ширине ленты; так как часть ширины ленты на стыке не участвует в прямой передаче нагрузки, а также из-за частых нападений и совместных роликов на барабанах и ленты совместных обвалов быстро изнашиваются подшипники качения и их опоры.

1.5 Кинематическая схема механизма

Кинематическая схема механизма приведена на рисунке 2

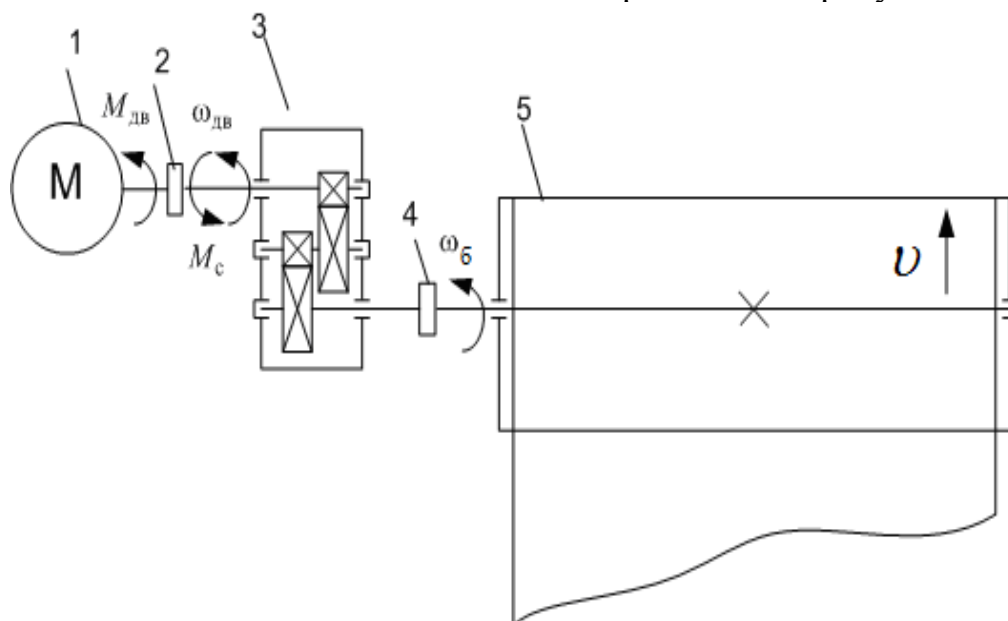


Рисунок 2—Кинематическая схема механизма:

На схеме рисунка 2 приняты следующие обозначения: 1– электродвигатель; 2,4– жёсткая муфта; 3 – редуктор; 5– приводной барабан; $M_{дв}$ –вращающий момент, развиваемый приводным M_c – момент двигателем;

сопротивления механизма; ω_b $\omega_{дв}$ – угловые скорости барабана и двигателя;
и v –
скорость ленты.

Параметры механизма конвейера:

– максимальная производительность $Q = 55.5$ кг/с;

– передаточное число редуктора $i=20$;

– коэффициенты полезного действия механизма и редуктора при работе конвейера с максимальной производительностью: $\eta_{\text{ред}} = 0.9$, $\eta_{\text{мех}} = 0.83$;

– момент инерции двигателя $J_{\text{д}} = 1.2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;

– приведенный момент инерции механизма $J_{\text{мех}} = 1.2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

2 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО КАНАЛА ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Выбор системы электропривода является одним из важных этапов процесса проектирования, так как от этого будет зависеть технико-экономический успех проекта. Поэтому необходимо проанализировать различные системы электропривода и выбрать ту, которая в большей степени будет удовлетворять технологическим и экономическим требованиям, предъявленным к электроприводу.

Дадим качественный анализ технико-экономического эффекта, который может быть, достигнут в результате замены электропривода постоянного тока на современный асинхронный регулируемый электропривод с частотным управлением.

2.1 Обоснование применения частотно–регулируемого электропривода конвейера подачи угля на ТЭЦ

2.1.1 Техничко–экономические показатель модернизации электропривода конвейера

На сегодняшний день в большинстве предприятий, исполнительные механизмы электропривода ленточного конвейера приводятся в движение регулируемыи электроприводами постоянного тока. Скорость машины постоянный ток управления осуществляется только с помощью тиристорных преобразователей относительно небольшой диапазон регулирования и операционной угловой скорости вращения вала двигателя колеблется от 500 до 1000 об / мин. В зависимости от требуемой производительности, работа может быть выполнена в любом диапазоне оборотов, которое указано в течение длительного времени. К общей тиристорный станции подключенные электроприводы требуемой заданное производительность, является едиными для всех электроприводов. К электроприводу ленточный конвейер можно рассматривать как нагрузку, статический момент от скорости который не зависит. Режим работы долго не предусматривают частых запусков и

остановок. Строгие требования к динамике привода не представлена, не навязывается, как ограничения на характер переходных процессов во время пуска, торможения и перехода от одной скорости к другой.

Из общих характеристик следует, что работа электрических требований относительно низки в нормальном режиме. Тем не менее, операция не исключает кратковременный резкий соударения нагрузки, сопровождающую значительный рост статического момента, пока механизм заеданий. Кроме того, электрические машины работают в среде, насыщенной пылью. Поэтому такие приводы при обновлении в первую очередь, повышение производительности и надежности их работы. С точки зрения модернизации желательно обеспечить независимый контроль работы отдельных конвейерах.

Это перспективный переход к использованию асинхронного электропривода ленточного конвейера с частотным регулированием, что по функциональности и производительности для удовлетворения технических требований и условий задачи. Тем не менее, при принятии решения об обновлении, чтобы правильно оценить затраты на необходимое и более важное значение для повышения производительности и улучшения условий труда, для достижения эффекта.

Укажем наиболее существенные экономические предпосылки перехода к асинхронному электроприводу ленточного конвейера.

Низкая стоимость. Асинхронная короткозамкнутая электродвигатель имеет более низкую стоимость по отношению к электродвигателю постоянного тока. С простой конструкцией и высокой технологичностью изготовления. Асинхронные двигатели широко распространены, чем другие виды электрические машины.

Низкие эксплуатационные затраты. Асинхронным короткозамкнутым электродвигателям в течении всего времени эксплуатации практически не требуется обслуживания. А электродвигатель постоянного тока в течении эксплуатации нуждается в регулярном обслуживании коллекторных узлов.

Ремонт электрической машины. Общая совокупность затрат для организации и проведение ремонта (машины) электродвигателей постоянного тока скажем что, оказывается соизмеримой (а для данного применения – превышает) со стоимостью новой асинхронной короткозамкнутой электродвигатель (машины).

Степень защиты. Это воздействие окружающей среды понятием степень защиты электрических машин защита обслуживающих персоналов соприкосновение к токоведущими частям, вращающимися частями, и защита от попаданий внутрь, посторонних предметов и воды. Выполнение асинхронных беличьих машин имеют широкий диапазон степеней защиты. Это имеет важное значение для конкретного применения. Производство машин и коллектор высокой степени защиты усложняет конструкцию услуг и создание местных условий машины к коллектору более благоприятных условий требует более дорогостоящей. Эти условия влияют только на электрические автомобили. Преобразователи приводы не рассматриваются. Сравнение оказывается неправильным относительно преобразователя приводов постоянного тока, используемых. Такие диски на существующие конвейеры часто не только устарели, но и долго-исчерпывают свои ресурсы. Эти результаты не только при определении стоимости поддержания их здоровья и снизить надежность процесса в целом, но и невозможность включения их в современных системах управления без дополнительных усилий.

Указанные преимущества асинхронной машины не учитывают, что двигатель будет работать совместно с преобразователем частоты. Незнание особенностей такой работы может привести к нерациональному использованию электропривода, а в худшем - неправильному его выбору. Отметим что из них, которые отвечают за отличный энергетический показатель и правильному выбора электропривода по мощности.

При использовании асинхронных двигателей инверторами их эффективность снижается на 2 ... 3% и 5% $\cos\phi$. Дополнительные

высокочастотные потери, вызванные несинусоидальным напряжением, вызывает нагрев двигателя и снижения полезной мощности на его валу (25%). Наличие дополнительных потерь в обмотках и магнитной стали из-за высших гармоник тока и магнитного потока. Поэтому при использовании асинхронных приводов с частотным регулированием, принимать меры по улучшению гармонической структуры (установить дополнительное устройство, настройки параметров преобразователя, и т.д.)

2.1.2 Выбор частотно-регулируемого привода для ленточного конвейера

Выбор частотно-регулируемого электропривода для конвейера имеет различные особенности. Укажем из них, которые наиболее характерны для данного типа объектов автоматизации.

Диапазон скорости электроприводов ленточного конвейера небольшим и может достаточно простым и наиболее большим распространенным методом управления: вольт/частотным $U_1 / f_1 = const$ На сегодняшний день диапазон

регулирования асинхронных электроприводов методе управления вольт/частотным, а как правило, составляет 1:40 что является достаточным для конвейера.. Помимо того, вольт/частотное управление при соблюдении закона $U_1 / f_1 = const$ обеспечивает постоянство критического момента, необходимое

для данного типа нагрузки.

При выборе преобразователей частоты для электроприводов конвейеров приходится обращать внимание на наиболее важные для конвейера характеристики:

- высокая перегрузочная способность;
- хорошо организованная система защит и предупреждений;
- возможность настройки вольт/частотной характеристики.

Другие характеристики менее критичны, но полагаем, что они соответствуют уровню современных частотно–регулируемых электроприводов.

Для электропривода ленточного конвейера целесообразно использовать преобразователи серии Altivar (корпорация *Schneider Electric*, Франция). Эти преобразователи полностью отвечают условиям поставленной задачи.

2.1.3 Дополнительные устройства при комплектации частотно-регулируемого электропривода

С преобразователи частоты рекомендуются использовать совместно с дополнительными устройствами. Опциональные устройства, в зависимости от их назначения и устанавливаются как в силовые и управляющие цепи преобразователя. К устройствам, устанавливаемым в силовую цепь, относятся: реакторы переменного и постоянного тока, входные и выходные фильтры, тормозные резисторы (рисунок 3).

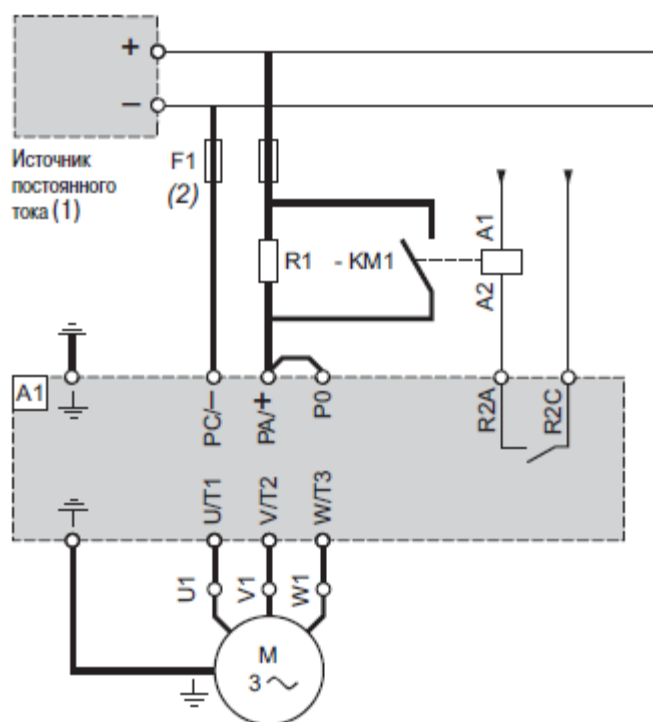


Рисунок 3 – Дополнительные устройства частотно-регулируемого электропривода.

Установка входного фильтра связана с требованием соблюдения условий электромагнитной совместимости. Если эти требования не регулируются и воспроизводимым преобразователь шума не оказывает отрицательного влияния на другие устройства и компоненты системы, фильтр может быть опущен.

Одновременное использование реакторов, постоянного и переменного тока способствует достижению наилучшего эффекта на воздействии на гармоническую структуру.

Это связано с тем, что реакторы переменного и постоянного тока имеют различное эффективное подавление высших гармонических составляющих с различными номерами. Не стоит пренебрегать этой рекомендацией в проектировании систем электропривода высокого качества. Привод конвейера использует торможение выбегом. Вам не нужно устанавливать тормозные резисторы или другие устройства для механизма поглощения инерции

Управление преобразователем производится по традиционной схеме: задание скорости – аналоговый сигнал, задание режимов и контроль состояния преобразователя – дискретные сигналы. При такой схемы управления, введения дополнительных опциональных устройств на управляющие цепи не требуется.

2.1.4 Достижимые с технологической точки зрения преимущества применения частотно-регулируемого электропривода

Сокращение строительства помещения под установки магнитной, тиристорной станции, площадь под систему управления привод.

Перейти к руководству сети переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц при отключении цепей 220 В постоянного тока. Это разгружает станции батареи и позволяет отказаться устранить громоздкие управления реле цепи постоянного тока. Настоящее время, преобразователи частоты могут быть легко интегрированы в любую систему управления, не требует сложных сопоставления сетей и встроенных сервисных возможностей (управление тока и скорости приводного двигателя, широкий системы защиты и т.д.).

2.2 Выбор приводного двигателя

Электропривод ленточного конвейера работает в режиме SI , так как длительность цикла превышает 10 минут, что достаточно для теплового равновесия. Нагрузка длительное время остается постоянной.

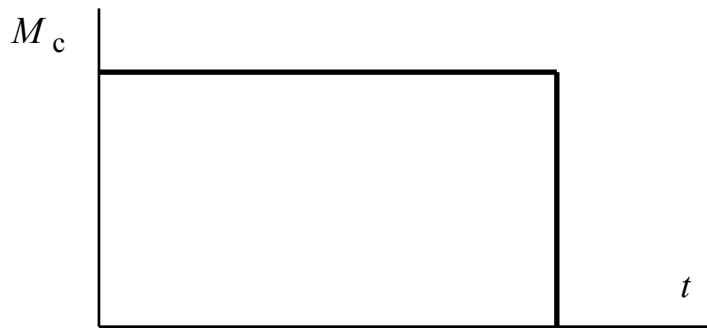


Рисунок 4 – Нагрузочная диаграмма режима S1

Определим максимальную статическую мощность

$$P_{c \text{ макс}} = \frac{kz \cdot Q}{\eta} \cdot (c \cdot L + H) \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{1.1 \cdot 200000}{0.75} \cdot (1.1 \cdot 114.45 + 13.075) \cdot 10^{-3}$$

$$= 34.130 \text{ кВт}, 0.75$$

где

kz – коэффициент запаса (1.1÷1.25);

Q – производительность конвейера, т/ч;

L – длина конвейера, м;

H – высота подъема, м;

η – К.П.Д. механизма (0.75÷0.85);

c – опытный коэффициент, зависящий от вида конвейера и его производительности (1.1÷2).

Момент сопротивления, приведенный к валу двигателя

$$M_{c \text{ нагр}} = \frac{P_{c \text{ макс}}}{\omega_{дв \text{ макс}}} = \frac{3413}{\frac{98.46}{2}} = 346.667 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где

$$\omega_{дв \text{ макс}} = \frac{\pi \cdot n_{дв \text{ макс}}}{30} = \frac{3.14 \cdot 940}{30} = 98.462 \text{ рад/с};$$

$n_{дв \text{ макс}} = 940 \text{ об/мин}$ – требуемая максимальная скорость

приводного двигателя конвейера.

Электродвигатель выбираем из условия

$$P_{\text{дв н}} \approx \frac{M_{\text{с макс}} \cdot \omega_{\text{дв н}} \cdot 10^3}{M_{\text{ЭП}} \cdot \omega_{\text{ЭП макс}}}; \omega_{\text{дв н}} \geq \omega_{\text{ЭП макс}}$$

$$0.5 + \frac{\omega_{\text{мин}}}{\omega_{\text{дв н}}}$$

Выбираем электродвигатель типа *AB250S6*, технические параметры которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические параметры двигателя *AB250S6*

Типоразмер двигателя	Синхронная частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	При номинальной нагрузке		
			Скольжение, %	КП Д, %	$\cos\varphi$
<i>AB 250 S6</i>	1000	45	1.6	85	0.7

Продолжение таблицы 1

$m_{\text{п}} = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{н}}}$	$m_{\text{к}} = \frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{н}}}$	$m_{\text{м}} = \frac{M_{\text{мин}}}{M_{\text{н}}}$	$k_{\text{дв}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{н}}}$	Степень защиты	Климатическое исполнение	$J_{\text{дв}}, \text{кг}\cdot\text{м}^2$
2.2	2.8	1	5.5	IP54	У2	1.2

$z_p = 3$ – число пар полюсов.

Расчетные параметры электродвигателя

Синхронная угловая частота вращения двигателя

$$\omega_0 = \pi \cdot \frac{n_0}{30} = \frac{3.14}{30} \cdot \frac{1000}{30} = 104. \text{ рад/с.}$$

Номинальная частота вращения двигателя

$$\omega_{\text{н}} = \pi \cdot \frac{n_{\text{дв н}}}{30} = \frac{3.14}{30} \cdot \frac{940}{30} = 98.4 \text{ рад/с.}$$

Номинальный ток двигателя

$$I_{1H} = \frac{P_H}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{45000}{3 \cdot 220 \cdot 0.7 \cdot 0.85} = 114.6 \text{ A.}$$

Номинальный момент двигателя

$$M_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\omega_H} = \frac{45 \cdot 10^3}{98.437} = 457.1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

2.3 Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным

Для расчета электромеханических и механических характеристик асинхронного двигателя будет использовать его математическую модель, которая, как правило, представлены различными схемами замещения. Самый простой и удобный для инженерных расчетов асинхронного двигателя является Т-образная эквивалентная схема, показанная на рисунке 5.

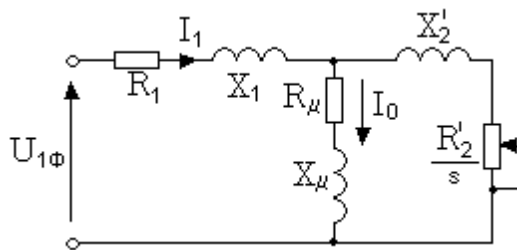


Рисунок 5 – Схема замещения асинхронного двигателя

Основные уравнения асинхронного двигателя, соответствующие принятой схеме замещения:

$$\overline{U_{1\phi}} - \overline{E_1} - j \cdot \overline{I_1} \cdot X_1 = 0; \quad \overline{E_1} - j \cdot \overline{I_2} \cdot X_2 - \overline{I_2} \cdot \frac{R_2'}{s} = 0; \quad \overline{I_1} - \overline{I_2} - \overline{I_0} = 0.$$

Определим параметры Т-образной схемы замещения асинхронного двигателя *AB250S6* по его каталожным данным (таблица 2). Расчеты выполним при следующих основных допущениях:

- магнитные и механические потери в двигателе составляют $0,02 P_H$;
- активные сопротивления статорной и роторной обмоток полагаются независимыми от режима работы двигателя, т.е. эффекты вытеснения не учитываются.

Ток холостого хода асинхронного двигателя

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 \left[\frac{p^* \cdot I_{1H} \cdot (1 - s_H^2)}{1 - p^* \cdot s_{H2}} \right] + \frac{[0.75 \cdot 114.6 \cdot (1 - 0.016)]^2}{96.721}}{1 - \frac{p^* \cdot (1 - s_H^2)}{1 - p^* \cdot s_H}}} = \sqrt{\frac{96.721 + \frac{[0.75 \cdot 114.6 \cdot (1 - 0.016)]^2}{96.721}}{1 - \frac{0.75 \cdot (1 - 0.016)}{1 - 0.75 \cdot 0.016}}} = 67.739 \text{ A,}$$

где

$$I_{11} = \frac{p^* \cdot P_H}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi_{p^*} \cdot \eta_{p^*}} = \frac{0.75 \cdot 45000}{3 \cdot 220 \cdot 0.622 \cdot 0.85} = 96.721 \text{ A,}$$

двигателя при частичной нагрузке;

$$p^* = \frac{P}{P_H} \text{ – коэффициент загрузки двигателя, принимаем } p^* = 0.75;$$

$$\eta_{p^*} \text{ – КПД двигателя при частичной нагрузке, } \eta_{0.75} = 0.85;$$

$$\cos \varphi_{p^*} \text{ – коэффициент мощности при частичной нагрузке,}$$

$$\cos \varphi_{0.75} = 0.622.$$

Приведенное к обмотке статора асинхронного двигателя активное сопротивление обмотки ротора

$$R_2' = \frac{3 \cdot U_{1\phi H}^2 \cdot (1 - s_H)}{2 \cdot m \cdot P_{к \text{ ДВ Н}} \cdot C^2 \cdot \left(\frac{1}{\beta} + \frac{1}{s_H} \right)} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot (1 - 0.016)}{2 \cdot 2.8 \cdot 45000 \cdot 1.054^2 \cdot \left(\frac{1}{0.092} + 1 \right)} = 0.045 \text{ Ом,}$$

где β – коэффициент, значение которого находится в диапазоне $0.6 \div 2.5$, предварительно принимаем $\beta = 1$;

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_{i \text{ ДВ}} \cdot I_{1H}} = 1 + \frac{67.739}{2 \cdot 5.5 \cdot 114.6} = 1.054$$

расчетный коэффициент;

$$s_{\kappa} = s_{\text{н}} \frac{m_{\kappa} \sqrt{m_{\kappa}^2 - [1 - 2 \cdot s_{\text{н}} \cdot \beta \cdot (m_{\kappa} - 1)]}}{1 - 2 \cdot s_{\text{н}} \cdot \beta \cdot (m_{\kappa} - 1)}$$
$$= 0.03 \frac{2.8 + \sqrt{2.8^2 - [1 - 2 \cdot 0.016 \cdot 1 \cdot (2.8 - 1)]}}{1 - 2 \cdot 0.016 \cdot 1 \cdot (2.8 - 1)} = 0.092$$

— критическое скольжение двигателя.

Активное сопротивление обмотки статора

$$R_1 = C_1 \cdot R'_2 \cdot \beta = 1.054 \cdot 0.045 \cdot 1 = 0.048 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление короткого замыкания

$$X_{\text{кн}} = \gamma \cdot C_1 \cdot R'_2 = 10.808 \cdot 1.054 \cdot 0.045 = 0.517 \text{ Ом,}$$

где

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{s_k^2} - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{0.092^2} - 1} = 10.808.$$

Найденное значение коэффициента $\gamma = 10.808$, практически определяющее отношение индуктивного сопротивления короткого замыкания в номинальном режиме к приведенному активному сопротивлению обмотки ротора (коэффициент $C_1 \approx 1$), для двигателя мощностью 45 кВт является приемлемым.

Приведенное к обмотке статора индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора

$$X'_{2\text{н}} = \frac{0.58}{C_1} = \frac{0.58}{1.054} \cdot \frac{0.517}{1.054} = 0.285 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора

$$X_{1\text{н}} = 0.42 \cdot X_{\text{кн}} = 0.42 \cdot 0.517 = 0.217 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление контура намагничивания

$$X_{\mu} = \frac{E_{\mu}}{I_0} = \frac{198.8}{67.739} = 2.936 \text{ Ом,}$$

где

$$\begin{aligned} E_{\mu} &= \sqrt{(U_1 \cos \varphi_{\text{н}} - I_{1\text{н}} \cdot R)^2 + (U_1 \sin \varphi_{\text{н}} - I_{1\text{н}} \cdot X_{1\text{н}})^2} = \\ &= \sqrt{(220 \cdot 0.7 - 114.591 \cdot 0.048)^2 + (220 \cdot \sin(a \cos(0.7)) - 114.591 \cdot 0.217)^2} = \\ &= 198.8 \text{ В.} \end{aligned}$$

– ЭДС ветви намагничивания, наведенная потоком воздушного зазора в

обмотке статора в номинальном режиме.

Полученные расчётные параметры T-образной схемы замещения электродвигателя сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры схемы замещения двигателя

$R_1, \text{ Ом}$	$R'_2, \text{ Ом}$	$X_{\text{кн}}, \text{ Ом}$	$X_{1\text{н}}, \text{ Ом}$	$X'_{2\text{н}}, \text{ Ом}$	$X_{\mu}, \text{ Ом}$
0.048	0.045	0.517	0.217	0.285	2.936

2.4 Расчет и построение естественной механической и электромеханических характеристик электродвигателя

Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя $\omega(M)$ рассчитывается по выражениям:

$$M(s) = \frac{3 \cdot U_{1\text{фн}}^2 \cdot R'_2}{\omega \cdot s \cdot \left[X^2 + R^2 + \frac{R \cdot R'_2}{s} + \frac{R \cdot R'_2}{2} + \frac{s \cdot X_{\mu}^2}{1 - s} \right]}$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0.045}{104.72 \cdot s \cdot \left[0.517^2 + 0.048 + \frac{0.045}{s} + \frac{0.045}{2} + \frac{0.045 \cdot 2.936^2}{1 - s} \right]}$$

$$\omega = \omega_0 \cdot (1 - s).$$

Номинальный электромагнитный момент электродвигателя

$$M_{\text{эмн}} = \frac{3 \cdot U^2 \cdot R'_2}{\omega \cdot s \cdot \left[X^2 + R^2 + \frac{R \cdot R'_2}{s} + \frac{R \cdot R'_2}{2} + \frac{s \cdot X_{\mu}^2}{1 - s} \right]}$$

$$\begin{aligned}
 & |s \cdot X| \quad | \quad (\quad) \quad | \quad \text{H} \quad \mu \quad | \\
 & = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0.045}{\left\{ 2 \left(\frac{0.045}{0.048 \cdot 0.045} \right)^2 + \frac{104.72 \cdot 0.016 \cdot 0.517^2}{0.048} + \frac{0.016}{0.016 \cdot 2.936} \right\}} \\
 & = 461.440 \text{ H} \cdot \text{M}
 \end{aligned}$$

Естественная механическая характеристика двигателя приведена на рисунке 6.

Механическая характеристика (рисунок 6), полученная при расчетах по параметрам схемы замещения, соответствует асинхронному двигателю с ненасыщенной магнитной системой, а её своеобразие определяется зависимостью индуктивного сопротивления ротора от скольжения.

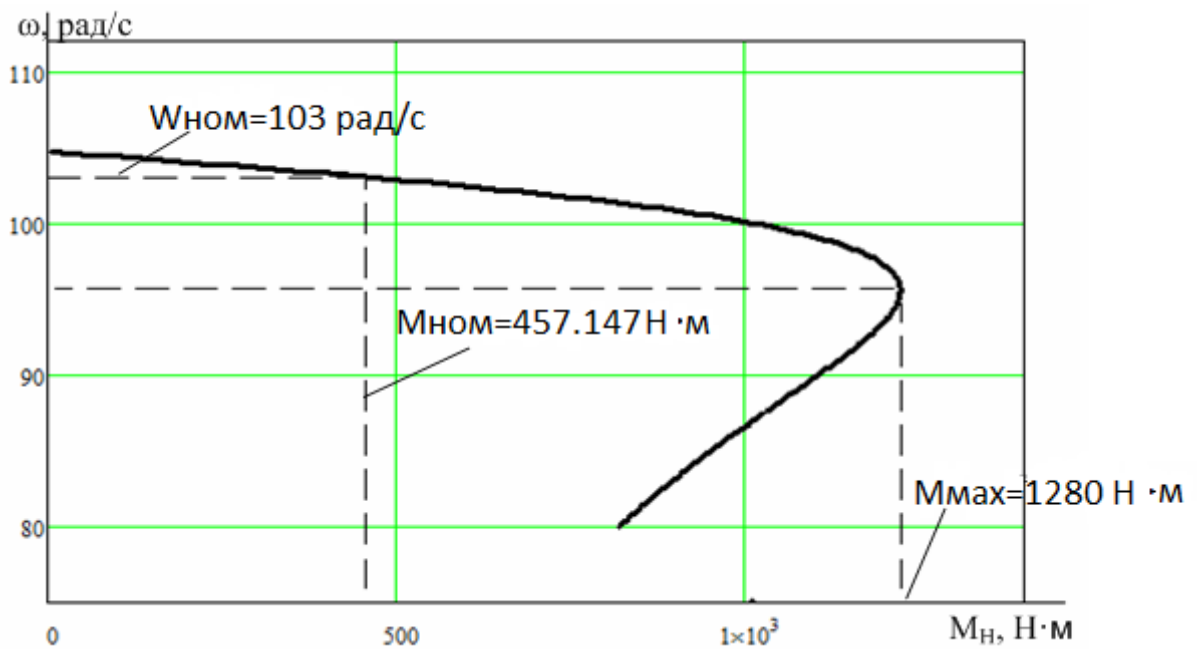


Рисунок 6 – Естественная механическая характеристика двигателя $M = f(\omega)$

В соответствии с паспортными данным электродвигателя (таблица 1)

$$M_{\text{мин}} = m_{\text{м}} \cdot M_{\text{дв н}} = 1 \cdot 457.147 = 457.147 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{макс}} = m_{\text{к}} \cdot M_{\text{дв н}} = 2.8 \cdot 457.147 = 1280 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{п}} = m_{\text{п}} \cdot M_{\text{дв н}} = 2.2 \cdot 457.147 = 1006 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Естественные электромеханические характеристики $\omega(I_1)$ и $\omega(I^2)$ асинхронного двигателя рассчитывается по выражениям:

$$I'_2(s) = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(\frac{R}{1-s} + R\right)^2 + \left(X_{1H} + X_{\mu}\right)^2}} =$$

$$= \frac{220}{\sqrt{\left(\frac{0.048}{1-s} + 0.045\right)^2 + 0.517^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{s \cdot 2.936}\right)^2}}$$

$$I_1(s) = \sqrt{I_0^2 + I'_2(s)^2 + 2 \cdot I_0 \cdot I'_2(s)^2 \cdot \sin \varphi_2} =$$

$$= \sqrt{67.739^2 + I'_2(s)^2 + 2 \cdot 67.739 \cdot I'_2(s)^2 \cdot \sin \varphi_2};$$

$$I_0 = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1H} + X_{\mu})^2}} = \frac{220}{\sqrt{0.048^2 + (0.217 + 2.936)^2}} = 67.739 \text{ A,}$$

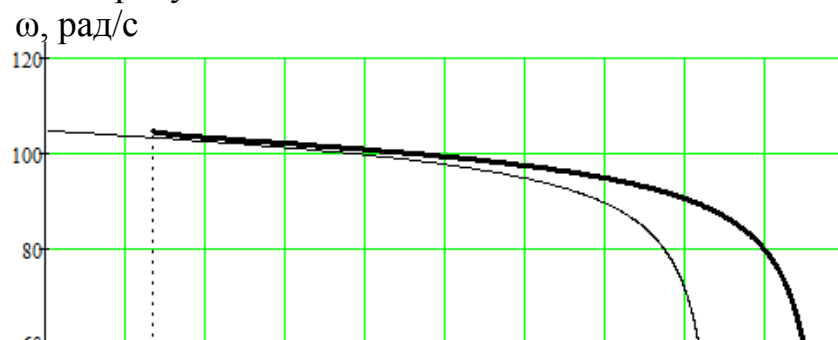
$$\omega = \omega_0 \cdot (1-s),$$

где

$$\sin \varphi_2 = \frac{X_{кн}}{\sqrt{\left(\frac{R}{1-s} + R\right)^2 + X_{кн}^2}} = \frac{0.517}{\sqrt{\left(\frac{0.048}{1-s} + 0.045\right)^2 + 0.517^2}}$$

Естественные электро-механические характеристики двигателя $\omega(I_1)$ и

$\omega(I_2)$ приведены на рисунке 7.



$I_1(\omega)$

$I_2(\omega)$

$I_0=67.739 \text{ A}$

I_1, I_2

Рисунок 7 – Электромеханические характеристики двигателя

Рассчитанные характеристики на рабочих участках достаточно хорошо соответствуют каталожным параметрам электродвигателя. Это подтверждает, что принятые параметры схемы замещения (таблица 2) соответствуют действительным параметрам электродвигателя и могут быть использованы для расчета статических характеристик и имитационного моделирования динамических процессов в асинхронном электродвигателе при частотном регулировании.

2.5 Механическая система электропривода и её параметры

Расчетная схема замещения механической системы электропривода конвейера может быть представлена в виде одномассовой системы (рисунок 8).

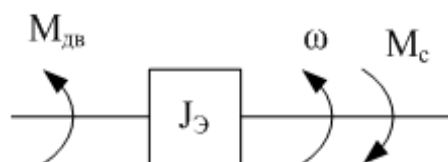


Рисунок 8 – Расчетная схема механической системы привода

На схеме рисунка 8 приняты следующие обозначения:

$M_{дв}$ – момент на валу электродвигателя, Н · м ;

M_c – момент нагрузки с учетом потерь в механизме, приведенный к валу двигателя, Н · м ;

ω – угловая скорость, рад/с ;

$J_э$ – эквивалентный момент инерции привода, приведенный к валу двигателя, кг · м².

Эквивалентный момент инерции груженого конвейера

$$J_э = (1.1 \div 1.3) \cdot J_{дв} \left(m_{гр} + m_{л} \left(\frac{V_{л}}{1.6} \right)^2 \right) =$$

$$= 1.2 \cdot 1.2 + (4000 + 30200) \cdot \left(\frac{98.462}{1.6} \right)^2 = 10.471 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Эквивалентный момент инерции порожнего конвейера

$$J_{\text{э}} = (1.1 \div 1.3) \cdot J_{\text{дв}} + m_{\text{л}} \cdot \left(\frac{V_{\text{л}}}{\omega_{\text{дв}}^2} \right) =$$

$$= 1.2 \cdot 1.2 + 30200 \cdot \frac{1.6}{98.462} = 9.4146 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

2.6 Выбор преобразователя частоты и способа управления

2.6.1 Выбор способа частотного регулирования скорости вращения приводного электродвигателя конвейера

В простейшем случае частотное регулирование скорости вращения асинхронного электродвигателя осуществляется с помощью разомкнутой системы скалярного управления путем изменения частоты и амплитуды трехфазного напряжения, подаваемого на двигатель. Векторное управление является более сложным, но позволяет получить более высокие качественные показатели регулирования. Для выбора способа управления при частотном регулировании в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель воспользуемся рекомендациями, представленными в подразделе 3. Анализ технических требований к электроприводу конвейера и показателей, приведенных в таблице, показывает, что достаточным является применение разомкнутой системы скалярного управления. Однако, учитывая необходимость обеспечения запаса по моменту не только в нижней, но и в верхней части диапазона регулирования скорости, окончательный выбор способа частотного управления асинхронным электродвигателем осуществим по результатам расчета механических и электромеханических характеристик системы преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель.

2.6.2 Выбор преобразователя частоты

В соответствии с техническими требованиями к электроприводу и рекомендациям, выбираем преобразователь частоты *ATV71HD55N4* компании *Schneider Electric* (Франция). Практическая эксплуатация таких преобразователей подтвердила их хорошие технические, эксплуатационные и энергетические характеристики. Технические характеристики преобразователя приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики преобразователя частоты *ATV71HD55N4*

Наименование параметра			Значение
Мощность, указанная на заводской табличке		кВт	55
		л.с.	75
Линейный ток (при 380 В)		А	120
Полная мощность (при 380 В)		кВА	79
Макс. Линейный ток к.з.		кА	22
Макс. ток в устан. режиме (при 380 В)		А	116
Макс. переходный ток в течение	60 с	А	174
	2 с	А	191
Диапазон регулирования скорости			1:40 – скалярное управление 1:100 – векторное разомкнутое
Частота коммутации		кГц	2.5
Продолжение таблицы 3			
Защитное исполнение			IP20
Масса		кг	44
Уровень шума		дБА	63.7

2.7 Расчет механических и электромеханических характеристик системы преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель

Нагрузка электропривода конвейера является постоянной по значению в технологическом цикле, поэтому регулирование скорости вниз от основной (номинальной) скорости двигателя $n_{p\text{ ном}} = 1000 / \text{ми}$ до минимальной n об

рабочей скорости $n_{p \text{ мин}} = 500 \frac{\text{ми}}{\text{об}}$ осуществляется при реализации закона

управления $U_1/f_1 = \text{const}$.

Механические характеристики двигателя $\omega(M)$ при переменных значениях частоты и напряжения питания рассчитываются по выражениям:

$$M(s, f_1) = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2(f_1) \cdot R_2'}{2}$$

$$\omega = \omega_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{1H}} \right)^2 + \left(\frac{R_1}{s \cdot X_{KH}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{f} \right)^2}};$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot 50}{60} = 5.236 \text{ рад/с};$$

$$\omega = 5.236 \cdot \left(1 + \left(\frac{f}{50} \right)^2 + \left(\frac{0.517}{s} \right)^2 + \left(\frac{0.048 \cdot 0.045}{f} \right)^2 \right)^{-0.5};$$

где

$$\omega = \omega_0 \cdot (1 - s),$$

$$U_1(f_1) = U_{1\Phi H} \frac{f_1}{f_{1H}} \text{ при } f_1 < f_{1H}.$$

По результатам расчета построено семейство механических характеристик $\omega(M)$ (рисунок 9).

Электромеханические характеристики двигателя $\omega(I_1)$ при переменных значениях частоты и напряжения питания рассчитываются по выражениям:

$$I_1(s, f) = \frac{I_0 \left(\frac{f}{f_1} \right)^2 + I_2^2(s, f) + 2 \cdot I_0 \cdot I_2(s, f) \cdot \sin \varphi_2(s, f)}{\sqrt{I_0^2 \left(\frac{f}{f_1} \right)^2 + I_2^2(s, f) + 2 \cdot I_0 \cdot I_2(s, f) \cdot \sin \varphi_2(s, f)}};$$

$$\begin{aligned}
 I'_2(s, f_1) &= \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R}{s} \right)^2 + X_K^2 \left(\frac{f}{f_{1H}} \right)^2 + \frac{R}{s \cdot X_K \cdot f_1}}} = \\
 &= \frac{U_{1\phi}(f_1)}{f_1 \sqrt{\left(\frac{0,048}{0,045} + \frac{0,517^2}{1} \right) + \left(\frac{2f}{50} \right)^2 + \left(\frac{0,048 \cdot 0,045}{s \cdot 2,936 \cdot 50} \right)}};
 \end{aligned}$$

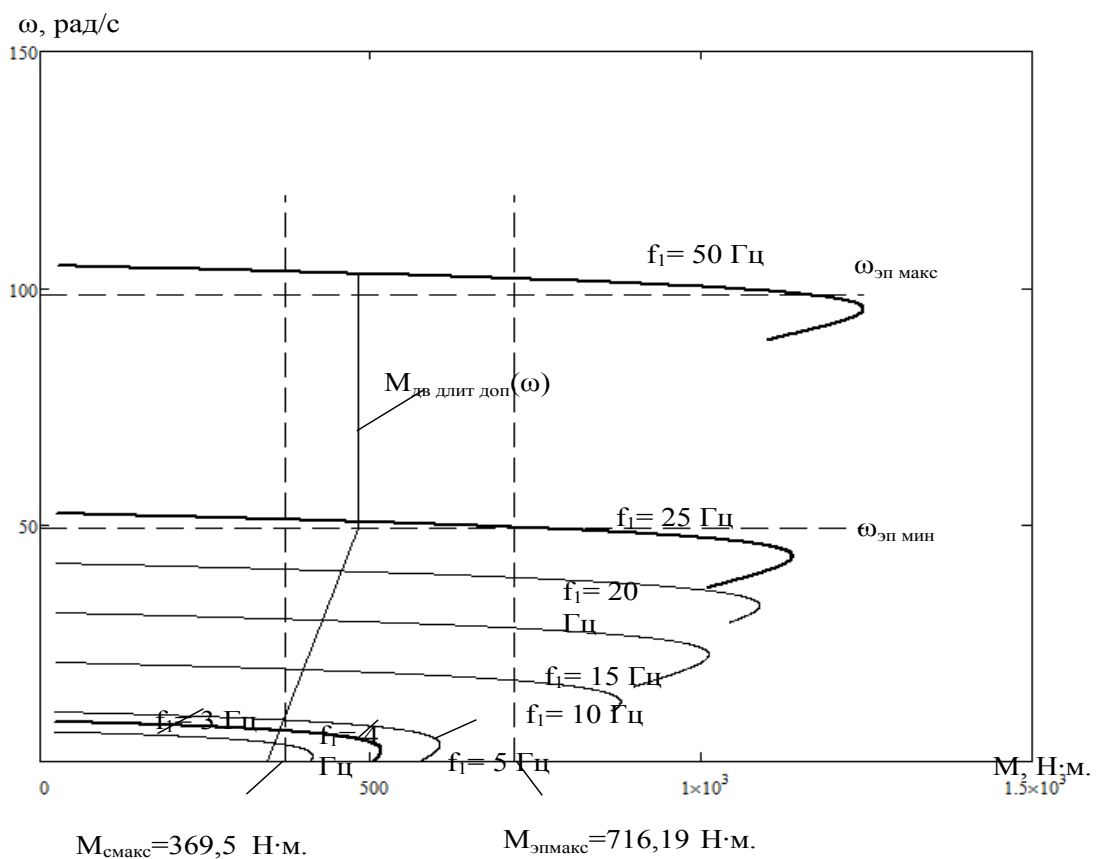


Рисунок 9 – Механические характеристики $\omega(M)$ системы преобразователь–двигатель при скалярном управлении и законе регулирования $U_1 /$

$$f_1 = \text{const}$$

$$\sin \varphi_2 \left(s, \frac{f_1}{f_{1H}} \right) = \sqrt{\left(\frac{R_1}{s} + x_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}} \right)^2 + \left(\frac{R_2}{f_1} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0.0045}{s} + 0.517 \cdot \frac{f_1}{50} \right)^2 + 0.517^2 \cdot \left(\frac{f_1}{50} \right)^2};$$

$$I_0(f_1) = \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{R^2 + (x_{1H} + x_{\mu} / f_{1H}})^2} = \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{0.048^2 + (0.217 + 2.936 / f_1)^2}}$$

По результатам расчетов построено семейство электромеханических характеристик $\omega(I_1)$ (рисунок 10).

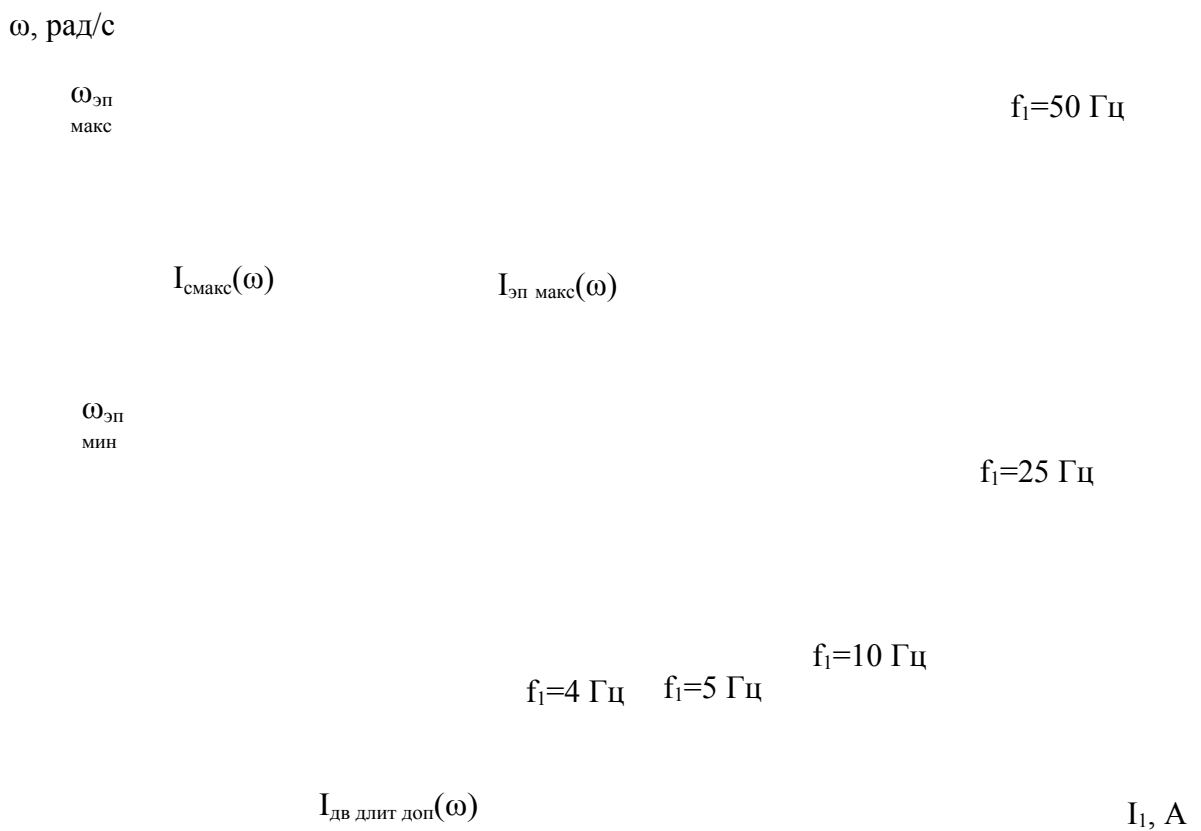


Рисунок 10 – Электромеханические характеристики $\omega(I_1)$ системы преобразователь–двигатель при скалярном управлении и законе управления

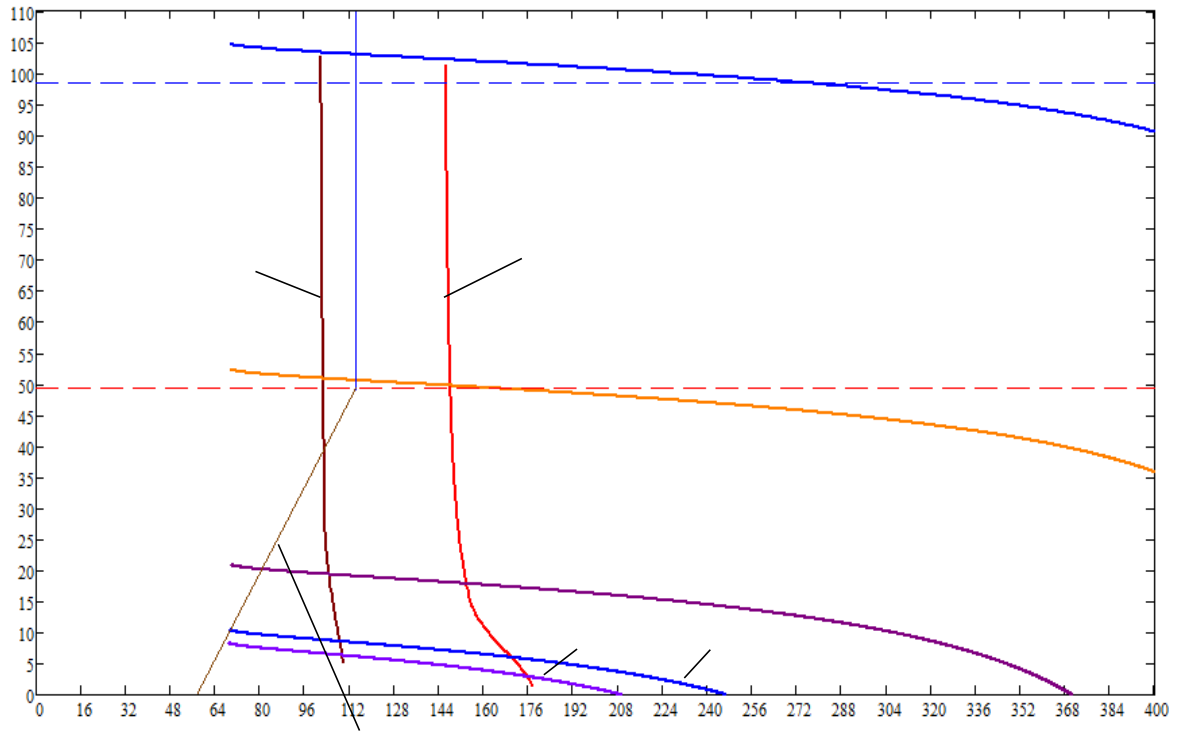
$$U_1 / f_1 = \text{const}$$

Определение области работы электрифицированного агрегата

На рисунке 10 дополнительно построена характеристика длительно допустимого тока двигателя $I_{\text{дв.длит.до п}}(\omega)$:

$$I_{\text{дв.длит.доп}}(\omega) = I_{\text{дв.н}} \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{дв.н}}} \right) \text{ при } \omega \leq 0.5 \cdot \omega_{\text{дв.н}} ;$$

$$I_{\text{дв.длит.доп}}(\omega) = I_{\text{дв.н}} \text{ при } 0.5 \cdot \omega_{\text{дв.н}} < \omega \leq \omega_{\text{дв.н}} ,$$



а на рисунке 9 приведена соответствующая ей зависимость длительно допустимого момента двигателя $M_{\text{дв.длит.до п}}(\omega)$. Для её построения для ряда

значений частоты в интервале $f_1 = \frac{f_{\text{и мин}}}{f_{\text{и макс}}}$ найдено совместное

численное решение относительно скольжения s уравнений электро-механической характеристики двигателя

$$I_1(s) = \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{\left(I_0 \right)^2 + \frac{U_{1\phi}^2(f_1)}{\left(\frac{R_1 + R_2}{s} + X_{\text{кн}} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{н}}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{s \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{н}}}} \right)^2}} + 2 \cdot I_0(f_1) \cdot \frac{U_{1\phi}(f_1)}{\sqrt{\left(\frac{R_1 + R_2}{f} + X_{\text{кн}} \right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{\mu \cdot 1} \right)^2}} \times \frac{X_{\text{кн}}}{2}$$

$$f_{1H} \cdot \left(\left| R + j \frac{X}{s} \right| + \left| \frac{X_H}{f_{1H}} \right| \right)^2$$

и характеристики длительно допустимого тока двигателя:

$$I_{\text{дв длит доп}}(s) = I_{\text{дв н}} \cdot \left| \frac{f_1}{f_{1H}} \cdot \frac{1-s}{1-s_H} \right| \text{ при } f_1 \leq 25 \text{ Гц};$$

$$I_{\text{дв длит доп}}(s) = I_{\text{дв н}} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}} \text{ при } f_1 > 25 \text{ Гц.}$$

при

Для найденных значений скольжения s рассчитаны соответствующие значения длительно допустимого момента двигателя $M_{\text{дв длит доп}}(\omega)$.

На рисунке 9 приведены характеристики полного момента нагрузки

$$M_{\text{с макс}}(\omega) = M_{\text{с дв}} + M_{\text{с}} = 346.667 + 22.857 = 369.524 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $\Delta M_{с\text{дв}}$ = (0.05 ÷ 0.1) · $M_{двн}$ = (0.05 ÷ 0.1) · 346.667 = 22.857 Н · м. –
 ДВ МОМЕНТ

от сил трения двигателя и максимального момента нагрузки

$$M_{эп\text{макс}}(\omega) = k_{эпм} \cdot M_{с\text{макс}}(\omega) = (1.9 \div 2) \cdot 369.524 = 716.2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

а на рисунке 10 соответствующие им зависимости статического тока нагрузки

$$I_{с\text{макс}}(\omega) \text{ и } I_{эп\text{макс}}(\omega), \text{ рассчитанные в интервале } f_1 \text{ } f_{и\text{мин}} \text{ } f_{и\text{макс}}$$

для значений скольжения s , найденных путем совместного численного решения уравнений для механических характеристик двигателя и нагрузки

$$\frac{3 \cdot U_{1\phi}^2(\omega) \cdot R_2'}{f_1 \left[\left(\frac{R_1}{2} + \frac{R_2'}{2s} \right)^2 + X_{\mu}^2 \right]} = M_{с.}$$

С целью обеспечения двукратного пускового момента экспериментально выполнен подбор параметров начального участка вольт-частотной характеристики преобразователя $U_1(f_1)$ исходя из следующих условий:

$$M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{эп макс}} \quad I_{1\text{пуск}} < I_{и\text{макс}}$$

Установлено, что для обеспечения указанных условий зависимость $U_1(f_1)$ должна иметь вид, показанный на рисунке 10, и описываться

выражением

$$U_1 = U_{1\phiн} - U_{10}$$

$$U_{10} = \begin{cases} \frac{220}{4} \cdot f_1 & f_1 < 50 \text{ Гц;} \\ 220 \text{ В} & \text{при } f_1 \geq 50 \text{ Гц.} \end{cases}$$

Параметры вольт–частотной характеристики преобразователя

приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры вольт–частотной характеристики преобразователя

$f_1, \text{Гц}$	4	25	50
$U_{1\phi}, \text{В}$	25.3	220	220
$U_{1\text{л}}, \text{В}$	36.86	380	380

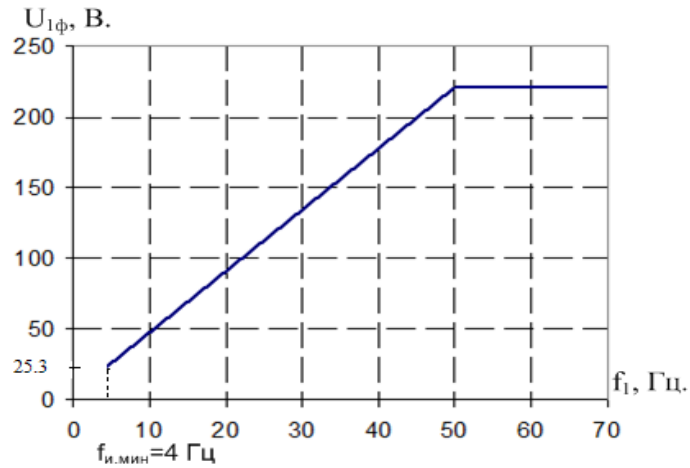


Рисунок 11 – Вольт–частотная характеристика преобразователя

На рисунке 12 приведены механические характеристики системы преобразователь-двигатель после настройки вольт–частотной характеристики. Здесь же показаны характеристики нагрузки $M_{с\text{ макс}}(\omega)$ $M_{эп\text{ макс}}(\omega)$ и и зависимость длительно допустимого момента двигателя $M_{дв.длит.до п}(\omega)$.

На рисунке 13 приведены электромеханические характеристики $\omega(I_1)$ при реализации зависимости $U_1(f_1)$, характеристики статического тока нагрузки $I_{с\text{ макс}}(\omega)$ и преобразователя частоты. $I_{эп\text{ макс}}(\omega)$ и

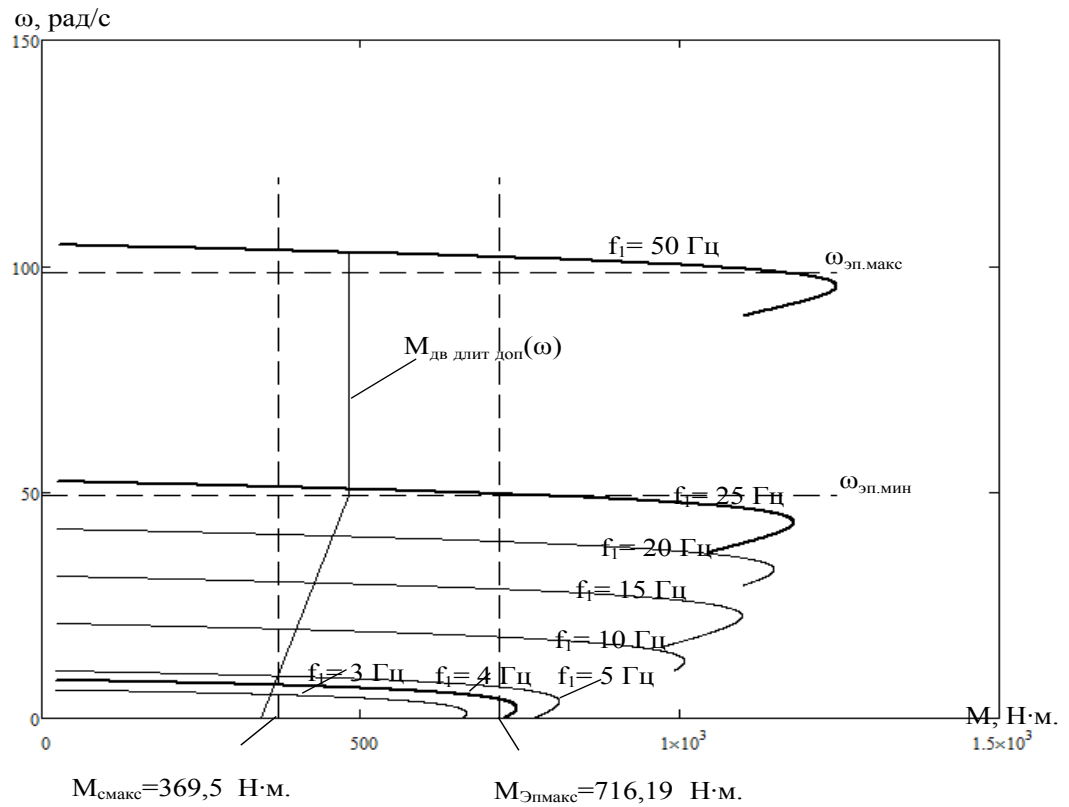


Рисунок 12 – Механические характеристики $\omega(M)$ системы преобразователь

– двигатель при настройке вольт–частотной характеристики

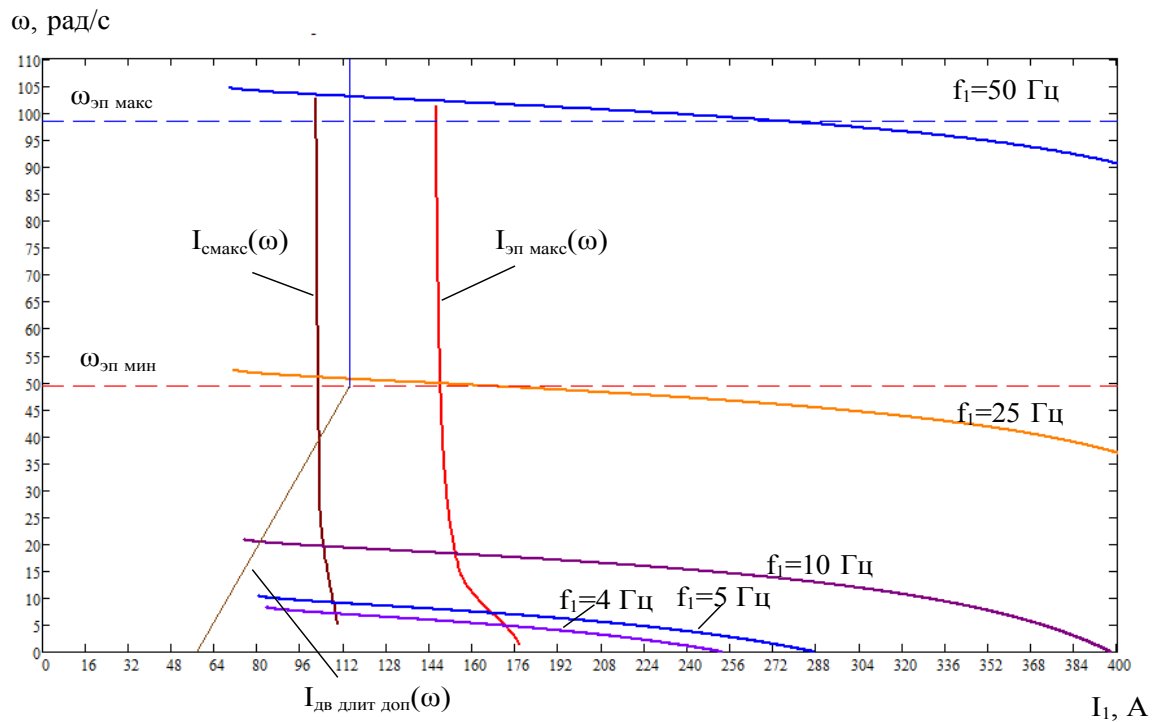


Рисунок 13 – Электромеханические характеристики $\omega(I_1)$ системы преобразователь – двигатель при настройке вольт–частотной характеристики

Анализ приведенных на рисунках 12 и 13 характеристик показывает, что реализация разомкнутой системы скалярного управления при настройке вольт–частотной характеристики преобразователя позволяет обеспечить заданный диапазон регулирования скорости $\omega_{p \text{ мин}} = 49.23 \text{ рад/с}$ до (от $\omega_{p \text{ макс}} = 98.46 \text{ /с}$) при требуемой кратности пускового и максимального рад момента ($k_{п \text{ эп}} = 2, k_{м \text{ эп}} = 2$).

3 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЧАСТОТНО–РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

3.1 Функциональная схема электропривода конвейера

Функциональная схема частотно–регулируемого асинхронного электропривода конвейера со скалярным управлением приведена на рисунке 14. В состав электропривода входят: задатчик интенсивности скорости на входе, преобразователь частоты *ATV71HD55N4*, асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором *AB250S6*. Настроенными параметрами электропривода являются: тип и параметры задатчика интенсивности скорости (ЗИС), значение минимальной частоты преобразователя $f_{и\text{ мин}}$, закон регулирования U_1 / f_1 и коррекция вольт-частотной характеристики.

3.2 Структурная схема двухфазного двигателя

Для решения вопросов проектирования асинхронного электропривода питателя и последующего его исследования выбрана структурная схема эквивалентного двухфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором во вращающейся системе координат. Структурная схема двигателя с короткозамкнутым ротором во вращающейся со скоростью $\omega_{эл1}$ системе координат x, y и реактивной нагрузкой приведена на рисунке 15.

Структурная схема двухфазного электродвигателя во вращающейся системе координат имеет три управляющих воздействия:

– два постоянных по форме напряжения U_{1x} и U_{1y} , численные значения которых равны значениям фазных напряжений электродвигателя и определяются в соответствии с выбранной зависимостью $U_1(f_1)$;

– значение угловой частоты вращения поля статора $\omega_{эл1} = 2\pi \cdot f_1$.

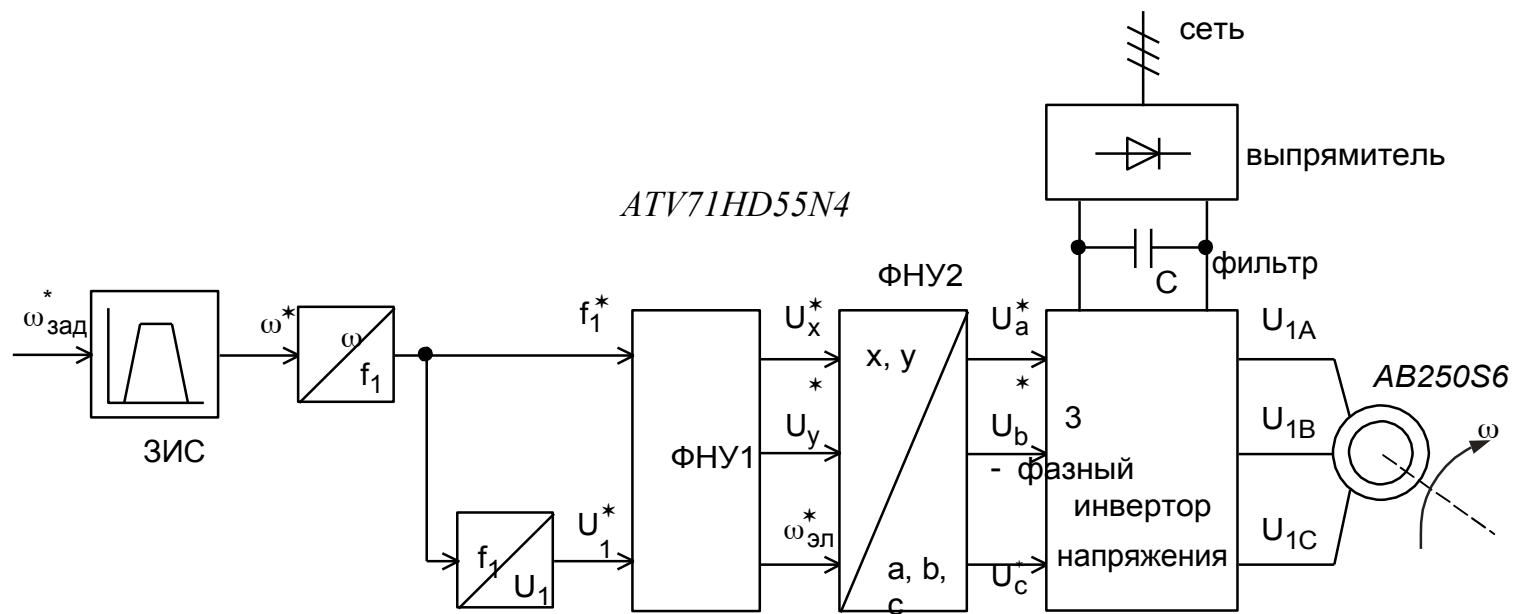


Рисунок 14 – Функциональная схема частотно–регулируемого асинхронного электропривода конвейера со скалярным управлением

Параметры звеньев структурной схемы двигателя

Эквивалентные индуктивности обмоток:

$$\begin{aligned} \text{– статора} \quad L_1 &= \frac{X_{1\sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f_1} + L_m = \frac{0.217}{2 \cdot 3.14 \cdot 50} + 0.00934 = 0.010031 \text{ Гн;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{– ротора} \quad L_2 &= \frac{X'_{2\sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f_1} + L_m = \frac{0.285}{2 \cdot 3.14 \cdot 50} + 0.00934 = 0.010245 \text{ Гн;} \end{aligned}$$

где $\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_1 \cdot L_2} = 1 - \frac{0.00934^2}{0.01 \cdot 0.01} = 0.151$ – коэффициент рассеяния;

$$L_m = \frac{X_m}{2 \cdot \pi \cdot f_1} = \frac{2.936}{2 \cdot 3.14 \cdot 50} = 0.00934 \text{ Гн} \quad \text{– индуктивность, обусловленная}$$

магнитным потоком в воздушном зазоре.

Эквивалентное сопротивление

$$R_{\Sigma} = R_1 + \frac{R'_{L\mu}}{L_2^2} = 0.048 + \frac{0.045}{0.00934^2} = 0.086 \text{ Ом.}$$

Электромагнитные постоянные времени:

$$T_1 = \frac{\sigma \cdot L_1}{R_{\Sigma}} = \frac{0.151 \cdot 0.01}{0.08} = 0.018 \text{ с;} \quad T_2 = \frac{L_2^2}{R} = \frac{0.01^2}{0.045} = 0.226 \text{ с.}$$

R_{Σ}

R

Для исследования процессов при частотном регулировании в самом электродвигателе и далее в системе регулируемого электропривода конвейера используем метод имитационного моделирования и в качестве средства моделирования электромеханических систем примем программу *MATLAB R2007b*.

3.3 Имитационная модель двухфазного двигателя

На основании структурной схемы рисунок 14 в программе *MATLAB* разработана имитационная модель двухфазного асинхронного электродвигателя с реактивной нагрузкой во вращающейся со скоростью $\omega_{эл1}$ произвольно ориентированной системе координат x, y (рисунок 14), которая в дальнейшем используется в виде суперблока – двигатель (рисунок 15).

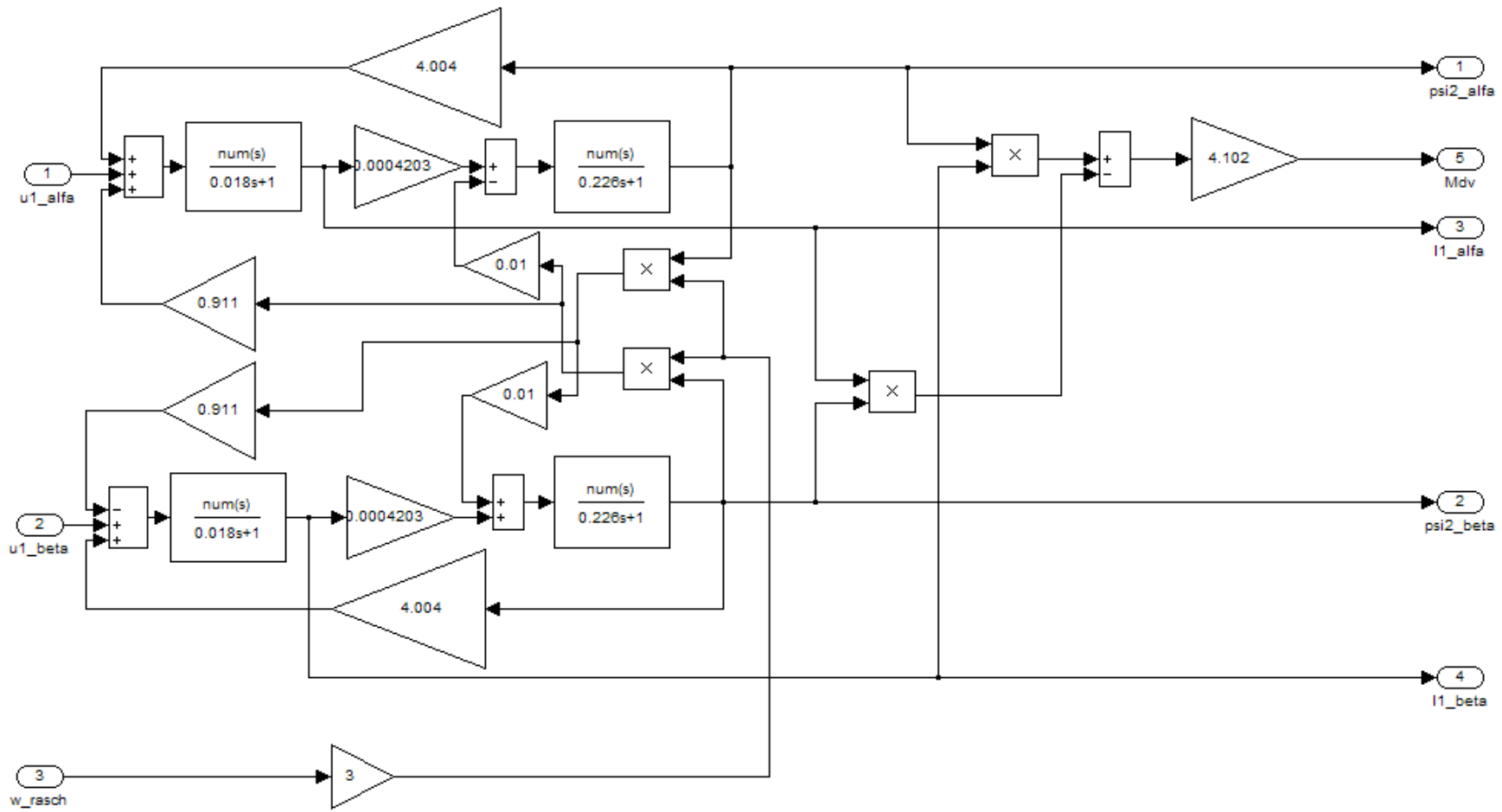


Рисунок 15 – Схема набора имитационной модели двухфазного асинхронного электродвигателя с реактивной нагрузкой во вращающейся со скоростью $\omega_{эл1}$ произвольно ориентированной системе координат x, y

3.4 Имитационная модель силового канала электропривода

Схема набора имитационной модели силового канала электропривода с двухфазным асинхронным двигателем и реактивной нагрузкой приведена на рисунке 16. На схеме суперблоком – двигатель представлен асинхронный электродвигатель, суперблоком – ПЧ – преобразователь частоты, а суперблоком – ЗИС – задатчик интенсивности скорости.

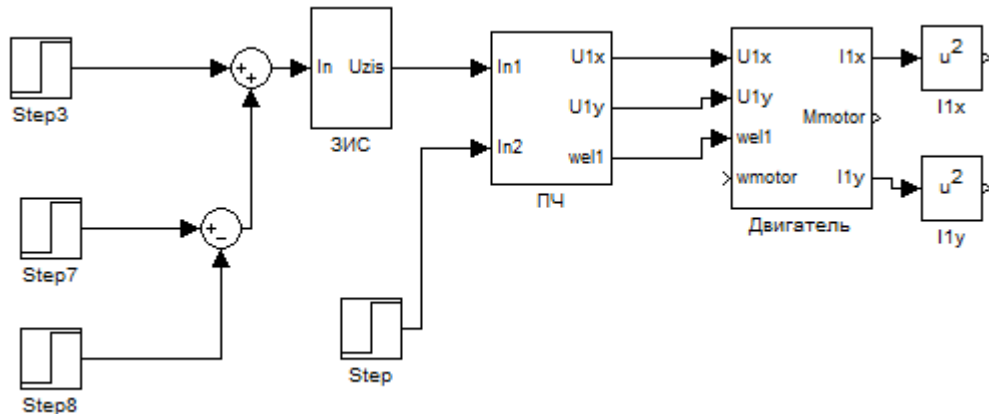


Рисунок 16 – Схема набора имитационной модели силового канала электропривода

Схема набора имитационной модели преобразователя частоты приведена на рисунке 17. Принята кусочно–линейная аппроксимация вольт–частотной характеристики.

Параметры настройки блока U_1 / f_1 имитационной модели преобразователя частоты: $x_1 = 0, 5, 30, 50, 100$; $x_2 = 5.5, 27.5, 132, 220$.

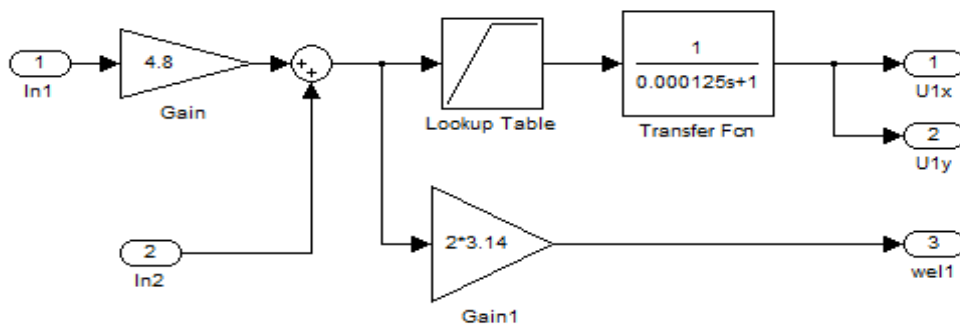


Рисунок 17 – Схема имитационной модели преобразователя частоты

3.5 Выбор типа задатчика интенсивности и его параметров

Ограничение момента двигателя в пусковых режимах может быть достигнуто в разомкнутых системах электропривода применением задатчика интенсивности скорости во входной цепи управления электропривода. На самом деле, установка линейного заданного задатчика скорости обеспечивает постоянную значение нарастания (падения при торможении) скорости, т.е. постоянным ускорением (замедления) привода, которое достигается за счет поддержания постоянного значения динамического крутящего момента привода. При этом электромагнитный момент электродвигателя и его максимальное значение зависят от значения момента нагрузки.

Поскольку в системах электропривода с задатчиком скорости на входе поддерживается постоянное значение динамического момента, тогда значение максимального момента, развиваемого двигателем, будет зависеть от момента нагрузки. Поэтому при больших нагрузках на валу питателя момент электродвигателя может достигать значения критического момента, а при стопорении механизма электродвигатель остановится с моментом на валу, равным пусковому моменту механической характеристики для заданной частоты питающего напряжения. В обоих случаях ток инвертора превысит ток отключения и произойдет аварийное отключение привода.

При запуске разомкнутой асинхронные электродвигатели с регулируемой частотой сделали оригинальный прямой пуск двигателя при минимальной частоте $f_{и\text{ мин}}$, а затем в конце переходного процесса, когда потокосцепления достиг устойчивого состояния значения, осуществляется дальнейшее ускорение разгон привода от задатчика до заданной скорости. Были выбраны задатчики интенсивности с S-образной характеристикой (рисунок 19) и параметрами:

$$t_1 = 0.5 \text{ с}; t_2 = 3 \text{ с}; T_{u1} = t_1 = 0.5 \text{ с}; T_{u2} = t_1 + t_2 = 0.5 + 3 = 3.5 \text{ с};$$

$$k = 0.05 \frac{t_1}{t_1 + t_2} = 0.05 \frac{0.5}{0.5 + 3} = 0.0071 \text{ c.}$$

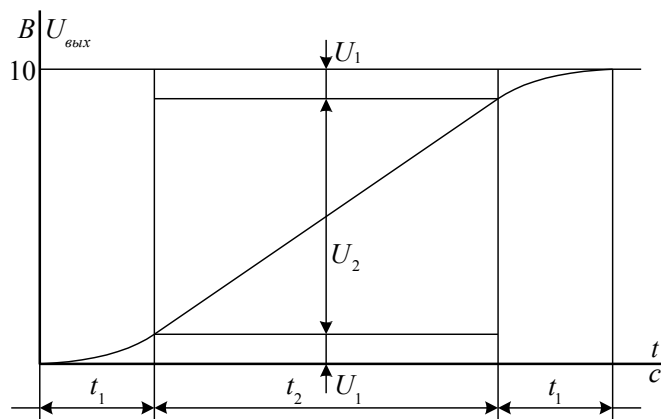


Рисунок 18 – Временная характеристика датчика скорости с S-образной характеристикой

Схема набора имитационной модели датчика интенсивности скорости приведена на рисунке 19.

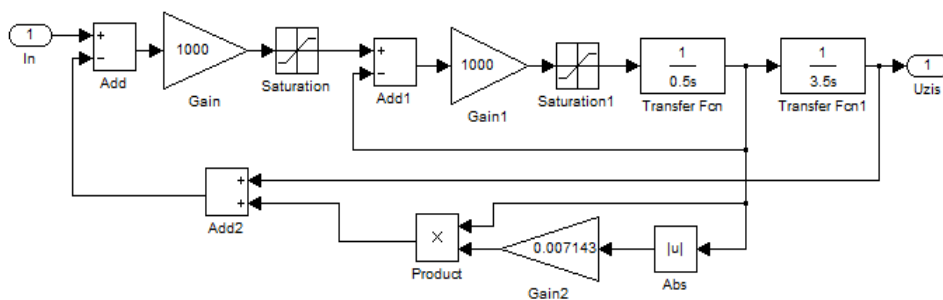


Рисунок 19 – Схема набора имитационной модели датчика интенсивности скорости с S-образной характеристикой

Параметры настройки ЗИС:

- блок *Saturation*: Upper limit = 10 В; Lower limit = -10 В;
- блок *Saturation1*: Upper limit = 10 В; Lower limit = -10 В.

Имитационная модель частотно-регулируемого электропривода питателя с датчиком интенсивности скорости показана на рисунке 20, где суперблок - ЗИС это датчик интенсивности скорости.

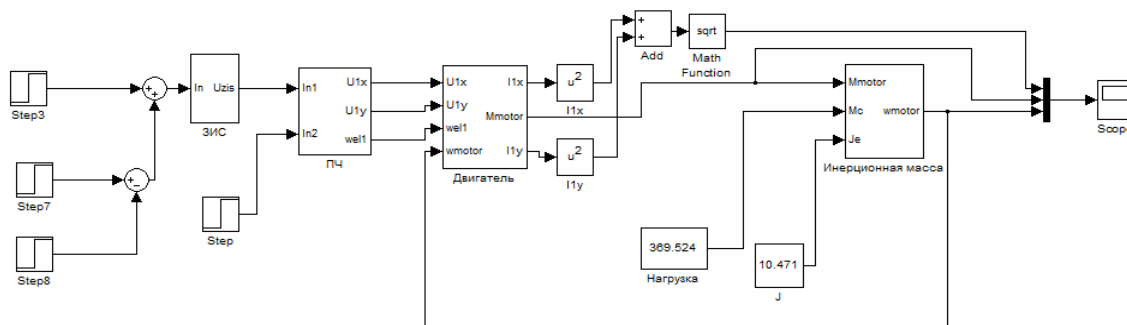


Рисунок 20 – Имитационная модель частотно-регулируемого электропривода конвейера с задатчиком интенсивности скорости

Переходные процессы в электроприводе с *S*-образным задатчиком интенсивности подтвердили существенное уменьшение колебательности момента двигателя в пуско-тормозных режимах работы, что и определило окончательный выбор задатчик интенсивности с *S*-образной характеристикой.

Суперблок «Инерционная масса» содержит в себе имитационную модель одномассовой механической системы с моментом нагрузки реактивного характера – представлена на рисунке 21.

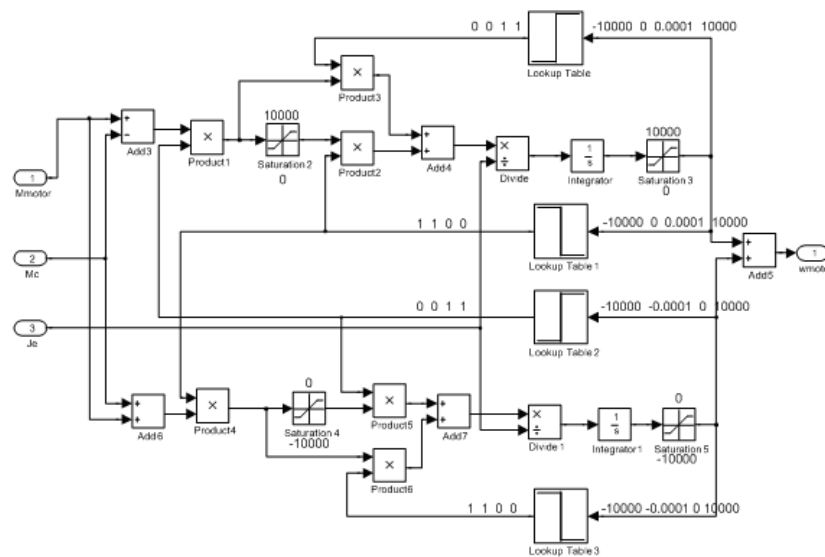


Рисунок 21 – Имитационная модель одномассовой механической системы

3.6 Ограничение тока и момента двигателя в электроприводе со скалярным управлением

Задатчики скорости, устанавливаемые на входе электропривода, определяют закон изменения скорости двигателя в пуско-тормозных режимах с ограниченными значениями первой производной скорости (ускорения) – задатчик с линейной выходной характеристикой, и первой и второй производных скорости (соответственно ускорения и рывка) – задатчик с *S*-образной выходной характеристикой. Если электропривод отрабатывает заданную траекторию движения, то это значит, что в пуско-тормозных режимах электропривода будут ограничиваться значения динамического

момента и тока двигателя, а при S -образной выходной характеристике задатчика – дополнительно и скорость их изменения. Однако, фактические значения момента на валу двигателя и тока двигателя будут зависеть еще и от величины статического момента и характера нагрузки, а также от конкретного вида пуско-тормозного режима.

Таким образом, задатчик скорости, установленный на входе частотно-регулируемого электропривода со скалярным управлением, выполненным по рассмотренным разомкнутым структурам, ограничивает ток и момент двигателя в пуско-тормозных режимах электропривода при рабочих технологических режимах производственного механизма и правильном выборе параметров задатчика. Однако, при больших статических нагрузках значения максимального тока и момента электродвигателя будут зависеть не только от параметров задатчика, но и от значения статического момента нагрузки.

Большие значения статического момента производственного механизма, сопровождающиеся большими перегрузками и, возможно, стопорением двигателя, могут возникать в аварийных режимах механизма, но могут являться и рабочими режимами технологического процесса. В аварийных режимах производственного механизма необходимо ограничить величину максимального тока двигателя на время срабатывания защиты. Для защиты элементов кинематической цепи производственного механизма момент на валу двигателя в этом случае также не должен превышать допустимое значение.

В электроприводах механизмов, для которых кратковременные большие перегрузки и стопорения двигателя являются рабочими режимами необходимо не только ограничивать величину тока и момента, но и поддерживать допустимое значение момента на валу двигателя в течение всего времени перегрузки. Большие кратковременные перегрузки вызывают провал скорости двигателя и затем восстановление её после исчезновения перегрузки. Процессы торможения и разгона двигателя в этом случае уже не управляются от

датчика скорости и могут сопровождаться большими бросками тока и момента двигателя, если их величину не ограничить.

В электроприводах со скалярным управлением предусматривается система ограничения максимального допустимого тока электропривода с датчиком тока и регулятором ограничения тока. В общем случае выходной сигнал регулятора тока должен так воздействовать на частоту и напряжение статора, чтобы одновременно с ограничением тока происходило и ограничение момента двигателя на допустимом уровне.

Ограничение тока двигателя при больших перегрузках

Регулятор ограничения тока вступает в работу при выполнении условия

$$I_{1\phi} > I_{\text{эп.доп}}$$

Ограничение тока двигателя при перегрузках принципиально может быть достигнуто уменьшением частоты (одновременно с уменьшением напряжения в соответствии с вольт–частотной характеристикой) или только уменьшением напряжения.

Ограничение тока уменьшением напряжения двигателя возможно как в первой, так и во второй зонах регулирования скорости. Однако, поскольку в этом случае частота питающего напряжения остается неизменной, напряжение, момент и скорость двигателя быстро уменьшаются до полного стопорения двигателя при очень малом значении момента стопорения. Обратная связь по каналу управления напряжением инвертора может иметь постоянную настройку во всем диапазоне регулирования скорости. При исчезновении перегрузки двигатель не разгоняется.

Ограничение тока уменьшением частоты (одновременно и напряжения) двигателя принципиально возможно только в первой зоне регулирования скорости. Поскольку в этом случае сохраняется выбранное в соответствии с вольт–частотной характеристикой соотношение частоты и напряжения, то при поддержании тока двигателя на уровне допустимого значения будет иметь место

и большой момент двигателя. Если момент двигателя превышает значение

допустимого момента электропривода, то введением слабой отрицательно связи по каналу управления напряжением двигателя его можно уменьшить. Если же момент двигателя меньше допустимого момента электропривода, то при необходимости его можно увеличить введением слабой положительной связи по каналу управления напряжением двигателя. Обратная связь по каналу управления частотой инвертора может иметь постоянную настройку во всем диапазоне регулирования скорости. Дополнительная слабая обратная связь по каналу управления напряжением инвертора (отрицательная или положительная) должна быть нелинейной, зависящей от фактической частоты управления. При исчезновении перегрузки двигатель разгоняется с допустимым значением тока до первоначально заданной скорости.

Для оптимизации контура ограничения тока электропривода необходимо знать передаточную функцию системы преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель по каналу управления напряжением

$$W_{\text{пч-ад}}(p) = \frac{\Delta I_{1\phi}(p)}{\Delta U_1(p)}$$

Найти точные требуемые передаточные функции на основании полных структурных схем силового канала электропривода затруднительно ввиду их сложности.

Если пренебречь влиянием относительно медленно протекающих механических процессов в электроприводе, т.е. ограничиться рассмотрением электромагнитных процессов в неподвижном (заторможенном $\omega_{\text{дв}} = 0$)

двигателе, то систему преобразователь – двигатель в контуре ограничения тока можно описать следующей передаточной функцией

$$W_{\text{пч-ад}}(p) = \frac{k_{iu}}{(T_{\text{и}} \cdot p + 1) \cdot (T_{\text{э}} \cdot p + 1)}$$

где

$$k_{iu} = \frac{\Delta I_1}{\Delta U_1} = \frac{1}{0.086 \text{ В/А}} = 11.689 \quad \text{– коэффициент передачи звена по } R_3$$

каналу управления, напряжением.

Оптимизация контура ограничения тока двигателя

Структурная схема контура ограничения тока приведена на рисунке 22. Контур в прямом канале имеет два инерционных звена первого порядка с соотношением постоянных времени $\frac{T_э}{T_и} \gg 1$. Цепь обратной связи инерционная, что определяется временем преобразования при вычислении действующего фазного тока статора двигателя $I_{1\phi}$. Контур настраивается на модульный оптимум (МО) с ПИ-регулятором.

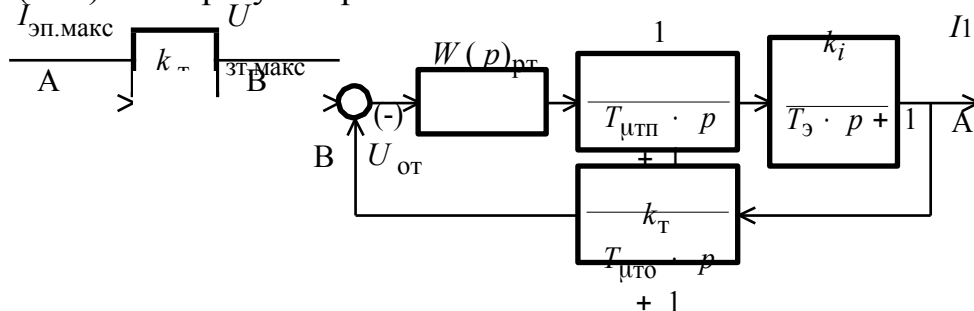


Рисунок 22 – Структурная схема линейризованного контура тока

На схеме рисунке 22 приняты следующие обозначения:

$I_{\text{эп.макс}} = 200 \text{ А}$ – максимальный допустимый ток электропривода;

$U_{\text{шт.макс}} = 8 \text{ В}$ – напряжение задания на ток;

$T_{\text{шт}} = T_и \frac{1}{f_{\text{шим}}} = \frac{1}{2500 \text{ с}} = 0.0004$ – малая постоянная времени в прямом

канале;

$$T_{\text{штг}} = T = \frac{0.001}{3} = 0.0004 \text{ с} - \text{малая постоянная времени цепи обратной связи по току};$$

связи по току;

$$T_{\text{с т}} = \frac{1}{f_{\text{шим}} n_{\text{т}}} = \frac{1}{2500} \cdot 3 = 0.0012 \text{ с} - \text{интервал преобразования}$$

результатов измерения тока;

$$n_{\text{т}} = 3 - \text{число периодов модуляции для измерения тока};$$

$$k_T = U \frac{I_{\text{эп.макс}}}{I_{\text{эп.макс}}} = 0. \text{ В/А – коэффициент обратной связи по току.}$$

Передаточная функция ПИ-регулятора тока

$$W_{\text{рт}}(p) = \frac{T_{\text{рт}} \cdot p + 1}{T_{\text{рт}} \cdot p}$$

Коэффициент усиления регулятора тока:

при регулировании по каналу управления напряжением инвертора

$$k_{\text{руи}} = \frac{k_{\text{иу}} T_{\text{э}}}{k_T a_T (T_{\text{ин}}^{\mu} + T_{\text{то}}^{\mu})} = \frac{0.018}{11.689 \cdot 0.04 \cdot 2 \cdot (0.0004 + 0.0004)} = 18.959,$$

где $a_T = 2$ – коэффициент оптимизации контура тока при настройке на МО.

$$T_{\text{рт}} = T_{\text{э}} = 0.018 \text{ с} \quad \text{– постоянная времени регулятора тока}$$

Однако основным режимом работы контура ограничения тока является реакция на возмущающие воздействия, в результате которых ток двигателя превышает заданное постоянное допустимое значение. Возмущающими воздействиями являются изменения как частоты и напряжения питания двигателя, так и нагрузки электропривода. Если возмущения не приводят к изменению скорости вращения двигателя, то переходные процессы в контуре тока будут иметь показатели качества работы близкие к ожидаемым значениям. Если же скорость вращения двигателя существенно изменяется, то в контуре появляется статическая ошибка по возмущения, величина которой зависит от производной скорости. Для уменьшения ошибки возможно методом моделирования подобрать большее значение коэффициента усиления регулятора тока с учетом фактических параметров перегрузки двигателя.

Реализация ограничения тока в электроприводе

со скалярным управлением

Ограничение тока в электроприводах со скалярным управлением достигается реализацией контура регулирования тока двигателя при перегрузках с управлением напряжением или частотой инвертора. При

управлении напряжением инвертора достигается ограничение тока двигателя, как в первой, так и во второй зонах регулирования скорости. При управлении инвертора напряжением ограничение тока принципиально возможно только в первой зоне регулирования скорости.

На рисунке 23 приведена функциональная схема электропривода с ограничением тока по каналу управления напряжением инвертора при работе двигателя в зоне малых скоростей вращения и ограничением тока при больших перегрузках. Функциональная схема не зависит от системы координат, в которой представлен двухфазный двигатель. Ограничение тока электропривода на уровне допустимого $I_{\text{эл.макс}}$ достигается с помощью отрицательной обратной связи по фазному току статора двигателя $I_{1\phi}$, действующей на вход управления напряжением инвертора.

Ограничение тока электропривода при перегрузках уменьшением напряжения двигателя возможно как в однозонном, так и в двухзонном электроприводе. Поскольку в этом случае частота питающего напряжения остается неизменной, а напряжение уменьшается, то двигатель быстро стопорится при очень малом значении момента на валу. При исчезновении перегрузки двигатель не разгоняется.

3.7 Имитационные исследования электропривода конвейера

Цель имитационных исследований электропривода конвейера заключалась в проверке работоспособности электропривода во всех основных технологических режимах работы:

- пуск электропривода на минимальную скорость и максимальную;
- наброс и сброс нагрузки;

Имитационный полный цикл работы электропривода конвейера показан на рисунке 21.

Полученные результаты имитационных исследований подтверждают способность частотно-регулируемого электропривода конвейера обеспечить технические требования по диапазону регулирования скорости и по перегрузочной способности.

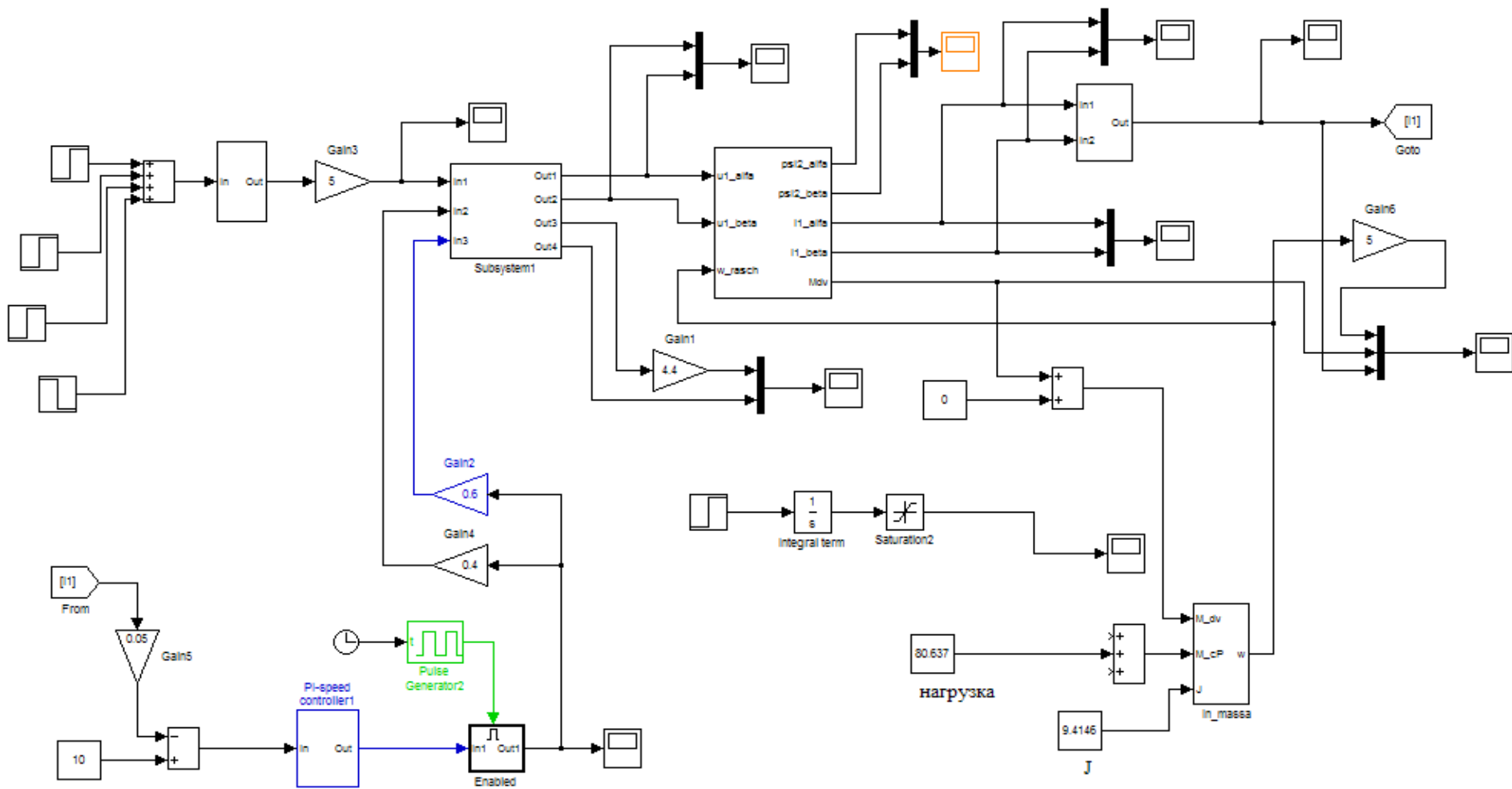


Рисунок 24 – Имитационная модель частотно-регулируемого электропривода конвейера без груза с датчиком интенсивности скорости

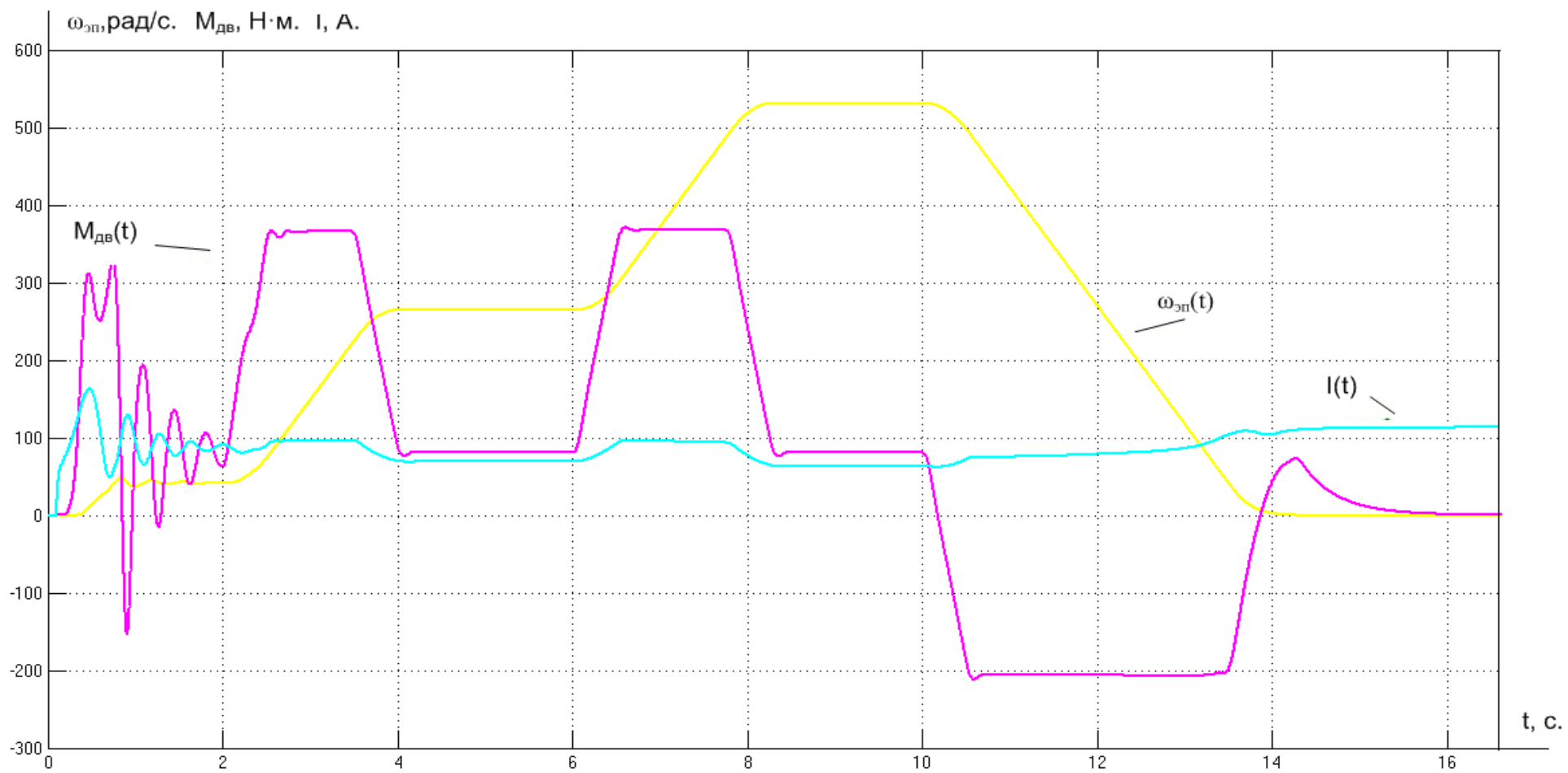


Рисунок 25 – Характеристики работы электропривода конвейера с s-образной характеристикой задатчика интенсивности без груза

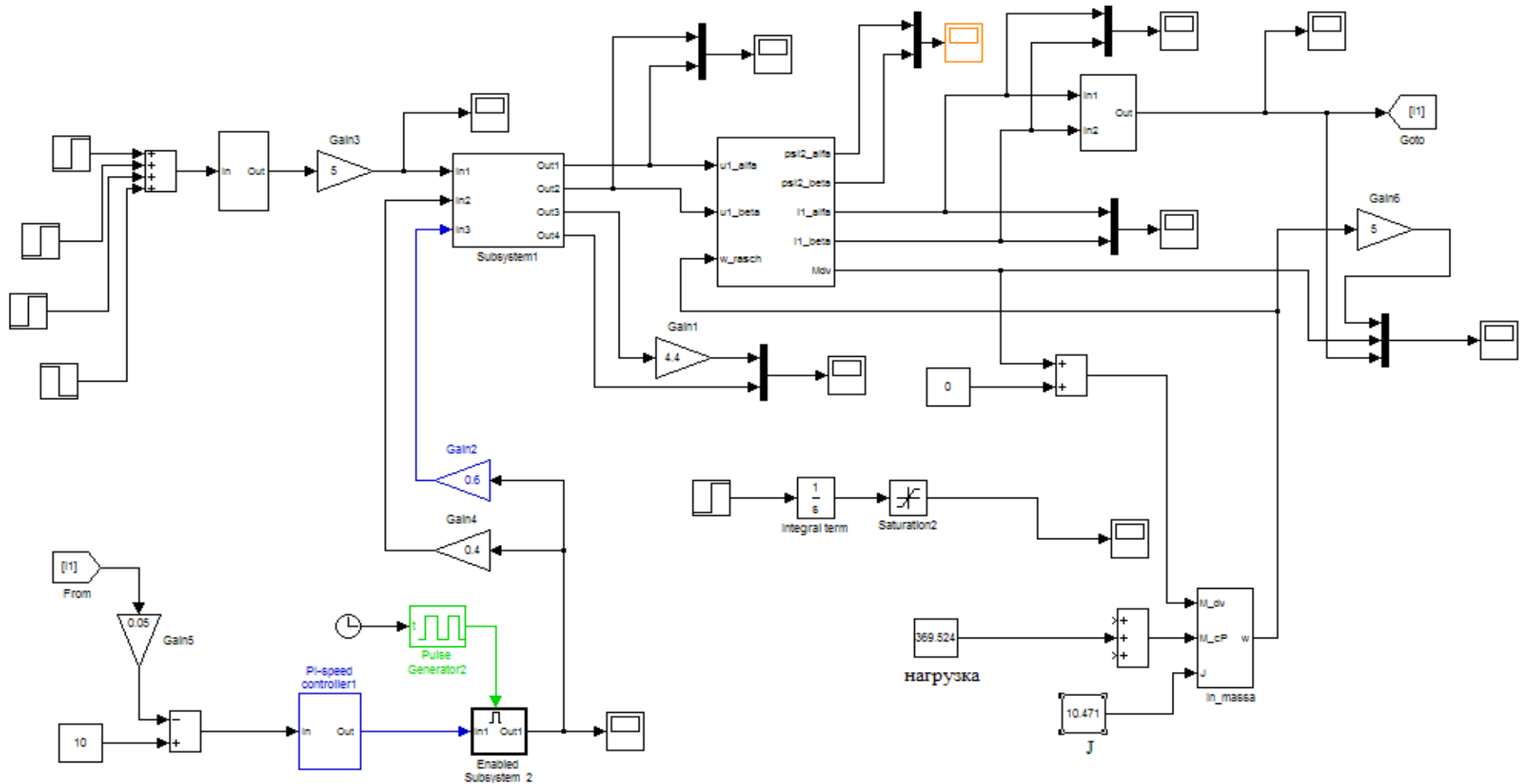


Рисунок 26 – Имитационная модель частотно-регулируемого электропривода конвейера с грузом с датчиком интенсивности скорости

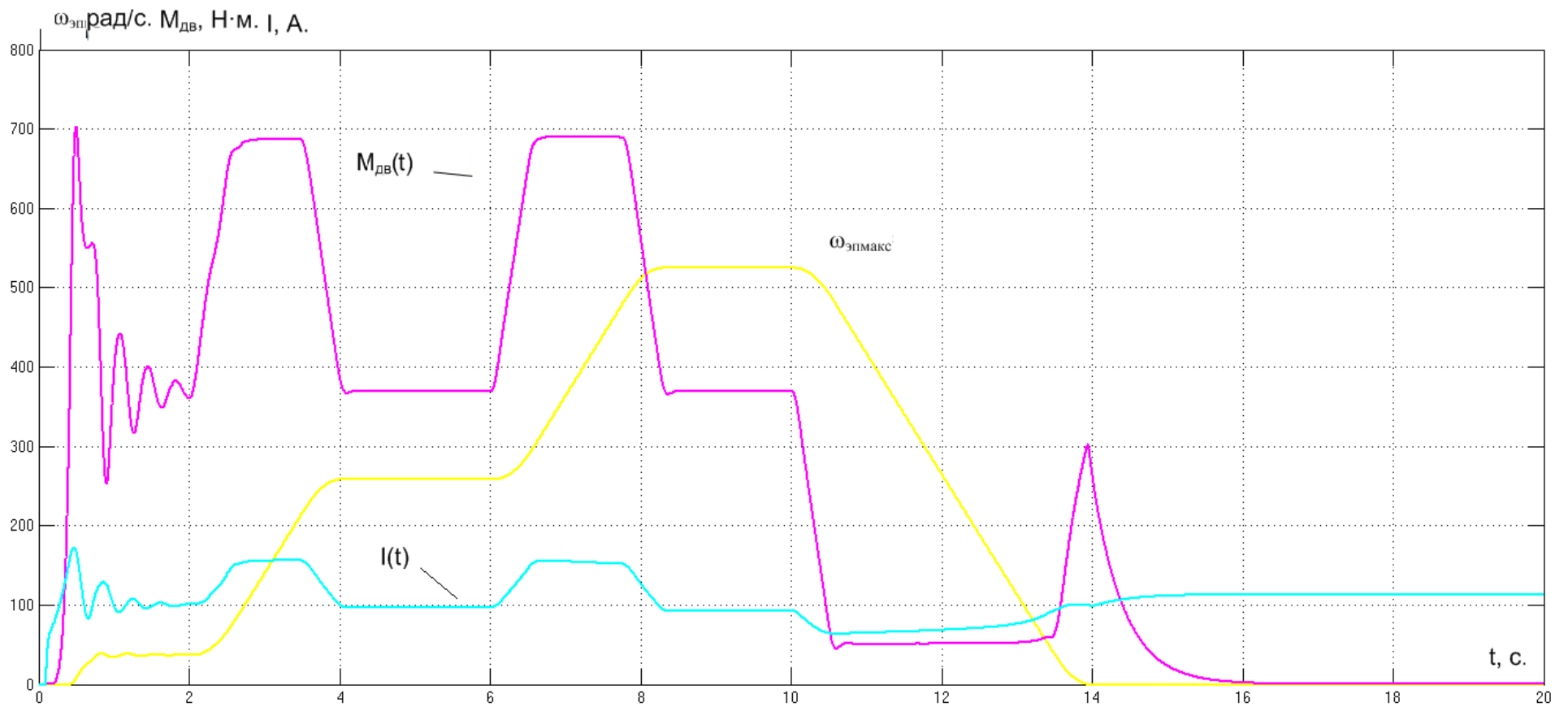


Рисунок 27 – Характеристики работы электропривода конвейера с s-образной характеристикой задатчика интенсивности с грузом

3.8 Имитационные модели электропривода с регулятором ограничения тока

Модель электропривода с ограничением тока по каналу управления напряжением инвертора

Имитационная модели электропривода с ограничением тока электропривода по каналу управления напряжением инвертора приведена на рисунке 28. Обратная связь по каналу управления напряжением двигателя имеет постоянную настройку во всем диапазоне регулирования скорости.

Приведенная на рисунке 28 имитационная модель электропривода с ограничением тока по каналу управления напряжением инвертора реализована с использованием модели асинхронного двигателя во вращающейся со скоростью $\omega_{эл1}$ произвольно ориентированной системе координат x, y .

В состав имитационной модели рисунок 28 входят:

- суперблок задатчика интенсивности скорости с S -образной характеристикой;
- суперблок формирователя фазных напряжений;
- суперблок двухфазного асинхронного двигателя в системе координат x, y ;
- суперблок одномассовой механической системы;
- суперблок преобразователя токов статора из системы координат x, y в систему координат α, β ;
- суперблок преобразователя токов статора из двухфазной системы координат α, β в трехфазную систему координат A, B, C ;
- суперблок вычислителя действующего значения тока статора ;
- суперблок регулятора ограничения тока (POT).

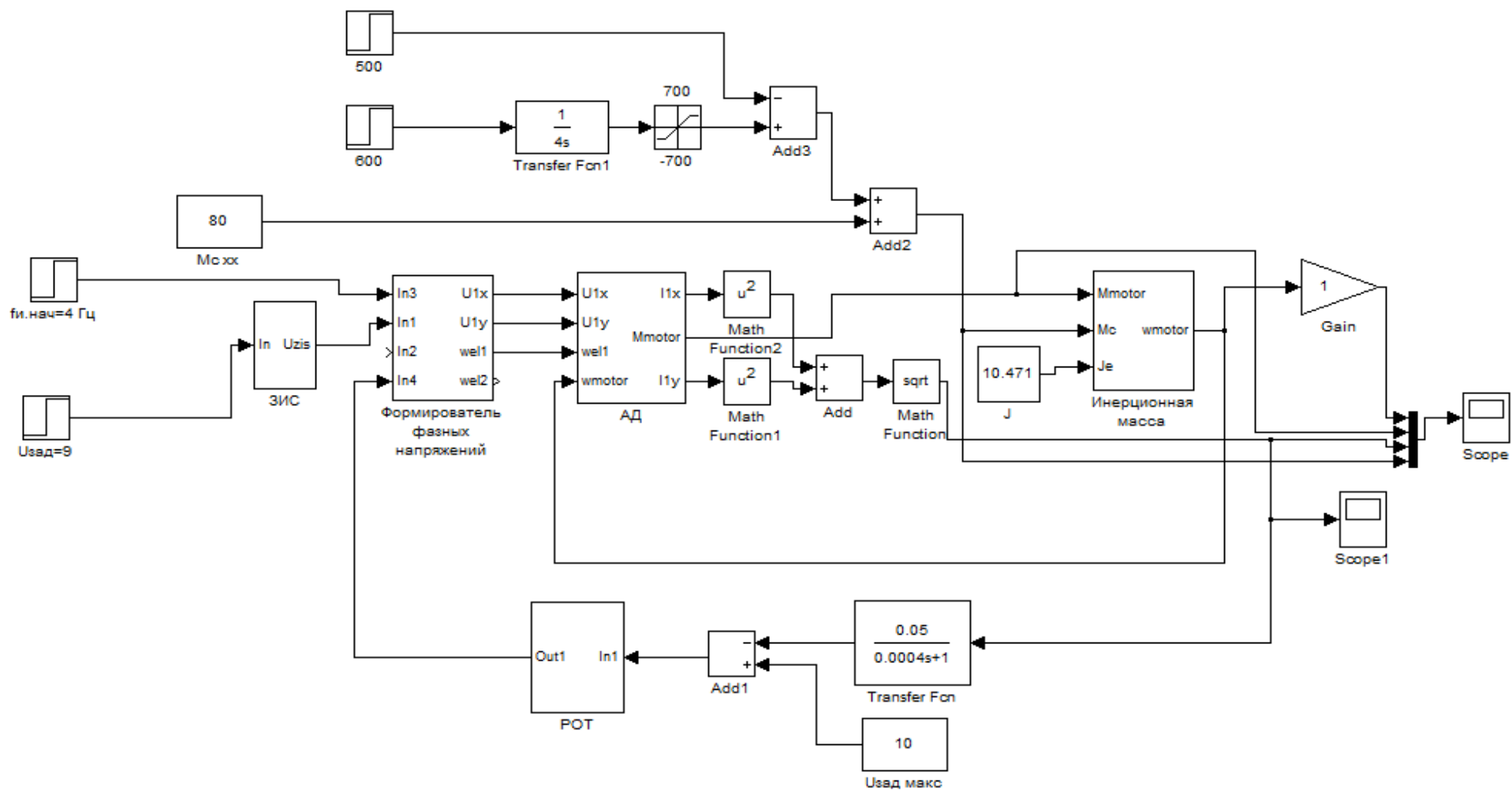


Рисунок 28 – Имитационная модель электропривода с ограничением тока по каналу управления напряжением инвертора

Регулятор ограничения тока

Имитационная модель регулятора ограничения тока электропривода при перегрузках (РОТ) приведена на рисунке. 29. Особенностью модели ПИ-регулятора ограничения тока является нелинейная характеристика ограничения выходного напряжения.

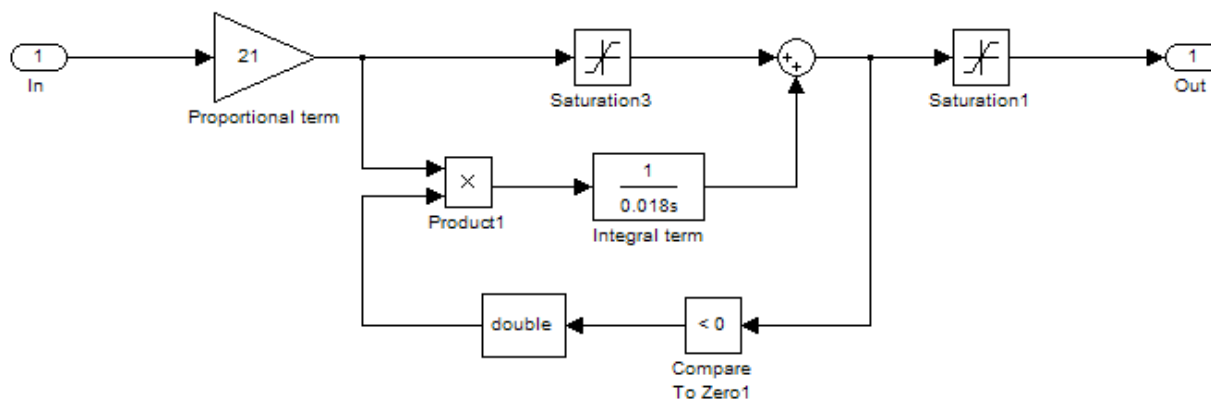


Рисунок – 29. Имитационная модель регулятора ограничения тока

Графики переходных процессов, полученные при пуске электропривода на холостом ходу ($U_{\text{зад}} = 8 \text{ В}$) и затем плавном увеличении

момента, приведены на рисунке 30. При перегрузке, когда превышает допустимый уровень момента (аварийный режим), срабатывает токоограничение, ограничивается ток на заданном уровне ($I_{\text{зад}} = 200 \text{ А}$) и

момент. Далее должна срабатывать защита и отключать электропривод. После снятия нагрузки привод следует запускать заново.

Полная имитационная модель электропривода без учета широтно-импульсной модуляции выходного напряжения инвертора приведена в Приложении А.

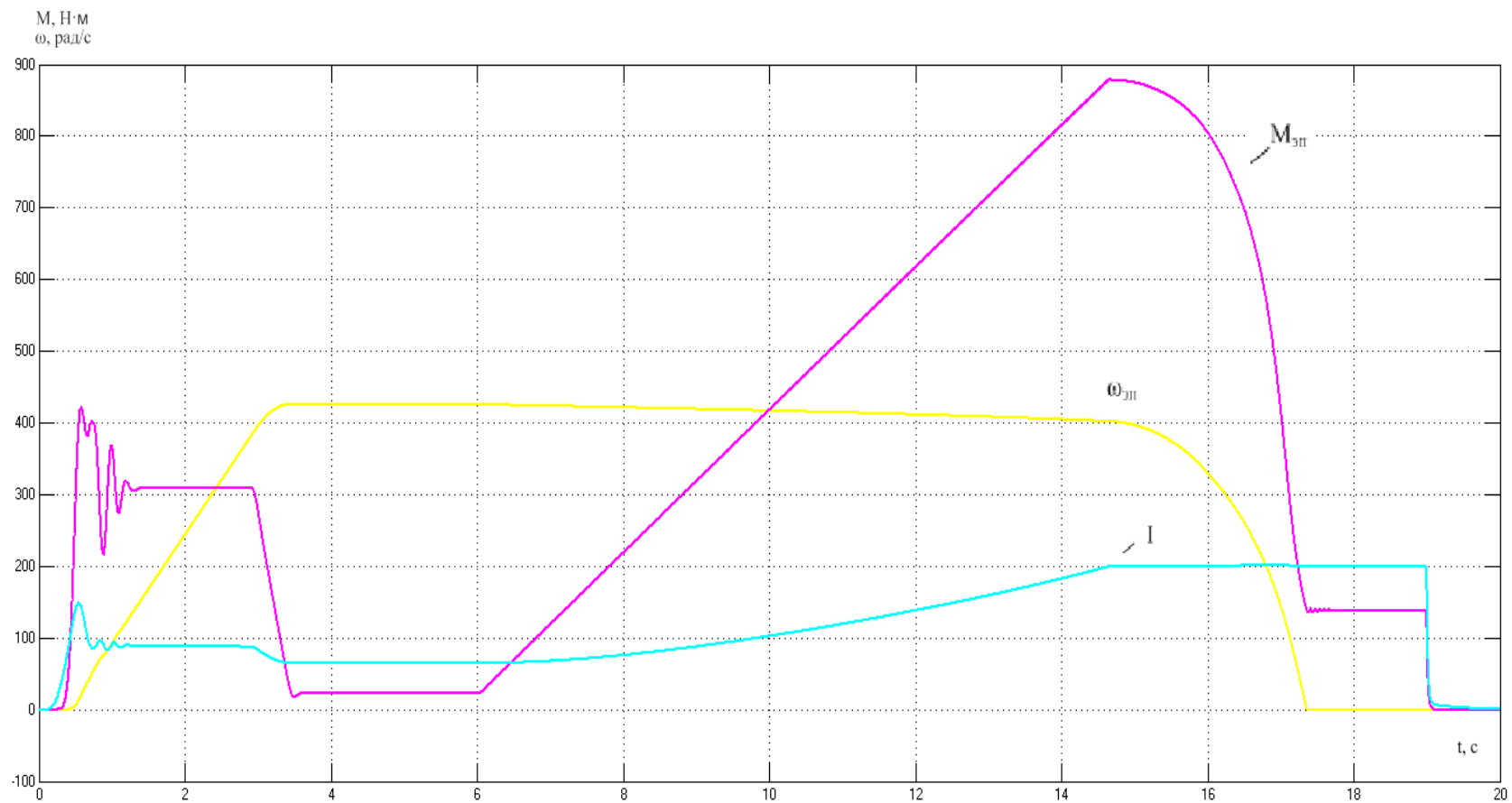


Рисунок 30 – Графики переходных процессов $I_1(t)$, $\omega(t)$, $M_{дв}(t)$ и $M_c(t)$ в режиме перегрузки двигателя

Полученные результаты имитационных исследований доказывают, что разработанный частотно-регулируемый электропривод конвейера обеспечивает требуемые качественные показатели.

3.9 Имитационная модель электропривода конвейера с частотным скалярным управлением и учетом ШИМ напряжения инвертора

Имитационная модель электропривода с учетом широтно-импульсной модуляции выходного напряжения инвертора приведена в Приложении Е.

На рисунках 31 и 32 приведены диаграммы $I_1(t)$, $\omega(t)$, $M_{дв}(t)$ и

$M_c(t)$ при отработке электроприводом конвейера имитационного цикла работы при пуске, соответственно, с изначально порожней лентой и с изначально груженой лентой.

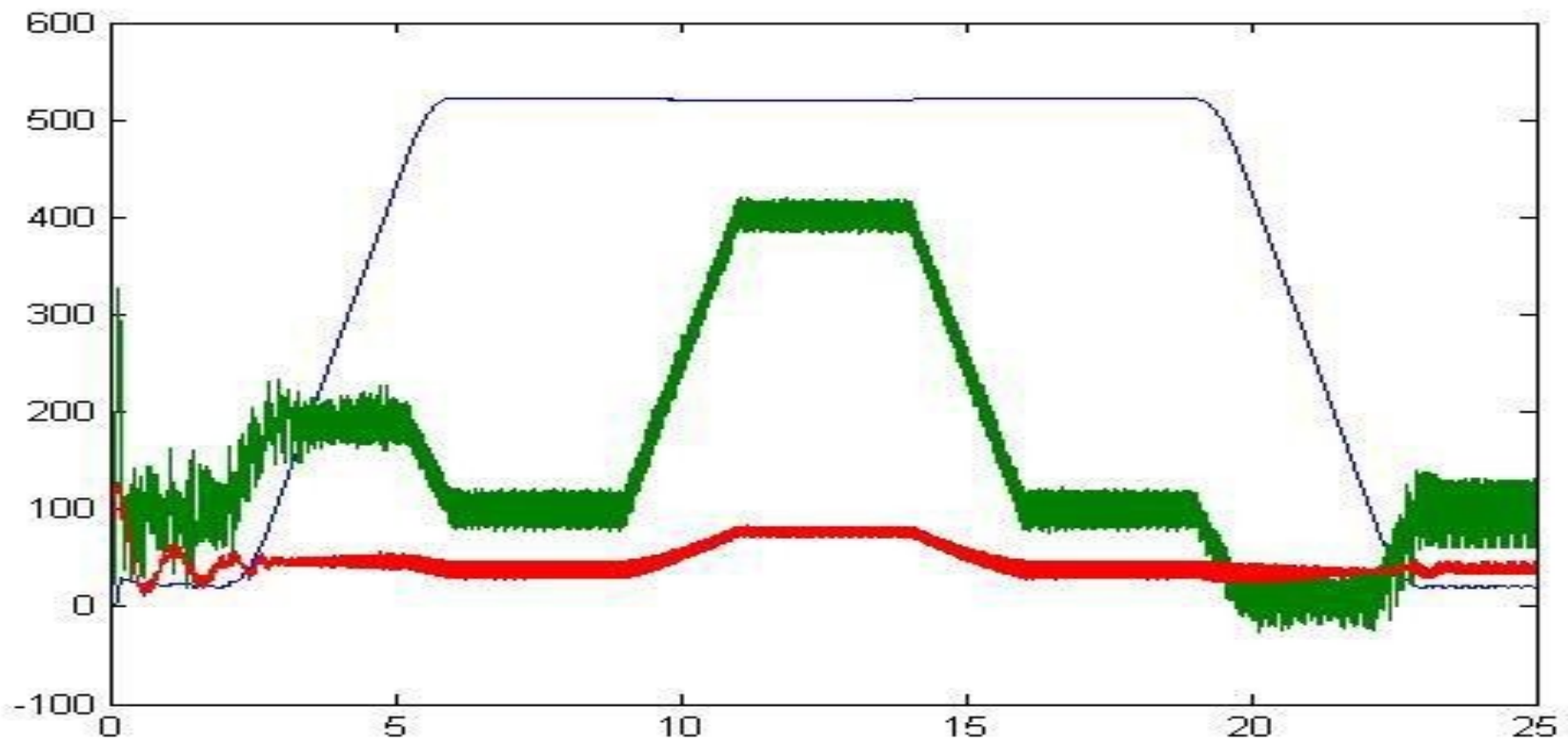


Рисунок 31 Графики переходных процессов $I_1(t)$, $\omega(t)$, $M_{дв}(t)$ и $M_c(t)$ в режиме порожней ленты

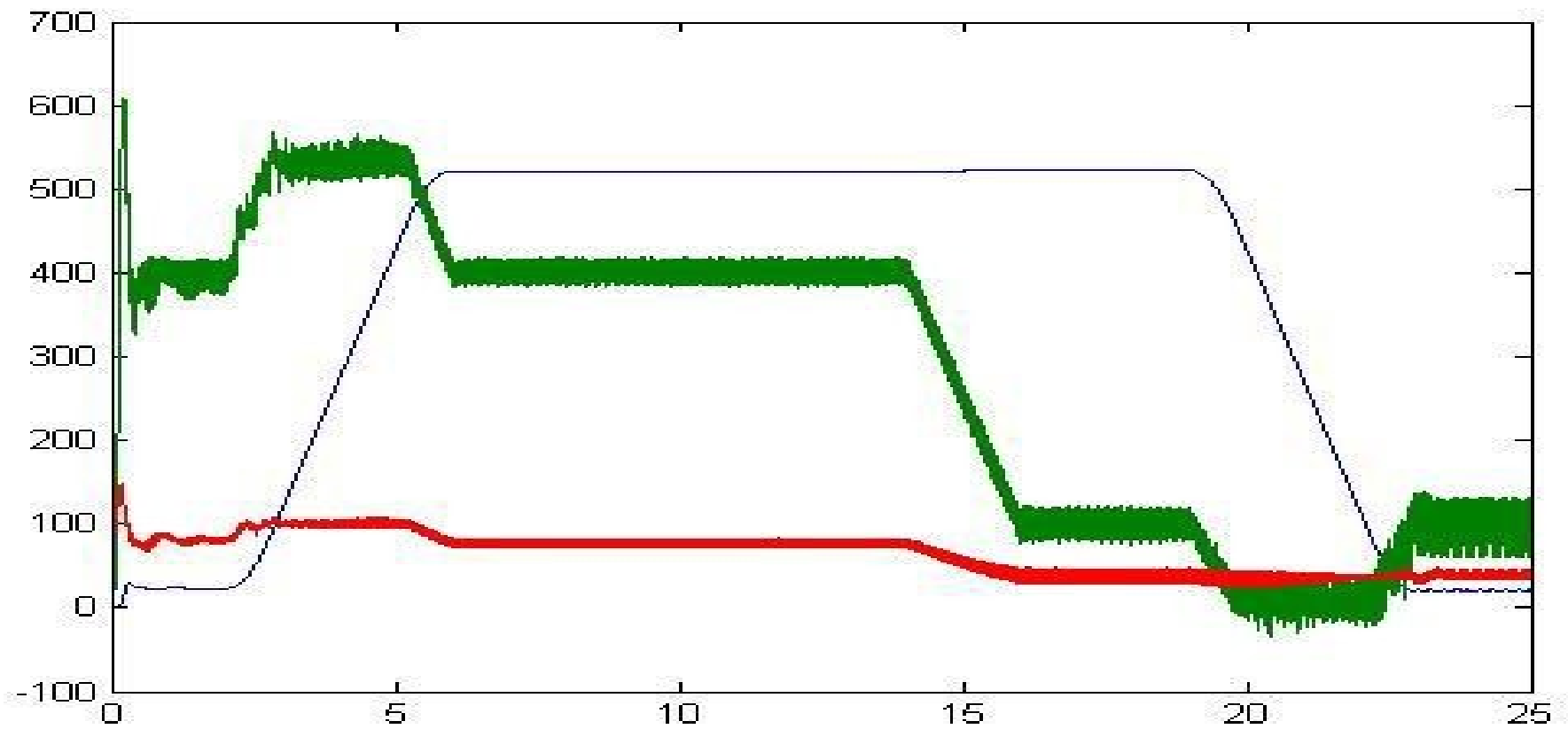


Рисунок 32 Графики переходных процессов $I_1(t)$, $\omega(t)$, $M_{дв}(t)$ и $M_c(t)$ в режиме нагруженной ленты

Анализ полученных результатов проведенных имитационных исследований электропривода конвейера показал качественное их совпадение при моделировании без учета и с учетом ШИМ напряжения инвертора. Однако только с учетом ШИМ можно произвести не только качественную но и количественную оценку электропривода ленточного конвейера.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Инициализация проекта и его технико-экономическое обоснование

Инициирование проекта и его технико-экономическое обоснование

Самым важным фактором успешной работы любого промышленного предприятия, при жесткой конкуренции со стороны отечественных и зарубежных производителей, является постоянное совершенствование технологий и продуктов. Новые технологии и модернизация - это является существенным фактором для успешного продвижения продукта. Современный рынок требует от отечественных производителей коренной реконструкции и модернизации устаревшего производственного оборудования. Совершенствование производственных технологий с целью повышения качества продукции, экономии затраченных средств, внедрение новых идей и, таким образом, появление новых продуктов с новыми свойствами - все это в условиях свободной конкуренции на рынке требуют производителям разработать и внедрить новое технологическое оборудование.

В представленном в данной части работы проекте исследуется частотно-регулируемый асинхронный электропривод, в том числе производится выбор наиболее выгодного варианта электропривода для рассматриваемого объекта автоматизации. Применение асинхронных электродвигателей с частотным приводом позволяет модернизировать производство, повысить надежность, срок службы оборудования, снизить энергопотребление. Асинхронные электродвигатели всегда в наличии, что позволит в случае необходимости провести оперативную замену.

Преимуществами такого вида электропривода по сравнению с электроприводами постоянного тока являются:

- **более низкая стоимость;**
- минимальные затраты на обслуживание;

– обеспечение требуемой степени защиты.

При этом асинхронные электродвигатели более надежны, чем электродвигатели постоянного тока за счет отсутствия щеточного (механизма) аппарата.

Стоимость асинхронного электродвигателя в 5 раз меньше двигателя постоянного тока. Асинхронные электродвигатели просты в обслуживании, всегда есть в наличии на случай аварийной замены.

4.2 Потенциальные потребители результатов НТП

Целевой рынок - рыночные сегменты, которые будут продаваться в будущем развитии. В свою очередь, сегмент рынка - специально выделенная часть рынка, группы потребителей, с некоторыми общими чертами. В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) использовать соответствующие критерии сегментации. В нашем случае, для коммерческих организаций критерии сегментации могут быть: место нахождения; промышленность; промышленные товары; размер и другие. Сегментирование рынка транспортного оборудования по следующим критериям: размер клиента, тип привода

Рисунок 1- Карта сегментирования рынка транспортного оборудования по используемым видам электроприводов:

		вид электропривода		
		Электропривод переменного тока	Электропривод АД с фазным ротором	Электропривод с частотным регулированием
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

	Фирма А		Фирма Б		Фирма В
--	---------	--	---------	--	---------

В этом примере сегментации карта показывает, какие ниши на рынке транспортного оборудования, не занятые конкурентами или где уровень конкуренции минимума.

В результате сегментации:

-основные сегменты этого рынка включают в себя использование электропривода с частотным регулированием средних и малых предприятий;

-наиболее перспективным сегментом предложения является привод с частотным регулированием средних предприятий;

-сегмент рынка, которые являются привлекательными для компаний в будущем, является обеспечение частотно-регулируемого электропривода с небольшими динамическими, компаниями.

4.3 Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время на современном рынке имеется множество вариантов различных составных частей электропривода, как зарубежного производства так и Российского. Рассмотрим допустимые варианты для нашего электропривода и проведем сравнительный анализ по основным характеристикам.

Таблица 1-Сравнительный анализ комплектующих электропривода

Характеристика	Электродвигатель			Частотный преобразователь			Редуктор		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Стоимость	96720	99252	131493	282400	215200	170420	90000	81300	74000
Надёжность	Над.	Над.	Над.	Над.	Над.	Над.	Над.	Ненад.	Над.
Питание	380 В	380В	380В	380	660	380	-	-	-
Доступность з/частей	Дост.	Трудно Доступ.	Дост.	Трудно Доступ.	Дост.	Дост.	Дост.	Дост.	Дост.
Простота обслуживания	Прост	Прост	Прост	Прост	Сложное Обслуж.	Прост.	Прост	Прост	Прост

- Были рассмотрены:

- Электродвигатель №1- АИР250 S6 (45кВт)
- Электродвигатель №2- 5АИ250 М6 (45кВт)
- Электродвигатель №3- АВ250 S6 (45 кВт) ++
- Частотный преобразователь №1-КЕВ М5 (55 кВт)
- Частотный преобразователь №3-Power Flex А50 (55 кВт)
- Частотный преобразователь №2- ATV71HD55N4 (55 кВт) ++
- Редуктор №1- 1Ц2У-315К ($i_p=20$)
- Редуктор №2-1Ц2У-315Н ($i_p=20$)
- Редуктор №3- Ц2НШ-385 ($i_p=20$) ++
- Из рассмотренных вариантов выбираем наиболее выгодные для нас по простоте обслуживания, цене, доступности запасных частей:
 - 1) Электродвигатель - АВ250S6(45кВт)
 - 2) Частотный преобразователь - ATV71HD55N4(55 кВт)
 - 3) Редуктор - Ц2НШ -385 ($i_p=20$)

Анализ конкурентных изменений на рынке, должны проводиться на регулярной основе, поскольку рынки находятся в постоянном движении. Такой анализ помогает внести коррективы, с тем, чтобы успешно противостоять их противников. Важно, чтобы реально оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с точки зрения эффективности использования ресурсов и ресурсов позволяет провести оценку сравнительной эффективности научных разработок и определить

области для ее будущего направления целесообразно проводить этот анализ с использованием системы показателей, пример которой приведен в табл. 2. Для этого необходимо выбрать, по крайней мере, три или четыре разработки и конкурентоспособную продукцию. В качестве конкурентных товаров были рассмотрены электроприводы (Бф - АВ250S6, БК1 - АИР250Р3, БК2 - АИР250Р4)

Таблица-2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности пользователей	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
2. Удобство использования (соответствует требованиям потребителей)	0,07	4	5	2	0,28	0,35	0,14
3. Энергоэффективность	0,11	5	3	3	0,55	0,33	0,33
4. Надежность	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
5. Уровень шума	0,03	3	4	4	0,09	0,12	0,12
6. Безопасность	0,08	4	2	3	0,32	0,16	0,24
Оценка эффективности и экономические критерии							
1. Конкурентоспособной продукции	0,04	3	2	3	0,12	0,08	0,12
2. Цена	0,15	4	5	3	0,6	0,75	0,45
3. Срок эксплуатации, предполагаемый	0,12	5	3	4	0,6	0,36	0,48

4. Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	1	0,25	0,15	0,05
Итого	1				4,36	3,55	3,33

Критерии для сравнения и оценки эффективности использования ресурсов и ресурсов, перечисленных в таблице. 2, выбирается на основе сравнения отдельных объектов на основе их технико-экономических характеристик разработки, внедрения и сопровождения. Положение конкурентов и развитие оценивается по каждому показателю экспертами по пятибалльной шкале, где 1 - наиболее слабой позиции, 5 - самый мощный. Веса показателей, определенных экспертом, в сумме должны быть 1. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K - конкурентоспособность научных разработок или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Итогом данного анализа является определение конкурентных преимуществ, которые отличающихся высоким уровнем качества при стандартном наборе определяющих его параметров. Из данного анализа видно, что наиболее перспективен электропривод АВ250S6(45кВт).

4.4. Планирование научно–исследовательских работ

Сложность характеризуется количеством человеческого труда, затраченного на производство какого-либо продукта. Все этапы работы и величина затрат труда, перечислены в графике, таблице 8.

Таблица 3. Этапы и содержание НИР

Таблица 3– Типовое содержание проектных работ

Содержание работ	Трудоемкость работ, час	Исполнители *)
1. Разработка ТЗ на проектирование	5	И, Э.
2. Разработка плана работ и	5	И, Э.

технико-экономическое обоснование проекта		
3. Описание объекта автоматизации (модернизации)	13	Э, П.
4. Кинематическая схема механизма	14	Э, П.
5. Разработка структурной (принципиальной) схемы ЭП	18	И, П.
6. Расчет мощности и выбор электродвигателя	8	Э, П.
7. Выбор способа регулирования скорости	13	И, Э.
8. Расчет предельных характеристик системы «преобразователь–электродвигатель»	12	И, Э.
9. Разработка математической модели системы АУ ЭП	23	Э, П.
10. Оптимизация САР электропривода	12	И, П.
11. Разработка программы имитационного моделирования	17	Э, П.
12. Вопросы безопасности и экологичности проекта	13	И, Э.
13. Технико-экономические расчеты	13	И, Э.
14. Составление пояснительной записки	36	И, Э.
15. Разработка графического сопровождения проекта	15	И, П.
*) Исполнители: И - инженер I категории, Э - электромонтер 5 разряда, П - программист 4 разряда		

4.5 Планирование пуско-наладочные работы

Для того, чтобы быстро и эффективно произвести регулировку электрооборудования и электрических цепей, нам необходимо хорошее знание оборудования, проектирования схем и расчета электрических параметров. Таким образом, регулировка завершена штат опытных и квалифицированных специалистов. Цены на проведение пуско-наладочные определяется исходя из сложности массового производства, освоены промышленностью электрических устройств в соответствии с требованиями части 3 СНиП "Организация, производство и прием работ" и технических спецификаций для производства и поставка электрических приборов.

При составлении сметы или расчет на выполнение работ, когда договор предусматривает промежуточных платежей следует руководствоваться структурой ПНР, приведен в таблице 4

Таблица 4-Структура ПНР

№	Состав работы	Стоимость ПНР (%) от общей сметной стоимости
1	Подготовительная работа	10
2	Наладочные работы проводится с целью проверки отдельного технологического оборудования	40
3	Наладочные работы во время индивидуального тестирования технологического оборудования	30
4	Комплексное тестирование	15
5	Создание отчетной документации и приемки	5

Ценами учтены затраты на следующие работы:

1. Подготовительные работы - организационная и инженерная подготовка работ; исследование электрической части проекта и ознакомиться с технической документацией; получение от клиента согласованной защиты и автоматики устройств растений; Подготовка парка, а также ввод в эксплуатацию и протоколы установлены программы.

2. Визуальный осмотр электрооборудования на предмет соответствия проекта; проверки и настройки отдельных элементов и функциональных групп; тестовые сборки схемы; параметры испытания и удаление отдельных характеристик устройств; измерение сопротивления изоляции; путем соединения обмотки; Отрегулировать реле оборудования.

3. наладка электротехнического оборудования под напряжением, в том числе силовых цепей; удаление и получение необходимых характеристик, сравнить их с данными проекта, расчетными; тестирование и ввод в эксплуатацию оборудования и простоя под нагрузкой в сочетании с технологическим оборудованием.

4. Обеспечение взаимных связей в качестве составной части электрических приборов и механизмов, как части блока; согласование входных и выходных параметров и характеристик отдельных механизмов в составе блока;

Программное обеспечение на узлах электрических и электромеханических параметров и режимов, предусмотренных проектом. Изготовление одной копии протоколов ввода в эксплуатацию и тестирования;

Добавление к протоколу, которые были изменены в процессе.

Таблица 5- Этапы и содержание ПНР

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1. Подготовительный этап	1.1.	Ознакомление с проектом, выявления несоответствий. Составление расписания работы ПНР.	Руководитель представитель заказчика бригада

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
			наладчиков
	1.2.	Подготовка оборудования и инструментов;	Бригада наладчиков
	1.3.	Визуальный осмотр электрооборудования и проверка доступности;	Бригада наладчиков
	1.4.	Определение соответствия техническим условиям;	Бригада наладчиков
	1.5.	Подготовка рабочей программы испытаний и корректировки с учетом особенностей объекта.	Бригада наладчиков
2. Проверочные работы:	2.1.	Контроль качества электрической работы и их соответствие рабочим чертежам проекта	Бригада наладчиков
	2.2.	Проверка установленного оборудования, калибровка и удаление необходимых случаев характеристик	Бригада наладчиков
	2.3.	Проверка эффективности схем	Бригада наладчиков
	2.4.	Проверка работу электрических систем, блокировки и автоматизации.	Бригада наладчиков
3. Наладочные работы:	3.1.	Введ параметры двигателя в преобразователе частоты, при работе системы;	Бригада наладчиков
	3.2.	Проверка работу и функционирование сигнализации и защиты блоков	Бригада наладчиков
	3.3.	Ввод системных параметров преобразователя частоты	Бригада наладчиков
	3.4.	Проверка напряжения привода диапазон изменения, скорость настройки опорного устройства	Бригада наладчиков
	3.5.	Окончательные проверки безопасности	Бригада наладчиков
	3.6.	Установка и удаление требуемых характеристик элементов автоматического управления в соответствии с требованиями	Бригада наладчиков

		процесса, испытательное оборудование в режиме холостого хода	
4. Комплексное опробование	4.1.	Предоставление взаимных связей устройств в электроустановке;	Бригада наладчиков
	4.2.	Согласование входные и выходные параметры входных и выходных характеристик отдельных механизмов	Бригада наладчиков
	4.3.	Проверка параметров работы системы при работе с пультом дистанционного управления	Бригада наладчиков
5. Оформление документации	5.1.	Составление протоколов ПНР	Бригада наладчиков
	5.2.	Принятие линии. Добавление одного экземпляра концепции проекта и изменения, внесенные в ходе время ПНР	Руководитель, представитель заказчика, бригада наладчиков

4.6 Состав бригады для проведения ПНР

Число членов команды и распределение объемов между НДП членов команды зависит от подготовки наладчиков и их практического опыта, а также продиктовано целым рядом требований, предъявляемых к ПНР:

1. Работы характеризуются узкой специализации, сложности.
2. В соответствии с правилами и нормами эксплуатации и наладку электрооборудования напряжением до 1000 В запрещается работать на оборудовании под напряжением, менее двух членов команды.

Распределение объем распределения работ между членами бригадира выполняет как опытный профессионал, который знает каждый член команды. Продолжительность любой операции на каждой стадии, зависит от технической сложности. Состав бригады, выполняющей ввод приведен в таблице 9.

Таблица 6- Состав бригады, выполняющей ПНР

	Состав бригады	Категория
1	Инженер-наладчик (бригадир)	I
2	Инженер-наладчик	II
3	Инженер-наладчик	III

С командой наладчиков, изготовление и пуско-наладочных работ, трудового договора, в котором предусмотрен срок и количество поведения работы, которая представляет собой соглашение. Срок ввода в эксплуатацию составляет 22 рабочих дней по 8 часов.

Объем распределения и время ПНР на этапы, показанные в таблице 7

Таблица 7- Распределение времени выполнения ПНР

№	Члены бригады	Время выполнения работ по этапам, раб. дни				
		1	2	3	4	5
1	Инженер-наладчик (бригадир)	3	7	6	4	2
2	Инженер-наладчик	3	7	6	4	2
3	Инженер-наладчик	3	7	6	4	2

По таблице 7. строим календарный график, на июль месяц 2016 года, проведения ПНР.

Таблица 8- Календарный план-график ПНР

Этап	Исполнит.	t-емкость, дни Рабочие	Выполнение ПНР по дням																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1 – ый	Инженер – наладчик I кат.	3	■	■	■			■	■						■	■							■	■					■	■		
	Инженер – наладчик II кат.	3	■	■	■			■	■						■	■							■	■					■	■		
	Инженер – наладчик IIIкат	3	■	■	■			■	■						■	■							■	■					■	■		
2 – ой	Инженер – наладчик I кат.	7				■	■		■	■	■	■	■																			
	Инженер – наладчик II кат.	7				■	■		■	■	■	■	■																			
	Инженер – наладчик IIIкат	7				■	■		■	■	■	■	■																			
3 – ий	Инженер – наладчик I кат.	6													■	■	■	■	■				■									
	Инженер – наладчик II кат.	6													■	■	■	■	■				■									
	Инженер – наладчик IIIкат	6													■	■	■	■	■				■									
4 – ый	Инженер – наладчик I кат.	4																							■	■	■					
	Инженер – наладчик II кат.	4																						■	■	■	■					
	Инженер – наладчик IIIкат	4																						■	■	■	■					
5 – ый	Инженер – наладчик I кат.	2																												■	■	
	Инженер – наладчик II кат.	2																											■	■		
	Инженер – наладчик IIIкат	2																											■	■		

Расчет бюджета проекта по внедрению частотного электропривода

4.7 Смета затрат на ПНР

Между организацией и пусконаладочной группой составляется контракт на проведение ПНР с оплатой после окончания ПНР по контрактной цене, согласно указанной цене на 31 марта 2016 года в полном размере 68 951,82 рублей. В контракте указано, что инженер-наладчик бригадир (I категория) получает 40% (27580,72 руб.), инженер-наладчик (II категория) 32% (22064,58 руб.), инженер-наладчик (III категория) 28% (19306,50 руб.) от фонда оплаты труда.

Дополнительные затраты по заработной плате приведены в таблице 9.

Таблица 9- Дополнительные затраты по заработной плате

№	Наименование статей	Плановые (руб.)	Примечание
1	Стоимость работ	41200,30	
2	Районный коэффициент	12360,09	30% от п. 1
3	Коэффициент, действующий при проведении ПНР в зоне работы действующего оборудования	4120,03	10% от п. 1
4	Коэффициент, учитывающий работы на установке, находящейся под напряжением	12360,09	30% от п. 1
5	Основная заработная плата, в том числе и дополнительные выплаты	70040,51	п.1+п.2+п.3+п.4
6	Дополнительная заработная плата	7004,051	10%отп.5
7	Итого	77044,561	п.5+п.6

Расходы организации для выполнения пуско-наладочных работ приведен в таблице 10.

Таблица 10- Общая стоимость затрат на проведение ПНР

№	Наименование статей	Плановые (руб.)	Примечание
1	Заработная плата	77044,561	
2	Взносы во внебюджетные фонды	23113,36	30% от п.1
3	Накладные расходы	12327,12	16% от п.1
4	Стоимость работ	112485,051	п.1+ п.2+п.3
5	Прибыль	8998,80	8% от п.4
6	Цена ПНР	121483,855	п.4+п.5
7	НДС	21867,09	18% от п.6
8	Итого	143350,949	п.6 + п.7

Цены всех комплектующих представлены в таблице 1 на 31 марта 2016 года.

Таким образом, для проведения пуско-наладочных работ затратило предприятия 143 350,9 рублей, для покупки оборудования 375 913 рублей. Поставленные задачи по модернизации завершены за 22 рабочих дней.

4.8 Расчет расходов при эксплуатации электропривода (стоимости силовой электроэнергии)

Эксплуатационные расходы включают следующие статьи затрат:

- Затраты на электроэнергию
- Заработная плата обслуживающих персоналов
- Амортизационные отчисления
- Расходы на ремонт
- Стоимость материалов, связанных с работой

Мощность электроэнергии используется для питания привода рабочих механизмов и рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned}
 \frac{W}{\cdot \frac{k_e \cdot k_z}{\text{сил.эн}}} &= \frac{P_{\text{уст}} \cdot F_d \cdot k_m}{k_{\text{об}} \cdot k_c} = \frac{45 \cdot 4000 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,7}{0,92 \cdot 0,9^{93}} \\
 &= 54782,6 \text{ кВт} \cdot 0,9^{93}
 \end{aligned}$$

де $P_{уст}$ – мощность установленного оборудования, 45кВт;

F_d – фактический годовой фонд времени работы оборудования, 4000 часов, автоматические линии в 2 смены;

k_m – коэффициент одновременного использования электродвигателей (0.6-0.7);

k_e – коэффициент использование по времени, машинного оборудования (0.6-0.8);

k_z – средний коэффициент загрузки оборудования (0.7-0.8);

k_c – коэффициент, учитывающий потери, в электросети (0.92-0.95);

$k_{дв}$ – коэффициент, учитывающий потери в двигателях (0.9-0.93).

Энергетические затраты в денежном выражении рассчитывается следующим образом:

$$C_{эл} = W_{сил.эн} \cdot C_э = 54782.6 \cdot 3,52 = 192834.7 \text{ руб} / \text{год}$$

где $C_э=3,52$ руб. – стоимость одного кВт-часа электроэнергии для промышленных предприятий.

4.9 Расчет амортизационных отчислений

Расчет амортизационных отчислений

Годовая амортизация рассчитывается на основе ставок амортизации

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100},$$

где

K – капитальные вложения в электрооборудовании;

H_A – проценты по амортизационных отчислений.

– Электродвигатель – 9,6 %

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 131493 \cdot 0.096 = 12623.3.$$

– Преобразователь – 3.5%

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 170420 \cdot 0,035 = 5964,7.$$

– Редуктор – 3.5%

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 74000 \cdot 0,035 = 2590.$$

– Электропривод – 9,6 %

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 375913 \cdot 0,096 = 36087,6$$

Электрооборудование (двигатели, генераторы, трансформаторы и т.д.) новинка. Он подлежит планового технического обслуживания, периодичность и объем которых регулируется перебоем системы ППР и промышленных электрических сетей.

4.10 Заработная плата обслуживающего персонала

Обслуживание привода с преобразователем частоты, двигатель и редуктор входит в обязанность оперативно-ремонтного персонала ремонтной группы организации.

Чтобы применить базовую оплату начисленных за время работ на предприятии, а также различные дополнительные платежи (сверхурочная, работа в выходные дни, региональные надбавки, премии, региональный коэффициент)

Оклад наладчика автоматических линий по присвоенному 6 разряду: 9090 руб.

Дневная заработная плата:

$$Z_{\text{НАЛ}} = \frac{(1,3 \cdot Z_T + \text{Надб})}{P_K \cdot F_D}$$

где Z_T - оклад в месяц;

$$H_{\text{доб}} = 3000 \text{ руб} \quad \text{добавка за сложности;}$$

1.4 - дополнительно отчисления за должности;

$P_K = 1,3$ - коэффициент, учитывающий районное регулирование;

$F_d = 22$ количество рабочих дней в месяц.

Рассчитаем основную зарплату:

$$Z_{НАЛ} = \frac{(1,4 \cdot 1,3 \cdot 9090 + 3010) \cdot 1,3}{22} = 1155 \text{ руб/дн}$$

Основная заработная плата за период работы:

$$Z_{ОСН} = Z \cdot \tau_p ;$$

где τ_p - в рабочее время:

$\tau_p = 247$ – в рабочее время – 1 год (в 2016 году 247 рабочих дней);

Рассчитаем основную зарплату за год:

$$Z_{ОСН} = Z_{НАЛ} \cdot \tau_p = 1155 \cdot 247 = 285,285 \text{ (руб);}$$

. Дополнительная заработная плата - плата за незаконченного времени (Оплачиваемые отпуска, и так далее)

Дополнительная заработная плата рассчитывается следующим образом

$$Z_{ДОП} = 0.15 \cdot Z_{ОСН} ;$$

Вычисляем дополнительную зарплату:

$$Z_{ДОП} = 0,15 \cdot Z_{ОСН} = 0,15 \cdot 285,285 = 42792,75 \text{ (руб);}$$

Суммарная зарплата:

$$Z_{\Sigma} = Z_{ОСН} + Z_{ДОП} = 285285 + 42792,75 = 328077,75 \text{ (руб).}$$

Расчет затрат на оплату труда сведем в таблицу 11

Таблица 11- Затраты на оплату труда

	Исполнитель
Основная зарплата, руб.	285285
Дополнительная зарплата, руб.	42792,75
Итого	328077,75

Отчисления на социальное страхование (ЕСН)

Страховые отчисления на сегодняшний день по существующему законодательству составляет 30 %:

$$ЕСН = 30\% \cdot З_{п} = 0,30 \cdot 328077,75 = 98423,32 \text{ (руб);}$$

Обязанности по обслуживанию линии ЛКОР-125 занимают 10% рабочего времени наладчика.

Зарплата обслуживающему персоналу в год составит:

$$З_{ПЕР} = 328077,75 \cdot 0,1 = 32807,775 \text{ (руб/год).}$$

Общая сумма эксплуатационных расходов

Общая сумма эксплуатационных расходов складывается из затраты на силовую энергию $C_{Э}$, годовых амортизационных отчислений $A_{год}$ и зарплаты обслуживающего персонала $З_{ПЕР}$.

$$P_{\Sigma} = C_{Э} + A_{год} + З_{ПЕР} = 192834,7 + 36087,6 + 32807,775 = 261730,075 \text{ (руб/год)}$$

При расчетах общих затрат на эксплуатацию расходы на электроэнергию составили 192834,7 (руб/год), заработная плата обслуживающего персонала 32807,775 (руб/год), амортизационные отчисления 36087,6 (руб/год). Общая сумма эксплуатационных расходов составила 261730,075 (руб/год).

4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности исследования

Эффективности происходит на основании расчетов интегральных показателей эффективности научных исследований. Его присутствие связано с определением средневзвешенных двух величин: экономической эффективности и эффективности использования ресурсов.

4.11. Интегральный финансовый показатель

Определяется следующим выражением:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{p.i}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – разработка интегрированного финансового показателя;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения включая ПНР (таблица 1);

$$\Phi_{p1} = 375\,913 + 143\,350,9 = 519\,263,9 \text{ руб}$$

$$\Phi_{p2} = 395\,752 + 143\,350,9 = 539\,102,9 \text{ руб}$$

$$\Phi_{p3} = \Phi_{\text{max}} = 469\,120 + 143\,350,9 = 612\,470,9 \text{ руб}$$

Φ_{max} – максимальная стоимость всего проекта

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{519263,9}{612470,9} = 0,84$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{539102,9}{612470,9} = 0,88$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{612470,9}{612470,9} = 1,0$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{ПНР}}} = \frac{612470,9}{612470,9} = 1,0$$

Полученное значение интегрального развития финансовых показателей отражают соответствующие численные более дешевые затраты на разработку в раз.

4.12. Интегральный показатель ресурсоэффективности

Она определяется следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель эффективности использования ресурсов

для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовое соотношение i -го варианта разработки исполнения;

b^{ia}, b_{ip} – балл i -го варианта осуществления разработки устанавливается экспертом, выбранным шкалой оценки;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 12.

Таблица 12- Сравнительная оценка вариантов исполнения

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1 Электропривод с Частотным преобразователем.	Исп.2 Электропривод с фазным ротором.	Исп.3 Электропривод постоянного тока
1.Повысить производительность труда пользователей	0,1	5	5	5
2. Практичность в эксплуатации (отвечает условиям показателей)	0,15	5	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	4	3	4
4. Энергосбережение	0,20	5	5	5
5. Надежность	0,25	5	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5	3
ИТОГО	1	4,7	4,15	4

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,01 = 4,7;$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,1 = 4,15;$$

$$I_{p-исп3} = 5 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,1 = 4.$$

4.13. Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

($I_{испi}$) определяется на основе интегрального показателя эффективности использования ресурсов и комплексной финансовой меры в соответствии с формулой:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{1_{исп.1}}^{р-исп}}{I_{финр}} = \frac{4,7}{0,9}$$

$$= 5,22$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_p}{I_{исп.2}^{финр}} = \frac{4,}{\frac{15}{0,97}} = 4,28$$

$$I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{исп.3}^{финр}} = \frac{4}{1} = 4$$

Сравнение интегрального показателя эффективности разработки вариантов проекта будет определять относительную эффективность (см. Табл. 13) и выбрать наиболее подходящий вариант предлагаемого.

Относительная результативность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.1}} = \frac{5,22}{5,22} = 1$$

$$\mathcal{E}_{cp2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = \frac{4,2}{5,22} = 0,81$$

$$\mathcal{E}_{cp3} = \frac{I_{исп.3}}{I_{исп.1}} = \frac{4}{5,22} = 0,76$$

Таблица 13- Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Интегральный	Исп.1 Электропривод с	Частотным преобразователем.
				10

Ис п.2	Электроприво д с фазным ротором.	Исп.3	Электро приво д	постоянного тока
1	показатель разработки	0,84	0,88	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,15	4
3	Интегральный показатель эффективности	5,22	4,28	4

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,76
---	--	---	------	------

Сравните значения с точки зрения финансовых и ресурсных точек эффективности к первому варианту используется в проекте, как наиболее эффективные.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников на рабочем месте, в том числе: правовой, социально - экономические, организационно - технические, санитарно - гигиенические, лечебно - профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Данный раздел посвящен анализу опасных и вредных производственных факторов при выполнении пуско-наладочных работ и эксплуатации проектируемого привода ленточного конвейера, решению вопросов обеспечения защиты от выявленных факторов на основе требований действующих нормативно-технических документов.

Работы по пуску и наладке привода ленточного конвейера проводятся со снятием напряжения. При монтаже и наладке данного привода используются электроинструменты с изолирующими рукоятками (до 1000 В). Все перечисленное электрооборудование имеет точки заземления и предназначено для работы в электроустановках до 1000 В.

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов. Анализ данных факторов необходим с целью их дальнейшего предупреждения.

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в

определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному ухудшению здоровья.

Опасные производственные факторы:

- опасность поражения электротоком;
- опасность падения с высоты или падения на рабочего предметов сверху;
- опасность ожога при загораниях и взрывах оборудования, загораниях горючих веществ;
- опасность ожога горячей водой, паром (при разрыве и свищах трубопроводов, паропроводов);
- опасность ожога открытыми источниками огня, электрической дугой.

По статистике электротравматизм – наиболее частый вид травматизма. 65% электротравм заканчиваются смертельным исходом. Во избежание электротравматизма при пуско-наладочных работах, должна быть обеспечена электробезопасность. Электрическая безопасность - это система организационных и технических мер по защите человеческих действий от электрического тока, электрической дуги, статическое электричество, электромагнитное поле. Поражение электрическим током - результат воздействия на электрический ток тела человека и электрической дуги. Электрический ток, проходящий через живой организм, производит тепловую (тепловой) эффект, который выражается в определенных областях тела, ожоги, нагрев кровеносных сосудов, крови, нервные волокна и т.д.

Электролитический (биохимическое) действие обусловлено разложением крови и других органических жидкостей, в результате чего значительное нарушение их физико-химических составов. Биологическая (механическое) действие за счет стимуляции и возбуждения живых тканей организма, сопровождающееся непроизвольными, судорожные сокращения мышц (в том числе сердца, легких).

К электрическим током являются электрические ожоги (ток или контакт: дуги, комбинированные или смешанные, электрические знаки (электрические знаки), металлизация кожи, механические повреждения, поражения электрическим током (поражение электрическим током). В зависимости от последствий поражения электрическим током подразделяются на четыре уровня: подергивание мышц без потери сознания, подергивание мышц с потерей сознания, потеря сознания и дыхательной недостаточности или сердечной функции, клиническая смерть в результате фибрилляции сердца или асфиксии (удушение).

5.1.1. Факторы, определяющие исход поражения

Основным поражающим фактором является электрический ток. При протекании более секунды переменного тока промышленной частоты выделяют следующие характерные значения: пороговый ток ощущения 0.8 – 1.2 миллиампера и пороговый не отпускающий ток 10 – 16 миллиампера;

Сопротивление тела человека. Выделяют внутреннее и наружное сопротивление. Основной составляющей является наружное сопротивление, сопротивление кожи человека. В качестве расчетного значения сопротивления тела принята величина 1000 Ом;

Путь тока. Различают так называемые большие петли, которые захватывают область сердца и малые петли. К большим петлям относятся: правая рука – ноги, левая рука – ноги, обе руки – ноги, голова – ноги. Малой петлей является: нога – нога. Пороговые значения поражающих токов зависят от продолжительности воздействия тока.

При	0.1 - 400 мА;
	0.4 - 125 мА;
	0.5 - 100 мА;
	0.7 - 70 мА;
	1.0 - 50 мА.

Вид тока. Постоянный ток менее опасен, чем переменный (в 4–6 раз по сравнению с током промышленной частоты). С ростом частоты тока значения поражающих токов увеличиваются, т.е. опасность поражения уменьшается. Установлено, что все, что повышает темп работы сердца, способствует увеличению вероятности поражения (усталость, возбуждение, испуг, жажда, алкоголь, наркотики, болезни).

Вредным производственным фактором – называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего определенных условиях приводит к заболеваниям или снижению трудоспособности.

Вредные производственные факторы:

- недостаточная освещённость рабочей поверхности, E , лк;
- вибрация общая, дБ;
- шум (эквивалентный уровень звука), дБА;
- пыль угольная;
- температура воздуха, градус C .

В процессе работы могут воздействовать вредные и опасные факторы, вызванные применением следующих веществ: меди и ее соединений, бензина, керосина, углеродной пыли, спирта этилового, минеральных масел, абразивной пыли и материалов, лаков, красок, растворителей.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых уровней ПДУ. При работах с вредными веществами персонал должен знать свойства применяемых веществ и меры безопасности при работе с ними.

Таблица 16 – Вредные и опасные вещества

№	Вредные, опасные вещества	Характеристика веществ, действие на организм человека	Меры безопасности и предосторожности
---	---------------------------	---	--------------------------------------

1	Медь и ее соединения	Используется в виде различных сплавов. Медь и ее соединения и соли – ядовиты при попадании в органы пищеварения. ПДК – 1 мг/м ³	Работать в вытяжном шкафу
2	Углеводороды предельные и непредельные (пропан, ацетилен)	Пропан – бесцветный горючий газ, тяжелее воздуха, без запаха. При вдыхании вытесняется кислород, по этому может быть головокружение и удушье (при высоких концентрациях); с воздухом 2,1-9,5% образует взрывоопасную смесь, ацетилен – бесцв. газ с характерным запахом (для сварки и резки металлов)	– СИЗ: шланговые противогазы ПШ-1, ПШ-2, самоспасатели СПИ-20, ПДУ-3 и др. – Работать с вентиляцией

Продолжение таблицы 16

3	Смесь углеводородов: бензин, керосин, мазут, минеральные масла: трансформаторное, турбинное, промышленное.	Это продукты перегонки нефти. Жидкости с резким запахом, легко воспламеняющиеся и испаряющиеся. При обычных <i>t.</i> пары их тяжелее воздуха и держатся в нижних слоях помещения. Токсичное действие оказывают на нервную систему. Проникают в организм в виде паров, через дыхательные пути, может через кожу, вызывая дерматиты или экземы в зависимости от индивидуальной восприимчивости кожи. ПДК бензин – 100 мг/м ³	При работе соблюдать осторожность и правила пожарной безопасности. Средства защиты: защитные кремы для рук, перчатки из маслостойких материалов
4	Пыль (зола) с содержанием свободного диоксида кремния SiO ₂	Диоксид кремния не растворяется в воде. В воздухе находится в виде аэрозоля. Токсичен – вызывает фиброз легких (силикоз), увеличивает	Уборка должна быть механизирована с мытьем водой или пылесосом. При уборке вручную применять

		склонность к заболеванию туберкулезом легких.	противопылевой респиратор.
5	Угольная пыль	Отложения пыли склонны к самовозгоранию. При горении выделяется СО и СО ₂ . Пыль, взвешенная в воздухе, взрывоопасна.	Не допускать взвешивания пыли. Перед уборкой ее следует залить распыленной струей воды.

5.2 Техника безопасности

Безопасность персонала при работах в электроустановках обеспечивается путем выполнения организационных и технических мероприятий.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках, являются:

- Оформление заказов на выполнение работ, порядок или перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; допуск к работе;
- Надзор во время работы;
- Оформление перерыва в работе, перевода в другое место, отделочные работы.

В ходе подготовки к работе с удалением напряжения должны быть в указанном порядке, что следующие технические мероприятия:

1. Выполните необходимые выключен и приняты меры по предотвращению напряжения питания на месте работы в результате ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов. Не прилагается к токоведущим частям, которые могут случайно приближающихся людей, техники и подъемного оборудования, на расстоянии меньше, чем указано в таблице 11.

2. Приводы ручные и с помощью кнопок на пульте дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты, а также торговые автоматы или имели место

контрольные предохранители цепей и цепей питания коммутационных устройств вождения.

3. Проверьте наличие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током. Электрическое напряжение до 1000 В с заземленной нейтрал при использовании биполярной индикатора, чтобы проверить отсутствие напряжения нужно как между фазами и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или защитным проводником. Разрешено использовать предварительно сертифицированных вольтметр. Не допускается использовать лампы.

4. Установлено заземление (заземлители включены, и где они не доступны, портативные заземления установлены). Переносное заземление сначала нужно прикрепить устройство к земле, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить к токоведущим частям. Чтобы удалить портативную землю должен быть в обратном порядке, сначала удалите ее из токоведущих частей, а затем отсоединить устройство от земли.

5. Индекс размещены плакаты "заземленных", экранированы при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, расфасованные предупреждающие знаки и предписания. Электрические установки должны быть вывешены плакаты "заземленных" на приводах разъединителей, выключателей и сепараторов, при ошибочном включении которых может быть под напряжением, заземленной электрической секции, а на клавиши и кнопки, пульт дистанционного управления коммутационными аппаратами. Для временных ограждений остающихся под напряжением токоведущих частей, можно использовать экраны, экраны, экраны и т.п., изготовленные из изоляционного материала.

Таблица 17 – Допустимое расстояние до токоведущих частей

Напряжение, кВ		Расстояние от людей и использовали инструменты и адаптировано	Расстояние от механизмов и г / п машин в рабочем и транспортном положении, стропов, грузозахватных приспособлений и расходных материалов
до1	На ВЛ	0.6	
	В остальных электроустановках	Не нормируется (без прикосновения)	1.0
1-35		0.6	1.0
60,110		1.0	1.5
220		2.0	2.5

5.2.1 Обязанности во время работы

Выполнять только те работы и только в том объеме и той зоне, которые определены заданием непосредственного руководителя. Запрещается расширять рабочую зону.

Правильно применять и использовать только по назначению выданные средства защиты, приспособления, инструмент, приборы контроля и пр., не пользоваться средствами защиты и т.д. полученными на стороне. Проверять внешним осмотром исправность и сроки испытания применяемого инструмента, приспособлений, механизмов и средств защиты.

Запрещается оставлять без надзора работающие станки, электроинструмент, пневмо-инструмент. Инструмент и приспособления должны располагаться так, чтобы исключалась возможность его скатывания

или падения. Класть инструмент на перила ограждения или не огражденные края площадок лесов, подмостей, а также вблизи открытых люков запрещается.

Запрещено несанкционированное выполнение работ, а также расширение рабочих мест и объем заданий, определенный наряд или распоряжение. Не допускается в электрической работе в согнутом положении, если выпрямление расстояние к токоведущим частям меньше расстояния, указанного в таблице 11.

5.2.2 электробезопасных средств

Изолирующие электробезопасных средств подразделяются на базовые и продвинутое.

Основные электрические устройства безопасности - изоляция устройств электрической безопасности, изоляция, которая поддерживает долгосрочное рабочее напряжение, электростанции и которая позволяет работать на токоведущих частях под напряжением. Изоляция электрических устройств безопасности, что само по себе не является при заданном напряжении для защиты от поражения электрическим током, но дополняя основные средства защиты, а также служит для защиты от напряжений прикосновения и шага напряжения.

Основные электрические устройства безопасности в электроустановках до 1000 В являются:

- изолирующий штанга;
- электроизмерительными изолирующими клещами;
- индикаторы напряжения;
- диэлектрические перчатки;
- изолированная инструменты.

Для получения дополнительных электрических устройств безопасности для работы в электроустановках до 1000 В являются:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры;
- изолирующие подставки и подкладки;
- изолирующий колпак.

Кроме выше перечисленных к электробезопасным средствам относятся:

- бесконтактные сигнализаторы наличия напряжения;
- защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие накладки);
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности.

В службе защиты резины следует хранить в специальных шкафах, на стеллажах, полках и т.д. отдельно от прибора. Они должны быть защищены от воздействия масел, бензина, кислот, щелочей и других разрушающих веществ резины, а также от прямого солнечного света и тепла радиационных нагревателей (не менее 1 метра от них). Средства защиты, изолирующие устройства и приспособления для работы под напряжением должны храниться в сухом, проветриваемом помещении.

Всех электробезопасных средств обслуживания и ремни безопасности должны быть пронумерованы, за исключением защитных шлемов, изоляционных ковров, изолирующих подставок, плакатов и знаков безопасности, защитных барьеров, стержней для передачи и выравнивания потенциалов.

Наличие и состояние средств защиты должны проверяться осмотром периодически, но не реже, чем 1 раз в 6 месяцев, лицо, ответственное за их состояние с записью результатов проверки в журнал. Средства защиты, выданного для их использования, также должны быть зарегистрированы в журнале. Средства защиты, кроме изолирующих опор, диэлектрические

ковры, плакаты и знаки безопасности, ограждения безопасности, переносные заземления, полученные для работы должны быть проверены оперативных стандартов тестирования.

Средства, полученные в индивидуальном использовании, также подлежат тестированию.

5.3 Производственная санитария

Производство санитария - это система организационных и технических средств для предотвращения или уменьшения воздействия на рабочих вредных факторов. Стандарты для производственной санитарии и гигиены труда определить единицу промышленных и бытовых помещений, рабочих мест, в соответствии с физиологией и профессиональных ограничений здоровья и безопасности в воздухе производственных помещений пыли, газы, пары и т.д.

Для характеристики условий труда и безопасности работы вычисляются показатели, отражающие энерговооруженность труда, загрязненность и влажность воздуха, системы освещенности рабочего места, шум, вибрацию и т.п. Пуско-наладочные работы можно отнести к средней категории тяжести труда и является работой с повышенной опасностью. При выполнении работ повышенной опасности электрослесарю должны быть выданы все защитные средства, необходимые по характеру и условиям производства работ согласно требованиям ПТБ.

В рассматриваемой цехе используется совместное освещение: освещение, при котором недостаточное естественное освещение дополняется искусственным электрическим, выполненным по системе общего освещения. При недостаточном освещении рабочего места необходимо применять дополнительное местное освещение (фонари или переносные светильники напряжением не выше 12 В). Запрещается применять переносные светильники напряжением 220 В. При работах с лампами, содержащими

пары ртути (лампы белого света ЛБС, лампы дневного света ЛДС, лампы ДРЛ) надо быть осторожным, чтобы не разбить лампу. Если же лампа разбилась, то помещение надо проветрить, а металлическую ртуть собрать с помощью резиновой груши. Полноту сбора ртути проверяют с применением лупы. Оставшуюся ртуть удаляют с пола ветошью, смоченной 0.2 % подкисленным раствором марганцево-кислого калия или 20% раствором хлорного железа. Все отходы ртути сдавать на хранение до утилизации в специальную ртутную комнату.

Параметры помещения (слесарное помещение): ширина $A = 6$ м,

длина $B = 7,8$ м,

высота $H = 5$ м.

1. Выбор источников света.

Среди массового использования источников света, выпускаемых нашей промышленностью являются лампы накаливания, люминесцентные лампы и ДРЛ.

Основной источник света для общего, так и для комбинированного освещения являются люминесцентные лампы. Наиболее экономичным является тип лампы ЛБ. Если специальные требования к цветопередаче следует использовать тип лампы ЛД или ЛДЦ. В нашем случае, мы выбираем тип лампы ЛБ.

2. Выбор системы освещения.

Проектирование искусственного освещения двух систем: общее (равномерное и локализованное) и комбинированное (общее местное добавленную стоимость). В рабочем помещении с использованием общего равномерного освещения.

3. Подбор осветительных приборов.

Основные показатели, которые определяют выбор лампы при проектировании системы освещения следует рассматривать дизайн лампы с

учетом условий окружающей среды, распределения света лампы, эффективность светильника.

Выберите тип наружного освещения двойной лампой ОД для общего освещения, потому что комната является хорошим отражением потолка и стен.

4. Подбор осветительных приборов и коэффициента безопасности.

Основные требования и значения номинальных рабочих поверхностей освещения, содержащихся в строительных норм и правил СНиП-23-05-95.

Выбор освещения зависит от размера объекта различения (толщина линии, риски, письмо высота), контраст с фоном объекта, фоновых характеристик.

Согласно СНиП-23-05-95, освещение помещений для этой работы 200 Люк при освещении лампами накаливания. Полученное значение корректируется на коэффициент запаса прочности освещения, так как со временем из-за загрязнения светильников и ламп уменьшают световой поток снижается освещенность.

Для районов с выделением пыли низкой КЗ = 1,5 - с люминесцентными лампами.

5. Размещение осветительных приборов.

Организуем светильники рядами параллельно стенам с окнами

Расстояние между лампами в серии $\lambda = L / h$

где L - расстояние между рядами ламп;

h - высота лампы висит над рабочей поверхностью.

$\lambda=1.3$.

Расстояние от стен до крайних светильников $1/3L$.

Высоту подвеса светильника принимаем равной $h_c = 1.5$ м. Тогда высота подвеса светильника над рабочей поверхностью равна $h = H - h_c - h_p = 5 - 1,5 - 1 = 2.5$ м. ($h_p = 1$ м – высота рабочей поверхности).

$L=h \cdot \lambda=2.5 \cdot 1.3=3.25$ м.

Устанавливаем 6 светильников.

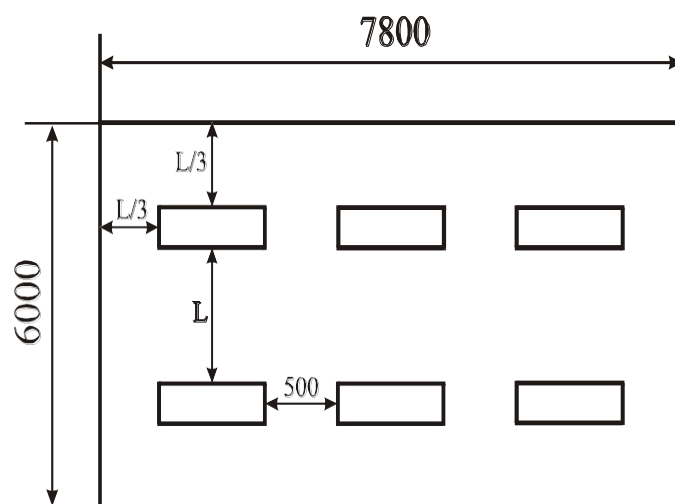


Рисунок – 35 План расположения светильников в помещении.

Таблица 18 - Параметры выбранного светильника

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Размеры, мм			КПД, %
		Длина	Ширина	Высота	
ОД-2-80	2·80	1531	266	198	75

6. Расчет осветительной установки.

Расчёт производим методом коэффициента использования.

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$F = (E \cdot k \cdot S \cdot Z) / n \cdot \eta ,$$

где

F – световой поток каждой из ламп, лм;

E – минимальная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м²;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока;

Z – коэффициент неравномерности помещения.

Определим значение коэффициента η . Для определения коэффициента использования помещения вам нужно знать индекс i , отражательную способность стен и потолок, тип лампы.

$$i = S / h \cdot (A+B), \text{ где}$$

S – площадь помещения, м²;

$h = 2.5$ м – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью;

A и B – сторона помещения.

Находим индекс помещения: $i = 7.8 \cdot 6 / 2.5 \cdot (7.8+6) = 1.357$.

Коэффициенты pc и pn оцениваем субъективно $pc = 30\%$ и $pn = 50\%$.

Значение коэффициента использования $\eta = 51\%$

Для светильников с люминесцентными лампами $Z = 0.9$.

$F = 4320$ (мощность ламп 80 Вт, лампа ЛБ).

Определим минимальную освещенность

$$E = (F \cdot n \cdot \eta) / (k \cdot S \cdot z) = (4320 \cdot 12 \cdot 0.51) / (1.5 \cdot (7.8 \cdot 6) \cdot 0.9) = 418.46, \text{ лк.}$$

Согласно СНиП 23–05–95 величина освещённости при общем освещении составляет 400 лк, следовательно система освещения спроектирована правильно.

Воздух рабочего помещения может оказаться насыщенным примесями вредных газов или паров. Вредные пары или газы, проникая в организм человека вызывают отравление. Учитывая степень токсичности, физико–химические свойства, пути проникновения вещества в организм, согласно требованиям санитарии в воздухе рабочей зоны производственных помещений устанавливаются предельно допустимые концентрации вредных веществ, превышение которых не допускается. Защита от вредных газов, пара и пылевыделений предусматривает устройство местной вытяжной вентиляции для отсоса веществ непосредственно от места их образования. При недостаточности использования вытяжной вентиляции применяют средства индивидуальной защиты органов дыхания – фильтрующие и изолирующие шланговые или кислородные приборы.

Также для обеспечения производительной и комфортной работы необходимо предусмотреть соответствующую защиту от шума. Многочисленными исследованиями установлено, что шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы организма человека. Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профзаболеваний. При повышенном уровне шума необходимо применять средства защиты органов слуха: противошумные наушники или вкладыши «Беруши».

Для защиты от воздействия повышенных температур необходимо применять спецодежду костюм суконный, спец ботинки и рукавицы и при t выше 32°C душирующие установки или переносные вентиляторы. Должны быть ограждены или теплоизолированные горячие части действующего оборудования, устанавливаться вентиляция.

Для защиты от воздействия низких температур: применять теплую спецодежду, спец обувь.

5.4 Пожарная безопасность

В соответствии с «Типовыми правилами пожарной безопасности» (ПБ) утвержденными главным управлением пожарной охраны, ответственность за обеспечение пожарной безопасности несет руководитель предприятие или заместитель.

Ответственность за пожарную безопасность цехов, отделов, складов, мастерских и других производственных участков несут руководители цеха, отдела, мастерских или лица, исполняющие их обязанности.

Члены добровольных пожарных дружин (ДПД), а также тех, которые включены в экипаж должны быть полностью осведомлены о правилах пожарной безопасности, уважения и требовать от других их реализации, контролировать готовность действовать стационарные и первичного

пожаротушения оборудования, а также в случае огонь, активно выполнять действия по его подавлению.

Содержание зданий и помещений

Все промышленные, офисные, складские и вспомогательные здания всегда должны содержаться в чистоте.

Проходах, выходы, коридоры, тамбуры, лестницы не разрешается загромождать различные объекты и оборудование. Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из здания. В случае возникновения пожара должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей, расположенные в производственном здании.

В подвале и на первом этажах производственных и офисных зданий запрещается применение и хранение взрывчатых веществ, баллонов сжатого газа и других полимерных материалов, обладающих повышенной пожарной опасности.

Количество аварийных выходов из каждого производственных зданий и помещений, а также их разработки и планирования решения должны соответствовать строительным нормам и правилам.

В каждой комнате производственного мастера должна быть схема эвакуации рабочих из цеха, участка, отдела и т.д.

Запрещается производить перепланировку производственных и служебных помещений без предварительной разработки проекта, согласованного с местными органами надзора и утвержденного главным инженером комбината. В производственных зданиях I, II и III степени огнестойкости не допускается устраивать антресоли, перегородки, бытовки, кладовки из горючих материалов.

В производственных и административных помещениях запрещается:

- Установить пути эвакуации производственное оборудование, мебель, сейфы и другие предметы;
- Убирать помещение с использованием бензина, керосина и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- Оставить после операции промывки печи, включенных в электрических нагревательных приборов (электрочайники, камины и т.д.)
- Обивочные ткани пространство стены машинописным бюро офисов, компьютерных центров горючими тканями, не пропитанными огнезащитным составом.
- Производят прогрев замерзшие трубы различных систем паяльные лампы или любым другим способом, с использованием открытого пламени.
- Курение разрешено только на заводах в специально отведенных (по согласованию с охраной предприятия пожара) районах, оборудованные урнами для окурков и емкости для воды. В этих местах должны отображаться надпись "место для курения".

Территории и помещения должны быть укомплектованы необходимыми средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами.

Обслуживающий и ремонтный персонал должен знать места расположения первичных средств пожаротушения, в пределах рабочего места, пожарных кранов и уметь пользоваться ими.

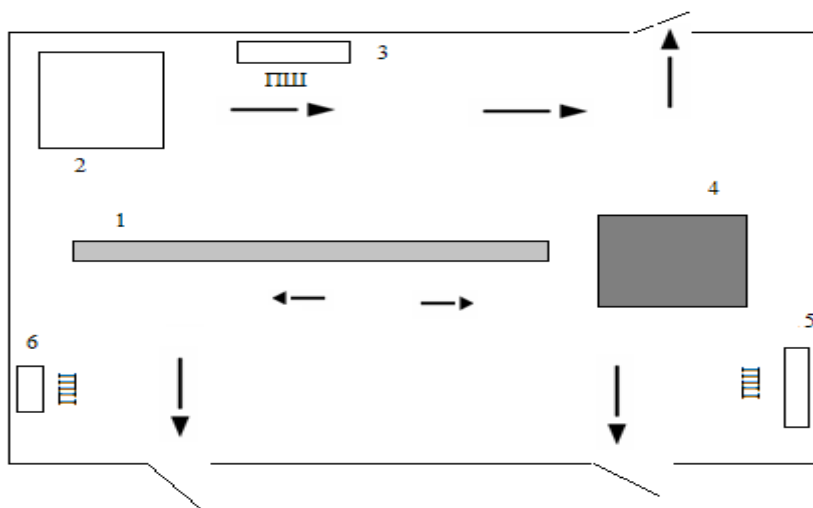


Рисунок 36 –План эвакуации при пожаре: 1 – конвейер, 2 – склад, 3,5,6 – пожарный шит, 4 – угольная мельница.

При возникновении пожара или признаков горения по телефону лично или через окружающих людей:

- вызвать пожарную часть;
- удалить в безопасное место людей;
- приступить к ликвидации пожара имеющимися средствами пожаротушения с соблюдением мер безопасности.

Электрические установки

Электрические сети и оборудование, используемые в промышленности должны соответствовать действующим «Электрические правила установки», "Правил технической эксплуатации электроустановок" и "правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Неисправности в электрической и электрооборудования, которые могут вызвать искрение, короткое замыкание, повторный чрезмерный нагрев горючей изоляции кабелей и проводов должны быть отремонтированы немедленно дежурный персонал. Дефектный сети должен быть отключен, чтобы привести его в пожаре. Аварийные светильники должны быть подключены к независимому источнику питания.

Огнетушители

Огнетушители - технические устройства, предназначенные для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения. Огнетушители классифицируются по типу огнетушащего вещества используется, объем тела и способа подачи огнетушащего состава

Виды огнетушащих веществ:

- пенные;
- газовые;
- порошковые;
- комбинированные.

По размеру корпуса:

- ручные малолитражные с размером корпуса до 5 л;
- промышленные ручные с размером корпуса от 5 до 10 л;
- стационарные и передвижные с размером корпуса выше 10 л.

По методике подачи огнетушащего состава:

- под давлением газов, возникающих в итоге хим реакции компонентов заряда;
- под давлением газов, подаваемых из специального баллончика, размещенного в корпусе огнетушителя;
- под давлением газов, закаченных в корпус огнетушителя;
- под личным давлением огнетушащего способы.

По облику пусковых приборов:

- с вентильным затвором;
- с запорно–пусковым устройством пистолетного типа;
- с запуском от неизменного источника давления.

Эта классификация не исчерпывает всех показателей большой группы огнетушителей. Постоянное совершенствование конструкции, повышение таких показателей как надежность, технологичность, унификация и др. Ведет

к созданию новых и более совершенных огнетушителей. Огнетушители маркируются буквами, характеризующими вид огнетушителя, и цифрами, обозначающими его вместимость.

5.5 Загрязнения окружающей среды

ТЭЦ являются одним из основных загрязнителей атмосферы твёрдыми частицами золы, окислами серы азота, другими веществами, оказывая вредное воздействие на здоровье людей, а также углекислым газом, способствующим возникновению «парникового эффекта». Процесс накопления углекислого газа в атмосфере будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете.

Основными источниками загрязнения воздуха аэрозоля антропогенного также ТЭЦ, которые потребляют уголь высокой зольности. Аэрозольные частицы очень разнообразны химический состав. Чаще всего они включают найденны соединения кремния, кальция и углерода, по крайней мере - оксиды металлов, железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяк, бериллий, кадмий, хром, кобальт, молибден, а также асбест.

Фотохимический туман (смог) - представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. Состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения, упомянутые фотоокислителям в совокупности. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличие высоких концентраций оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, а также интенсивной солнечной радиации и отсутствие ветра или очень низким обменом воздуха в поверхностном слое с мощным и по крайней мере день повышенной инверсии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы является модернизация электропривода ленточного конвейера ТЭЦ АО «Алмалыкский ГМК»

Предлагается заменить существующий устаревшим и отслуживших свой срок на регулируемый электропривод переменного тока частотно-регулируемого асинхронного электропривода. В результате расчета требуемой мощности электродвигателя было выбрано двигатель типа AV250S6, а также преобразователь частоты *ATV71HD55N4* фирмы *Schneider Electric*.

В результате выполненной выпускной квалификационной работы спроектирован электропривод, полностью отвечающий требованиям технического задания. Электропривод обеспечивает требуемый диапазон регулирования скорости при заданной кратности пускового и максимального момента $k_{\Pi} = k_{\text{M}}$ и точности поддержания скорости не менее 5%.

$$= 2$$

Даны практические рекомендации по настройке вольт–частотной характеристики преобразователя, а также выбору и настройке задатчика интенсивности для обеспечения требуемой плавности переходных процессов и минимизации времени регулирования.

В экономической части выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы планирования и проведения пуско-наладочных работ электропривода ленточного конвейера. Составлена смета на проведение ПНР и построен график занятости исполнителей при выполнении пуско-наладочных работ.

В разделе безопасности и экологичности проекта освещены вопросы: промышленной безопасности; техники безопасности; анализ опасных и вредных производственных факторов; пожарная безопасность; рассмотрены

мероприятия по охране окружающей среды.

Основными результатами, которые могут быть получены путем замены нерегулируемого электропривода на современный асинхронный электропривод с частным управлением, являются следующие:

- плавный пуск конвейера с малыми перегрузками электрической и механической частей привода и малым влиянием на питающую сеть;
- независимое управление конвейером позволяет осуществить плавное регулирование скорости в соответствии с технологическим процессом;
- преобразователи частоты легко интегрируются в общую систему управления как низовой интеллектуальный элемент автоматики, не требуют сложных согласующих схем и обладают широким набором сервисных возможностей, включая контроль тока и скорости приводного двигателя и развитую систему защит.

Предложенный путь модернизации электропривода конвейера позволяет не только заменить морально устаревшее и физически изношенное оборудование, но и решить ряд задач технико-экономического характера, а именно: снизить эксплуатационные расходы по обслуживанию системы, повысить гибкость управления, обеспечить возможность интеграции в систему управления верхнего уровня.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 8. Учебное пособие. – Томск, 2010. – 448с
- 2 Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 6. Учебное пособие. – Томск, 2007. – 148с
- 3 Мальцева О.П., Удут Л.С., Кояин Н.В. Системы управления электроприводов. Учебное пособие.– Томск, 2007. – 152с
- 4 Донченко А.С., Донченко В.А. Справочник механика рудообогатительной фабрики. –М.: Недра, 1986. – 543 с.
- 5 Н. Н. Синягин. Система ППР оборудования и сетей промышленной энергетики. М.: Энергоатомиздат, 1984г
- 6 Технический паспорт «Ленточный конвейер КФКЛ.1000.4200.00.000РЭ», 24 с.
- 7 Каталог «Преобразователи частоты Altivar71», 2009. – 332 с.
- 8 Ключев В.И. Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия,1980. – 360 с.
- 9 Марон Ф.Л., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно–транспортных машин. Минск,1977. – 272 с.
- 10 Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учебное пособие.–М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
- 11 Королева Н.И. Менеджмент: Методическое пособие к выполнению организационно-экономического раздела ВКР, 2010. – 24 с.
- 12 Алиев И. И. Электротехнический справочник. – М.: ИП РадиоСофт, 2000. – 384 с.
- 13 Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электропроводах. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 1998. – 172 с.

- 14 Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. Государственное Энергетическое издание. Москва, 1963. – 772с.
- 15 Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.:Энергия, 1977 г. – 400 с.
- 16 Процессы производственные. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.3.002.
- 17 Оборудование производственное. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.003.
- 18 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038 изменение 01.04.88.
- 19 Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. РД 153–34.0–08.301–00 (ВППБ 01–02–95).
- 20 Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями. Министерство топлива и энергетики российской федерации. 2000г.
- 21 Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде Л.: Химия, 1987. – 50с.
- 22 Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков. Под редакцией В.Н. Соколова М: Стройиздат, 1992. – 48с
- 23 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. СТО ТПУ2.5.01–2006. ТПУ, 2006.