

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

Институт Институт электронного обучения
Специальность 140610 «Электрооборудование и электрохозяйство
 предприятий, организаций и учреждений»
Кафедра Кафедра электропривода и электрооборудования

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Электрооборудование лифта

УДК 621.31:621.876.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7401	Стрельников Вадим Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бурулько Лев Кирилович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Трофимова Маргарита Николаевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедрой	Дементьев Юрий Николаевич	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт Энергетический
 Направление подготовки (специальность) 140610 Электрооборудование и
 электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений
 Кафедра Электропривод и электрооборудование

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Ю.Н. Дементьев
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
--

Студенту:

Группа	ФИО
З-7401	Стрельникову Вадим Викторович

Тема работы:

Электрооборудование лифта
Утверждена приказом директора (дата, номер)

№2399/с от 28.03.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.05. 2016 г.
--	----------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(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.).</i></p>	<p><i>Объектом проектирования является система электрооборудования электропривода скоростного лифта. Исходными данными являются: Напряжение силовых электрических цепей 220 В; Частота включений в час 100-240 раз; Максимальная величина ускорения (замедления) движения кабины $a = 2\text{м/с}^2$; режим работы электропривода повторно-кратковременным с продолжительностью включений 40-50%.</i></p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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).</i></p>	<p><i>При проектировании и разработке электрооборудования лифта необходимо: Из анализа литературных источников сформировать требования к системам электрооборудования электропривода лифта, провести выбор напряжений, расчет максимальной потребляемой мощности, расчет и выбор элементов системы электрооборудования скоростного лифта. Выбор блокауправления и электромагнитного тормоза. Привести общую принципиальную схему системы электрооборудования электропривода лифта. В специальной части провести с использованием прикладной программы исследование неисправностей системы электрооборудования лифта, Разработать разделы по технологической, экономической частям и рассмотреть вопросы экологии и техники безопасности.</i></p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Электрическая принципиальная схема электрооборудования электропривода лифта, структурная схема электропривода и его характеристики, технологическая карта по поиску неисправностей в системе электрооборудования лифта.</i></p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
<i>Основной общий и специальный разделы ВКР</i>	<i>Руководитель дипломной работы Бурулько Л.К.</i>
<i>Экономическая часть ВКР</i>	
<i>Раздел экология и техника безопасности</i>	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
<i>Основная и специальная части, экономическая часть и раздел экология и техника безопасности – русский язык</i>	
<i>Должно быть написано на русском языке.</i>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф ЭПЭО	Бурулько Л.К.	Доцент, к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7401	Стрельников Вадим Викторович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-7401	Стрельников Вадим Викторович

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электрооборудование и Электрохозяйство

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	38 % премии 25 % надбавки 20% накладные расходы 30% районный коэффициент

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Выбор и обоснование структурной (принципиальной) схемы электропривода
 2. Анализ и оценка научно-технического уровня проекта (НТУ)
 3. Планирование проектных работ
 4. Расчет сметы затрат на проектирование
 5. Расчет капитальных вложений на реализацию проекта
 6. Расчет расходов при эксплуатации электропривода
- Издержки на ремонтно-эксплуатационное обслуживание электроприводов*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Круговая гистограмма затрат на проектирование

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трофимова Маргарита Николаевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7401	Стрельников Вадим Викторович		

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

Институт	Институт электронного обучения
Направление подготовки (специальность)	Электрооборудование и электрохозяйство организаций и учреждений
Уровень образования	Специалисты
Кафедра	ЭПЭО
Период выполнения	(весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
3-7401	Стрельников Вадим Викторович

Тема работы:

Расчет защитного заземления, освещения кабины скоростного лифта	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	

Форма представления работы:

Дипломный проект (работа) (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)
--

ЗАДАНИЕ

<p>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</p>	<p>1. Описание рабочего места электромонтера по обслуживанию электрооборудования на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы,) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу) -- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) <p>2. Знакомство с законодательными и нормативными документами по теме</p>
---	--

<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека ; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); <p>-- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p> <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> -- механические опасности (источники, средства защиты) -- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); -- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения); <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
<p>Перечень расчётного и графического материала</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Расчет защитного заземления электронасосного агрегата; - Расчет освещение кабины лифта; - схема контура защитного заземления

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.06.2016г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З 7401	Стрельников В.В.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку, состоящую из 110 страниц текста, 24 рисунка, 21 таблицы 20 источников.

Ключевые слова: выбор асинхронного двигателя, преобразователя частоты, системы управления, кинематическую схему электропривода, структурную схему, функциональную схему.

Объектом исследования является асинхронный частотно-регулируемый электропривод механизма подъема грузового лифта.

Цель работы – выполнить проектирование и выбор электрооборудования асинхронного частотно-регулируемого электропривода механизма скоростного лифта, удовлетворяющего техническим условиям и требованиям.

В работе произведен выбор асинхронного двигателя (АД), преобразователя частоты и способа управления скоростью АД.

Сделан расчет параметров двигателя, преобразователя, вспомогательного оборудования, составлена структурная и функциональная схема

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007. Расчеты произведены в программной среде MathCad 14. Имитационное моделирование выполнено с использованием программы Simulink /Matlab2009b.

Цель работы провести расчет и выбрать вспомогательное электрооборудование электропривода скоростного лифта для многоэтажного дома.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 Краткий обзор электроприводов для скоростных лифтов.....	12
1.1. Классификация и область работы скоростных лифтов.....	12
1.2. Требования, предъявляемые к электроприводу и электрооборудования скоростных лифтов.....	14
1.3. Разработка кинематической схемы электроприводов лифтов.....	15
2 Выбор и расчет элементов системы электрооборудования скоростного лифта.....	19
2.1.Требуемые характеристики для расчета систем электрооборудования электропривода лифта.....	19
2.2.Выбор электропривода системы скоростного лифта.....	20
2.3.Расчет максимальной потребляемой мощности лифта.....	22
2.4. Расчет и выбор элементов системы электрооборудования скоростного лифта.....	25
2.4.1. Расчет мощности электродвигателя и его выбор.....	25
2.4.2. Расчет и выбор преобразователя чистоты и элементов.....	33
2.4.3. Выбор аппаратуры управления и защиты.....	43
2.4.4. Расчет и выбор сечения кабелей скоростных лифтов.....	50
3Выбор и расчет систем управления и электромагнитного тормоза.....	51
3.1. Расчет естественных электромеханических и механических характеристик регулируемого электропривода скоростного лифта.....	51
3.2. Расчет искусственных и регулировочных характеристик электропривода скоростного лифта.....	58
3.3. Выбор и обоснование системы управления электроприводом скоростного лифта.....	63
3.4. Тормозное устройство скоростного лифта.....	68
3.5.Исследование неисправностей системы электрооборудования лифта.....	69

3.6. Математические модели электродвигателя и преобразователя частоты электропривода лифта.....	71
4 Разработка функциональной схемы системы регулируемого электропривода.....	75
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	
5.1. Выбор и обоснование структурной (принципиальной) схемы электропривода.....	78
5.2. Анализ и оценка научно-технического уровня проекта (НТУ)	
5.3 Планирование проектных работ.....	79
5.4. Расчет сметы затрат на проектирование.....	81
5.5. Расчет капитальных вложений на реализацию проект.....	83
5.6. Расчет расходов при эксплуатации электропривода.....	85
5.7. Издержки на ремонтно-эксплуатационное обслуживание электроприводов.....	86
6 Социальная ответственность.....	91
6.1. Введение.....	91
6.2. Безопасность персонала обслуживающих лифты.....	92
6.2.1. Обслуживающий персонал.....	92
6.2.2. Меры безопасности при выполнении работ с электродвигателями.....	93
6.2.3. Меры безопасности при выполнении работ с отключением электродвигателей.....	95
6.2.4. Вывешивание запрещающих плакатов и проверка отсутствия напряжения.....	96
6.2.5. Расчет искусственного освещения машинного помещения скоростного лифта.....	97
6.2.6. Расчет контура заземления лифта.....	98
6.3. Экологические аспекты ВКР.....	101
6.3.1. Шум и вибрация.....	103
6.4. Чрезвычайные ситуации мирного времени.....	105

6.4.1. Противопожарная защита.....	105
6.4.2. Действия при пожаре или землетрясении в кабине лифта.....	106
Заключение.....	108
Список использованной литературы.....	109

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время активно процветает строительство. Основное требование жизни это многоэтажное строительство жилых, административных и культурно-бытовых зданий. Строительные компании ставят цель строительства не только увеличение квадратных метров построенного жилья, но и рост качества, удобства и улучшение жилищных условий. В ближайшее время численность населения города Белово превысит сто тысяч человек. Это в свою очередь повлияет на то, какой этажности будет жильё. В перспективе основной задачей будет строительство многоэтажных домов. За последние два года только в нашем не большом городе у организации обслуживающей пассажирские лифты с увеличением строительства многоэтажных домов прибавилось в эксплуатацию 15% от общего количества обслуживаемых лифтов.

В данном дипломном проекте проведен расчет электрооборудования лифта, для электропривода, выполненного по системе «ПЧ - АД». Преимущество - системы без использования точной остановки тем самым сокращая количество коммутируемых аппаратов, использование ПЧ позволит совершать плавный пуск, разгон и торможение лифта. В нашем проекте мы рассчитаем двигатель асинхронный с к.з. ротором, который, позволяет продлить свой срок эксплуатации благодаря отсутствию коммутационных узлов в исследуемом устройстве электропривода лифта. А также более экономное потребление электроэнергии вследствие введения микропроцессорного управления взамен старой релейной схемы.

Целью дипломной работы является проектирование, расчет электрооборудования скоростного пассажирского лифта для многоэтажного здания. Тема дипломного проекта является на сегодняшний день очень актуальной, перспективной для развития и далеко идущей в своем развитии.

1. КРАТКИЙ ОБЗОР ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДЛЯ СКОРОСТНЫХ ЛИФТОВ

1.1. Классификация и область работы скоростных лифтов

Лифтами - называются подъемные машины прерывного действия, предназначенные для вертикального перемещения пассажиров и грузов в кабинах, перемещающихся по жестким направляющим. [8,с.5]

По версии другого источника, позднего издания и дающий более полное определение, лифтом называется стационарная подъемная машина периодического действия, предназначенная для подъема и спуска людей и грузов в кабине, движущейся по жестким прямолинейным направляющим, у которых угол наклона к вертикали не более 15 градусов. [9,с.9]

Лифт (подъемник) неотъемлемая часть инженерного оборудования высотных зданий и сооружений.

Грузовые и пассажирские подъемники вертикально перемещают пассажиров в высотных жилых домах , из-за прироста автомобильного транспорта мы стали нуждаться в многоэтажных парковках, оборудованных автомобильными лифтами, большой рост населения больших городов влечет большое расширение сферы услуг и потребности в товарах. Увеличивается этажность торговых центров и гипермаркетов что дает возможность развитию лифтов и подъемников разных классов и типов, а также лифты и подъемники применяют в мореходстве и авиации при использовании большегрузных транспортных и пассажирских самолетах. В строительстве при подачи на верхние этажи грузов используют не только башенные краны но и грузовые лифты

Транспортировка людей всех возрастных категорий и людей с ограниченными возможностями предъявляет высокие требования безопасности, доступности и надежности при работе лифтов (подъемников).

Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Росгостехнадзор) осуществляет непосредственный

контроль над соблюдением требований и правил в технической системе лифтостроения и эксплуатации в нашей стране.

Данная организация разработала «Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов» (ПУБЭЛ). ПУБЭЛ регламентирует основные требования для подъемников и лифтов при эксплуатации, монтаже, ремонте строительстве и безопасности во время ведения работ.

Так как, таковой классификации не существует, попробуем скорректировать по признакам и осуществлением разных функций лифты.

Существует несколько признаков, по которым классифицируют лифты. Ниже приведены основные признаки, по которым можно классифицировать лифты.

Классификация лифтов:

1. По назначению лифты (подъемники) разделим на :

- 1) Пассажирский лифт – нужен для вертикального подъема пассажиров в здании административном, жилом и тт.д.;
- 2) Грузопассажирский лифт – основным требованием к нему является грузоподъемность, если в предыдущем случае нам нужны плавный подъем и остановка, то тут требования пониже они тихходны но точность остановки обязательна;
- 3) Больничный лифт –необходим в больницах, госпиталях, поликлиниках у него повышенные требования к плавности хода так как основной задачей является транспортировка больных до мед работников;
- 4) Грузовой малый подъемник - необходим для поднятия небольших грузов пример авиалайнеры поднимают пищу и напитки к пассажирам с тех помещения;
- 5) грузовой лифт – для подъема больших грузов;
- 6) Специальный лифт (нестандартный) – основной задаче такого лифта является неоднозначные условия или требования они производятся по техническим условиям.

2. по типу привода подъемного механизма:

- а.) Лифты (подъемники) с приводом от электродвигателя например как в нашем случае переменного или постоянного тока;
 - б.) Лифты (подъемники) гидравлические с приводом в виде гидроподъемного цилиндра или вращательного типа лебедки с гидродвигателем.
3. по конструкции механизма передачи движения кабине:
- а.) канатные лифты, кабина которого движется посредством тяговых канатов лебедки;
 - б.) цепные лифты, реечные и винтовые, в которых движение кабины осуществляется посредством тяговых цепей, системы винт-гайка или приводная шестерня - зубчатая рейка.
4. по способу передачи движения от канатоведущего органа лебедки тяговым канатам:
- а.) лифты (подъемники) с лебедкой барабанной;
 - б.) лифты (подъемники) с канатоведущим шкивом (КВШ).
5. по способу воздействия канатов на кабину:
- а.) лифты (подъемники) с верхней канатной подвеской кабины;
 - б.) выжимные, в которых тяговые канаты охватывают кабину снизу.
6. по схеме запаковки тяговых канатов:
- а.) лифты (подъемники) с полиспастной или прямой подвеской клетки;
 - б.) с мультипликатором канатным.
7. по расположению машинного помещения различаются лифты:
- а.) лифты (подъемники) с верхним расположением;
 - б.) лифты (подъемники) с нижним расположением.
8. по конструкции привода лебедки:
- а.) лифты (подъемники) с редукторным приводом лебедки;
 - б.) лифты (подъемники) с без редукторным приводом лебедки.
9. по величине скорости подъема кабины:
- а.) Тихоходные лифты - при $v =$ до 1 м/с;
 - б.) Быстроходные лифты - при $v =$ 1,4 до 2 м/с;

в.) Лифты скоростные - при $v = 2$ м/с и более.

10. по точности остановки кабины:

а.) лифты, снабженные системами точной остановки;

б.) лифты на снабженные системами точной остановки.

Общие требования к конструкции и параметрам лифтов

Безопасность применения, безаварийность и надежность работы – на основании которых рассматриваются основные задачи и цели проектирования лифта и его защитных систем Основными нормативными документами регламентирующие данные требования есть ПУБЭЛ, ГОСТ , СНиП, ТУ и стандарты государства и предприятий не противоречащих вышеуказанным документам на проектирование лифтов.

1.2. Требования, предъявляемые к электроприводу и электрооборудование скоростных лифтов

К выше указанным требованиям у лифтов существуют, требования которые дополняют основные:

а.) точность остановки относительно уровня этажной площадки;

б.) плавность разгона, движения и торможении;

в.) комфортабельность условий транспортировки пассажиров;

г.) общедоступность пользования лифтом;

д.) бесшумность работы;

е.) допустимый уровень электромагнитных помех работе систем радиосвязи и телевидения.

Кабина (клеть) при перемещении по шахте лифта при приближении к месту остановки должна остановиться в заданном месте. Разница между отметкой этажной площадкой и отметкой пола лифта должна составлять не более ± 50 мм что будет являться точной остановкой для пассажирского лифта. И не буде создавать особый дискомфорт при транспортировке людей и грузов.

Общедоступность критерий который не требует особых навыков в управлении лифтом поэтому система управления для пассажиров является понятной и простой в использовании.

В данном дипломном проекте было рассчитано электрооборудование лифта 30-ти этажного дома по системе ПЧ-АД с короткозамкнутым ротором.

1.3.Разработка кинематической схемы электроприводов лифтов

Лифты (подъемники) (рис.1) предназначены для вертикального движения людей и грузов в кабине 2, движущейся по жестким направляющим 1 (рис. 1, а). Лебедка 3 со шкивом 4 устанавливаются над шахтой в машинном помещении. Для уменьшения нагрузки для двигателя при движении кабины она постоянно соединена с противовесом 5, перемещающийся по жестким направляющим. При помощи балансиров на нескольких канатах подвешены-кабина и противовес. Лифтовые лебедки могут быть с канатоведущими шкивами и барабанные. В первом случае лебедки имеют ряд преимуществ: они меньшего размера и более надежны по причине того что шкив не проскальзывает по канату из-за отсутствия перегрузки привода и канатов.

Лифты пассажирские, имеют максимальную грузовую способность от 0,25... 1,25 т с $v = 4$ м/с. Редукторными и без редукторными- есть привода лифтов. Без редукторные лифты небольшие по размеру и часто применяются в проектировании скоростных пассажирских лифтах ($v > 2$ м/с).

На сегодняшний день, существуем- много различных редукторов. Более применяемые, это волновые но на нашем рисунке редуктор с червячным передачами (рис. 1, б).

Прямолинейный подрез канавки наиболее эффективная форма ручья (рис. 1, в), так на коэффициент сцепления шкива с канатом не влияет износ. При проектировании подъемников высотных домов применяют лифты с уравновешивающим канатом, который соединяет противовес и кабину лифта снизу через направляющий шкив (рис. 1, г). При обрыве или ослаблении

канатов, при увеличении скорости движения лифта вниз все лифты для безопасности оборудуются ловителями. Ловители при срабатывании останавливают кабину автоматически. По конструкции ловители бывают клиновые, эксцентриковые, роликовые. Эксцентриковый ловитель (рис. 1, д). Принцип действия: обрыв или ослабление каната 1 гибкая тяга 2, прикрепленная к рычагу 3, ослабляется и под действием пружины 4 поворачивает валик 5. При этом эксцентриковые прижимы 6 захватывают направляющие 7 и удерживают кабину. Действие других ловителей идентично.

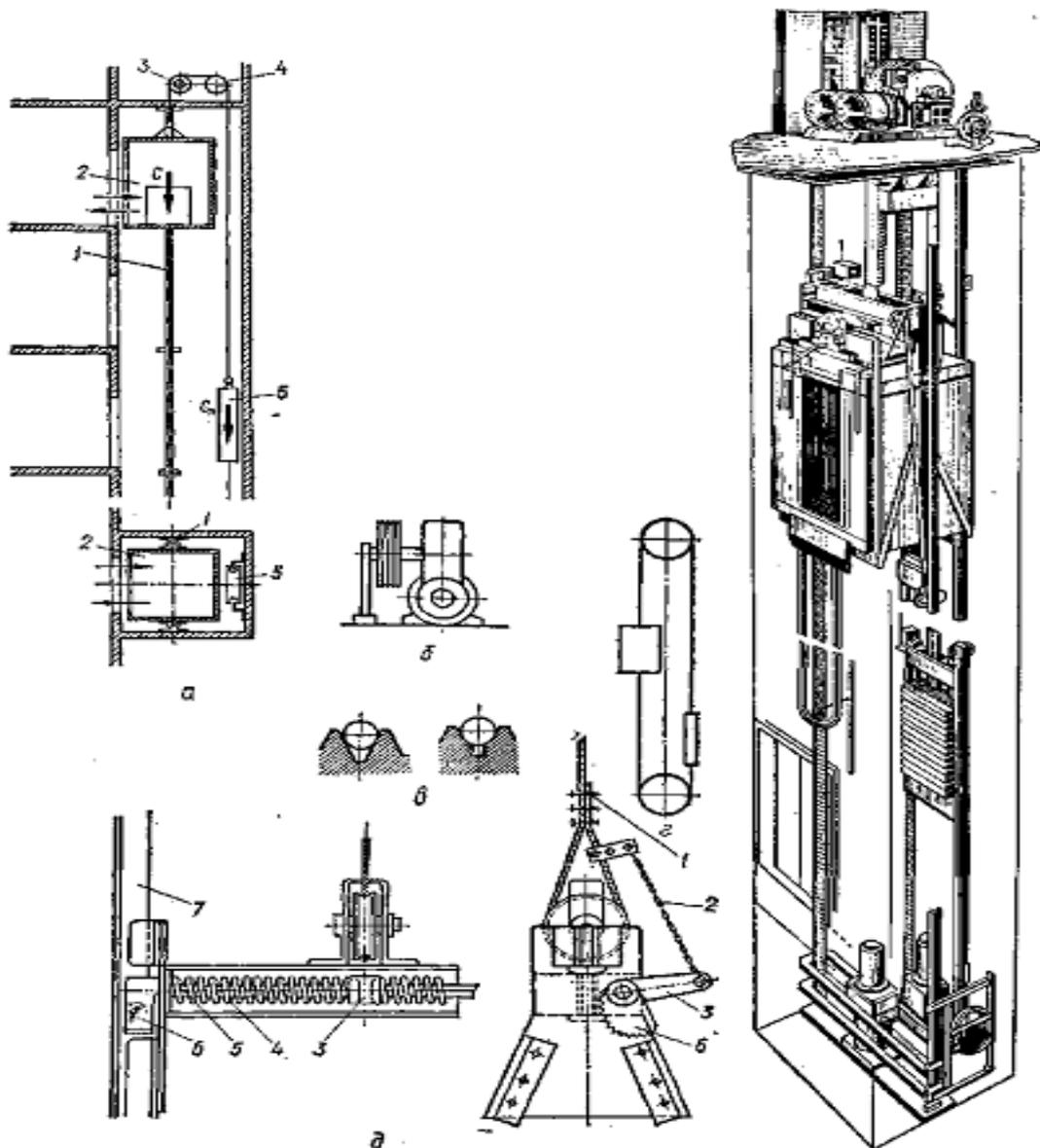


Рис.1 Лифт пассажирский

Кинематическая схема для разрабатываемого лифта представлена на рис. 2.

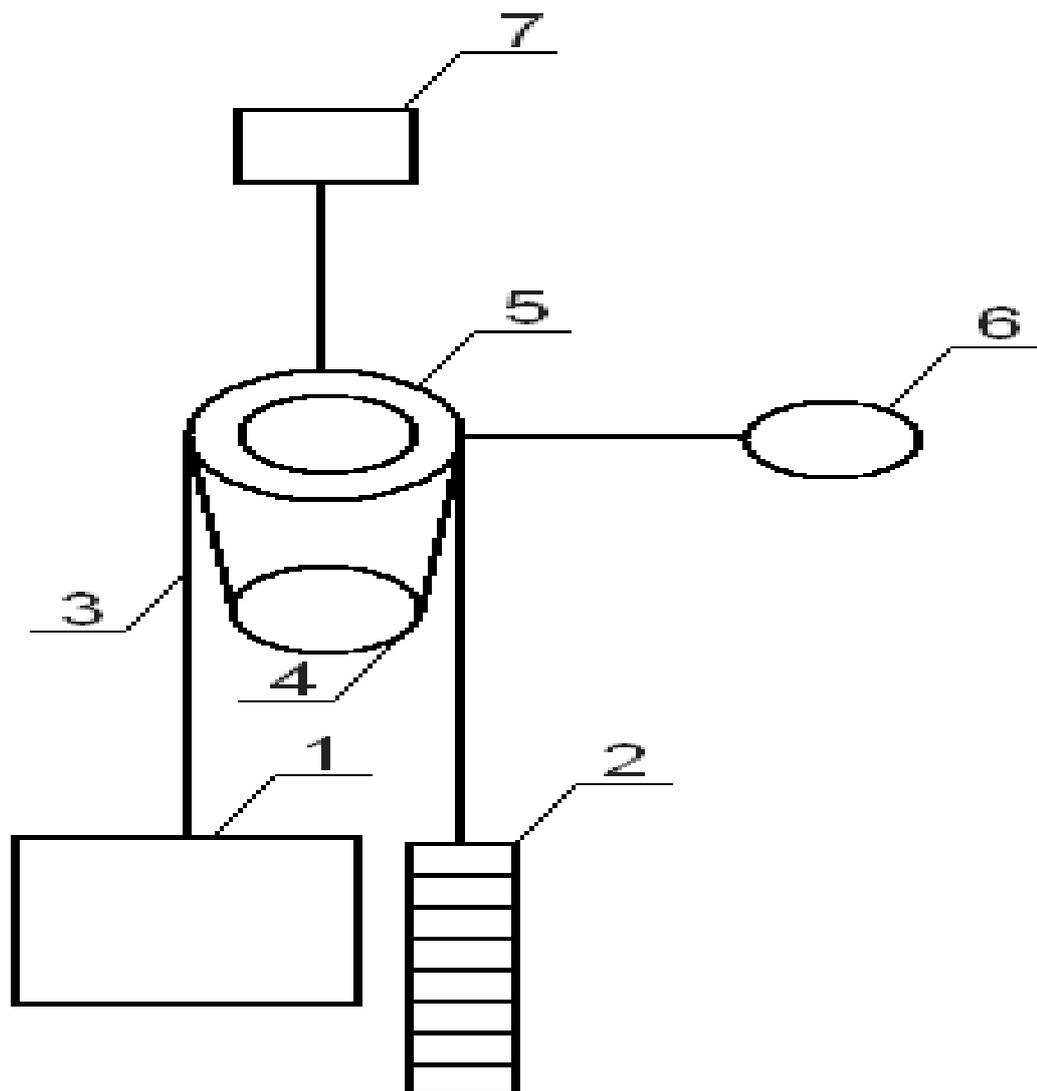


Рис. 2.Схема лифта кинематическая

На кинематической схеме представлена Кабина 1 и противовес 2 подвешены на канатах 3 находящих в шахте лифта. Канаты для безопасности движения используют несколько канатов, каждый из которых по механической прочности может выдержать вес кабины и противовеса. В системе с отводным блоком 4 подвеска происходит на не менее чем двух канатах. Двигатель 6 и лебедка со шкивом 5 находятся, в верхней части здания в многоэтажных домах монтируются специальные машинные помещения.. Когда электродвигатель не работает он удерживается электромагнитным тормозом. Щит (блок) управления 7 .

2. ВЫБОР И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СКОРОСТНОГО ЛИФТА

2.1. Требуемые характеристики для расчета систем электрооборудования электропривода лифта

Режим работы электрического привода лифта S5 повторно-кратковременным с ПВ= 40-50%. Учитывая то, что период движения с постоянной скоростью может отсутствовать (при поэтажном разъезде).

Ускорение и замедление клетки необходимо ограничить, это будет возможно при выборе системы управления, а также структуры электропривода. Максимальное значение ускорения (замедления) движения кабины лифта при нормальных режимах работы не должно быть больше 2 м/с^2 .

Частота включений в час для пассажирский лифтов- должна быть равна 100-240 раз.

Напряжение силовой электросети в машинном помещении должно быть не выше 660В , что исключает возможность использования электродвигателей с большим номинальным напряжением.

Напряжение питания на электродвигатель и электромагнитный тормоз должна быть постоянной при работе и одновременной.

При исчезновении питания на электродвигателе тормозные колодки должны с моментальной задержкой по времени сомкнуться и заблокировать движение направляющего шкива.

При нашей исследуемой системе нельзя в цепь между ПЧ и якорем двигателя включать предохранители, выключатели и прочие устройства.

При перегрузке двигателя, а также при коротком замыкании, должно быть обеспечено снятие напряжения с приводного двигателя лифта и наложение накладок на шкив которые воспрепятствуют свободному движению.

Характеристики рассматриваемого скоростного лифта приведены в таблице 1:

Таблица 1. Характеристики рассматриваемого скоростного лифта

Параметры	Величины
Грузоподъемность	0,8 т
Масса кабины лифта	0,5 т
Высота этажа	2,5 м
Количество этажей	30
Допустимое ускорение кабины	2 м/с ²
Максимально допустимый рывок кабины	0,4 м/с ³
Максимальная установившаяся скорость движения кабины	2,5 м/с

2.2. Выбор электропривода системы скоростного лифта

Если лифтовой установке, требуются максимальная производительность и минимальные энергетические и материальные затраты, то необходимо выбрать систему электропривода которая будет подходить данным условиям.

В настоящее время наиболее распространены следующие виды привода для данной системы:

1. преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором;
2. управляемый выпрямитель – двигатель постоянного тока;
3. привод с реостатным регулированием скорости.

Из условий задания на ВКР выбираем вариант асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором на напряжение 0,4 кВ преимущество:

- широкая применяемость при энергопотреблении и небольшие финансовые затраты;

- по конструктивным особенностям двигатель имеет мало трущихся деталей что ведет к небольшим механическим потерям;
- неприхотлив и износостоек.

Применение электроники в управлении приводом позволяет увеличить возможности электропривода:

- увеличить пусковой момент;
- уменьшить токи;
- расширить диапазон регулирования.

В нашей работе мы произведем выбор системы электропривода — асинхронный электродвигатель – частотный преобразователь (ПЧ-АД)

Требование современной жизни приводит к тому, что основной задачей для проектирования лифтов пассажирских в высотных зданиях является быстрота их перемещения, а также имеет место неравномерный во времени поток пассажиров. График движения пассажиров жилого дома в часы наиболее загруженной работы лифта на рисунке 3.

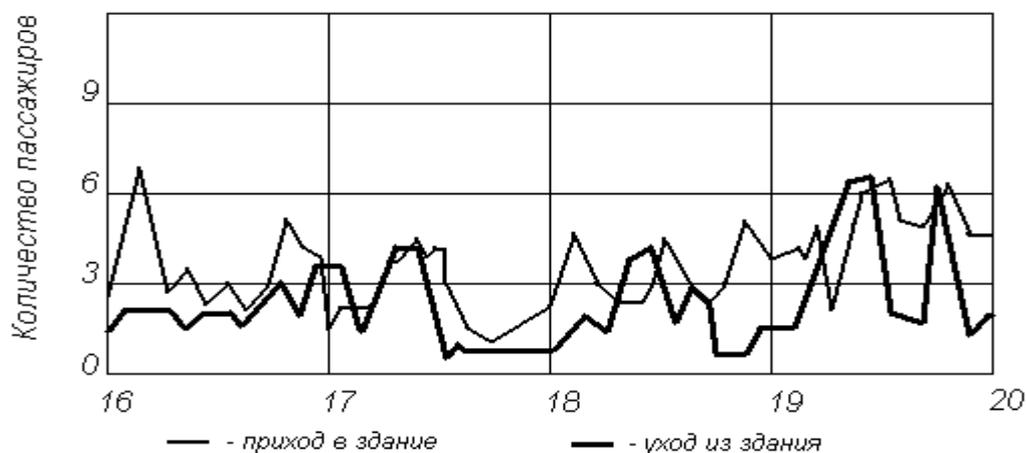


Рис. 3. Суточный график загруженности электрооборудования лифта

Проектирование лифтов требует различного подхода в зависимости от загрузки пассажиропотока или грузопотока предприятия. Поэтому необходимо применять в высотных и административных зданиях лифты с повышенными- критерия к скоростям движения и грузоподъемности,

которые обеспечивают достаточную пропускную способность вертикального транспорта во время увеличения нагрузок до максимальных.

В дипломном проекте проектируется скоростной лифт для 30-этажного здания для режима S5 и для полной загрузки кабины лифта. Максимальное количество пассажиров – 9 человек, то есть грузоподъемность – 800 кг.

2.3. Расчет максимальной потребляемой мощности лифта

При высоте здания более 50 м кабина и противовес соединяются, помимо основных канатов несущих и уравновешивающих. Число остановок на этажах с одинаковой плотностью населения можно определить из графика на рисунке 4.:

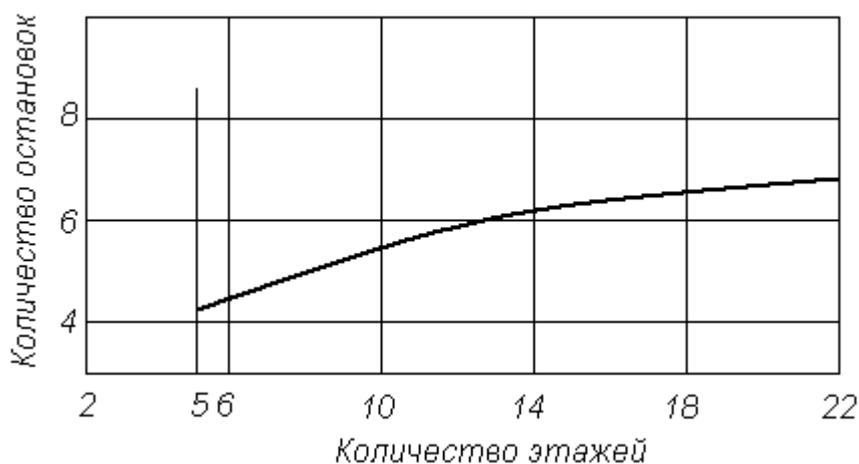


Рис.4 Числовой график возможных остановок

Противовес для лифтов расщипывается так, чтобы он уравновешивал силу тяжести пустой кабины и часть номинального поднимаемого груза:

$$G_{np} = G_0 + \alpha \cdot G_n + 0.5 \cdot G_{y.k.}, \quad (1.1)$$

где G_0 - сила тяжести кабины, Н;

α - Коэффициент уравновешивания, $\alpha = 0,4$;

G_n - сила тяжести номинального поднимаемого груза, Н;

$G_{y.k.}$ - сила тяжести уравновешивающих канатов, Н.

В малоэтажных зданиях вес несущих канатов составляет относительно малую величину и мало сказывается на работе электропривода. При

увеличении высоты подъема до 50 м и более вес канатов может достигнуть нескольких сотен килограмм, что будет оказывать влияние на уравнивание кабины. В связи с этим, для компенсации канатов в лифтах с большими высотами подъема применяются уравнивающие канаты, которые связывают кабину с противовесом. Массу уравнивающих канатов следует принять равной массе несущих.

$$G_0 = m_0 \cdot g = 500 \cdot 9.8 = 5000 \text{ Н};$$

$$G_n = m_n \cdot g = 800 \cdot 9.8 = 8000 \text{ Н};$$

$$G_{y.k} = m_{y.k} \cdot g = 200 \cdot 9.8 = 2000 \text{ Н};$$

$$G_{np} = G_0 + \alpha \cdot G_n + 0.5 \cdot G_{y.k} = 5000 + 0.4 \cdot 8000 + 0.5 \cdot 2000 = 9200 \text{ Н}.$$

Статическая мощность электродвигателя при подъеме груза, когда есть противовес:

$$P_c = \frac{(G_0 + G_n - G_{np}) \cdot v}{\eta}, \quad (1.2)$$

где v - скорость подъема груза, $v = 2,5$ м/с;

η - КПД подъемного механизма, $\eta = 0,85$;

$$P_c = \frac{(5000 + 8000 - 9200) \cdot 2.5}{0.85} = 11.18 \text{ кВт}$$

Время перемещения лифтовой установки на высоту $l = 75$ м при скорости v :

$$t = \frac{l}{v} = \frac{75}{2.5} = 30 \text{ с} \quad (1.3)$$

Определяем относительную продолжительность включения:

$$ПВ_{ce} = \frac{2 \cdot t}{2 \cdot t + 9 \cdot t_{01} + 9 \cdot t_{02} + 9 \cdot t_{03}} \cdot 100\% \quad (1.4)$$

где $t_{01} = 1$ с - время на 1 участке, загрузки и разгрузки пассажиров;

$t_{02} = 3,0$ с - суммарное время, которое необходимо для открывания и закрывания дверей, включения электродвигателя лифта;

$t_{03} = 2,8$ с - время ускорения и замедления кабины лифта;

$$ПВ_{ce} = \frac{2 \cdot 30}{2 \cdot 30 + 9 \cdot 1 + 9 \cdot 3 + 9 \cdot 2.8} \cdot 100\% = 49\%$$

что входит в диапазон, указанный в задании на ВКР.

По графику зависимости коэффициента полезного действия механизмов от нагрузки при

$$\frac{G_0}{G_n + G_0} = \frac{5000}{8000 + 5000} = 0.38$$

определяется КПД при перемещении лифта без груза $\eta = 0,75$.

При $\text{ПВ}_{\text{СЭ}} = 49\%$ предварительный выбор электродвигателя можно выполнить по мощности:

$$P_{\text{н1}} \approx k \cdot P_c = 1.49 \cdot 11.18 = 16.76 \text{ кВт} \quad (1.5)$$

Так как при $\text{ПВ}_{\text{СЭ}} = 49\%$ номинальные мощности электродвигателей не указываются, то следует пересчитать мощность $P_{\text{н1}}$ на ближайшее номинальное значение $\text{ПВ}_{\text{Н}} = 50\%$:

$$P_n = P_{\text{н1}} \cdot \sqrt{\frac{\text{ПВ}_{\text{СЭ}}}{\text{ПВ}_{\text{Н}}}} = 16.76 \cdot \sqrt{\frac{50}{100}} = 11.73 \text{ кВт} \quad (1.6)$$

Скорость вращения двигателя:

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} \cdot i \quad (1.7)$$

где D - диаметр канатоведущего шкива, $v = 0,45$ м;

$$n = \frac{60 \cdot 2.5}{3.14 \cdot 0.45} \cdot 9 = 955 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2.4. Расчет и выбор элементов системы электрооборудования скоростного лифта

2.4.1. Расчет мощности электродвигателя и его выбор

На основании предыдущего расчета по каталогу предварительно выбирается асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором марки АИР160S6. Технические характеристики данного двигателя представлены в таблице 2:

Таблица 2. Технические характеристики двигателя АИР160S6

Параметр	Значение
Номинальная мощность	11 кВт
Номинальное напряжение	380 В
Скольжение	3 %
Кратность пускового момента	1,8
Кратность максимального момента	2,7
Момент инерции	0,043 кг·м ²
Номинальная скорость вращения,	970 об/мин
Номинальный ток	23,5 А
Пусковой ток	164,5 А
Коэффициент полезного действия	0,85
ПВ	100 %
COS φ	0,9

Электродвигатели асинхронные трехфазные малошумные с короткозамкнутым ротором типа АИР160S6 - предназначен для комплектации электроприводов лебедок пассажирских, грузопассажирских и грузовых лифтов, административных и промышленных зданий.

Номинальный режим работы – S1- S8 но мы его будем использовать в режиме повторно-кратковременный с частыми пусками и электромагнитным тормозом (S5) по ГОСТ 183-74.

Степень защиты двигателя IP54 по ГОСТ 17494-87.

Класс нагрев стойкости изоляции F по ГОСТ 8865-93.

Способ охлаждения двигателя по ГОСТ 20495-75.

Питание от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 380 В.

Среднеквадратичные значения вибрационной скорости двигателя составляет 2.8 м/с по ГОСТ 16921-83. Уровень шума двигателя регламентируется не только в стационарном режиме работы, но и в переходных режимах (при пуске двигателя и при переключении частоты вращения с высшей на более низкую).

Показатели надежности:

- средний ресурс до капитального ремонта 30000 ч.;
- средняя наработка на отказ – 23000 ч.;

- гарантийный срок эксплуатации – 2 года со дня начала эксплуатации двигателя;
- гарантийная наработка на отказ – 10000 ч.

Особенности конструкции.

Короткозамкнутая монолитная обмотка ротора выполнена из сплава повышенного сопротивления для получения необходимых пусковых характеристик. Конструкционное исполнение по способу монтажа для двигателя АИР160S6 – пристраиваемое по ГОСТ 2479-79 (рис.5).

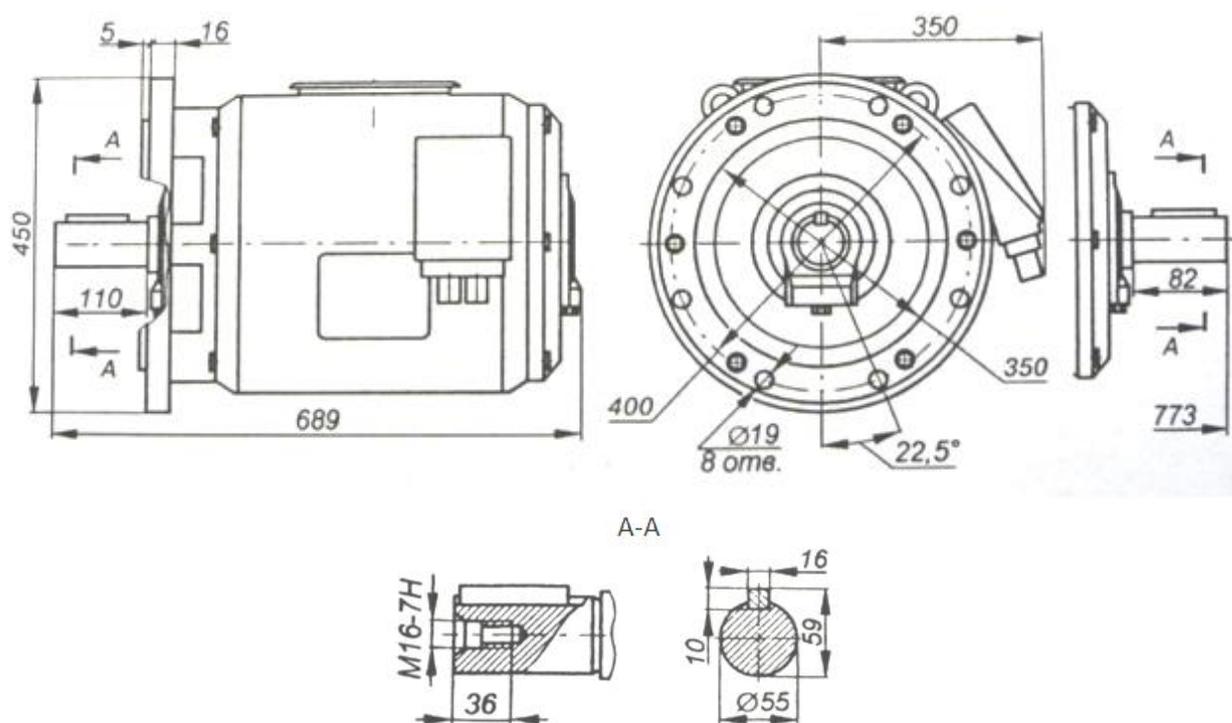


Рис.5 - Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры

Фазы обмоток соединены в «звезду», три выходных конца обмотки выведены во вводное устройство на клемную панель. В каждую обмотку устанавливают датчик температурной защиты типа СТ14-5 с температурой срабатывания 145°C . Двигатель имеет вводное устройство типа к-3-П расположенное сбоку станины – справа, если смотреть со стороны рабочего конца вала. Двигатель оснащен подшипником типа 6-313Ш2У.

Изготовитель – ОАО «Валдайский механический завод».

Находим номинальный момент двигателя:

Построение упрощенной тахограмма и нагрузочной диаграммы.

Номинальный момент и критический момент электродвигателя определяются по формулам:

$$M_n = \frac{9550 \cdot P_n}{n_n} = \frac{9550 \cdot 11}{970} = 105 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.8)$$

$$M_k = 2.7 \cdot M_n = 2.7 \cdot 108 = 291.6 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.9)$$

Скорость идеального холостого хода определяется по выражению:

$$n_0 = \frac{n_n}{1 - s_n} = \frac{970}{1 - 0.03} = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (1.10)$$

Момент инерции, приведенный к валу двигателя определяется по формуле:

$$J_{np} = J_d + 1.1 \cdot J_m \cdot \left(\frac{\omega_m}{\omega_c}\right)^2; \quad (1.11)$$

где J_d - момент инерции электродвигателя, $J_d = 0,043 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;

J_m - момент инерции исполнительного механизма, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Определим ω_m по формуле:

$$\omega_m = \frac{v}{R_{шк}} = \frac{2.5}{0.225} = 11.1 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (1.12)$$

где $R_{шк}$ - радиус канатоведущего шкива, м

v - скорость механизма, м/с

Так как масса канатов уравновешена - при равномерном движении статический момент не меняется, движение считаем поступательным и момент инерции механизма можно, описать следующим законом:

$$J_m = m_{\Sigma} \cdot \left(\frac{v}{\omega_m}\right)^2; \quad (1.13)$$

где m_{Σ} - масса всех тел, кг.

Масса тел определяется по выражению:

$$m_{\Sigma 1} = \frac{G_0 + G_{np} + G_n}{g}; \quad (1.14)$$

где G_{np} - сила тяжести противовеса, $G_{np} = 9650 \text{ Н}$;

$$m_{\Sigma} = \frac{5000 + 9200 + 8000}{9.81} = 2265 \text{ кг}$$

$$J_M = 2265 \cdot \left(\frac{2.5}{11.1}\right)^2 = 114 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$m_{\Sigma 2} = \frac{G_0 + G_{np}}{g}; \quad (1.15)$$

$$m_{\Sigma 2} = \frac{5000 + 9200}{9.81} = 1465 \text{ кг}$$

$$J_M = 1465 \cdot \left(\frac{2.5}{11.1}\right)^2 = 73.5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Приведенный момент инерции загруженного лифта составляет (из 1.11):

$$J_{np} = 0.043 + 1.1 \cdot 114.89 \cdot \left(\frac{11.1}{104.7}\right)^2 = 1.46 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Приведенный момент инерции при отсутствии груза составляет:

$$J_{np} = 0.043 + 1.1 \cdot 73.5 \cdot \left(\frac{11.1}{104.7}\right)^2 = 0.95 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Для выбора среднего пускового момента электродвигателя определяется статический момент при нагруженном лифте:

$$M_c = \frac{P_n}{\omega_c} = \frac{11000}{104.7} = 105 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.16)$$

Выбирается минимальный момент электродвигателя во время пуска:

$$M_{\min} = 1.8 \cdot M_n = 1.8 \cdot 108 = 194 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.17)$$

Максимальный момент электродвигателя во время пуска принимается равным:

$$M_{\max} = 2.7 \cdot M_n = 2.7 \cdot 108 = 291.6 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.18)$$

Средний момент электродвигателя во время пуска составляет:

$$M_{cp} = \frac{M_{\max} + M_{\min}}{2}; \quad (1.19)$$

$$M_{cp} = \frac{291.6 + 194.4}{2} = 243 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Следовательно, момент двигателя во время пуска с нагрузкой и без неё будет в одних значениях, как и во время пуска.

Пусковое время электродвигателя с нагруженным лифтом (время пуска) определяется по формуле:

$$t_n = \frac{J \cdot \omega}{M_{\max} + M_c} = \frac{1.46 \cdot 104.7}{291.6 + 105} = 0.82c \quad (1.20)$$

Так как время пусков невелико в сравнении со временем работы при установившейся скорости, то можно остановиться на их приближенном расчете.

Приближенно определяется также путь при переходных процессах.

Время торможения нагруженного и ненагруженного лифта под действием электромагнитного тормоза с моментом $M_T = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$ определяется по формуле:

$$t_m = \frac{J \cdot \omega}{M_c + M_m} = \frac{1.46 \cdot 104.7}{105 + 100} = 0.75c \quad (1.21)$$

Путь нагруженного и ненагруженного лифта при пуске определяется по формуле:

$$l_n = \frac{v_n}{2} \cdot t_n = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{2 \cdot 60 \cdot i} \cdot t_n = \frac{3.14 \cdot 0.45 \cdot 970}{2 \cdot 60 \cdot 9} \cdot 0.82 = 1.27 \text{ м} \quad (1.22)$$

Путь нагруженного и ненагруженного лифта при торможении определяется по формуле:

$$l_n = \frac{v_n}{2} \cdot t_m = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{2 \cdot 60 \cdot i} \cdot t_m = \frac{3.14 \cdot 0.45 \cdot 970}{2 \cdot 60 \cdot 9} \cdot 0.75 = 0.95 \text{ м} \quad (1.23)$$

Путь нагруженного лифта при установившейся скорости, при совершении им семи остановок составляет:

$$l_1 = l - 6 \cdot l_n - 6 \cdot l_T = 75 - 6 \cdot 1.27 - 6 \cdot 0.95 = 61.68 \text{ м} \quad (1.24)$$

Скольжение и скорость электродвигателя при $M_c = 105 \text{ Н} \cdot \text{м}$ определяются по формуле:

$$s = s_n \cdot \frac{M_c}{M_n} = 0.03 \cdot \frac{105}{108} = 0.029 = 2.9\% \quad (1.25)$$

$$n = n_0 \cdot (1 - s) = 1000 \cdot (1 - 0.029) = 971 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (1.26)$$

Время движения лифта с установившейся скоростью, при совершении им семи остановок составляет:

$$t = \frac{l_1}{v \cdot 7} = \frac{61.68}{2.5 \cdot 7} = 3.52c \quad (1.27)$$

Ускорение и рывок необходимо ограничивать для безопасности людей. А так же ускорение и рывок должны быть максимально по величине большими, так как в обратном случае эффективность движения лифта будет снижаться, а пассажиры будут терять время, в связи с этим зададимся целью выявить $V(t)$ при уменьшении ускорения и рывка. В три этапа проходит по оптимальной кривой разгон:

1. Рывок $p = const > 0$, ускорение нарастает линейно, а скорость - по параболе.

Продолжительность данного этапа равна

$$t = \frac{a}{p} = \frac{2}{4} = 0.5c \quad (1.28)$$

Скорость движения кабины в конце данного этапа составляет:

$$v_1 = \frac{p \cdot \Delta t_1^2}{2} = \frac{4 \cdot 0.5^2}{2} = 0.5 \frac{M}{c} \quad (1.29)$$

2. Рывок равен нулю, ускорение постоянно, а скорость - по линейному закону.

Продолжительность данного этапа равна:

$$\Delta t_2 = \frac{v}{a} - \frac{a}{p} = \frac{2.5}{2} - \frac{2}{4} = 0.75c \quad (1.30)$$

Скорость движения кабины в конце данного этапа составляет:

$$v_2 = v_1 + a \cdot \Delta t_2 = 0.5 + 2 \cdot 0.75 = 2 \frac{M}{c} \quad (1.31)$$

3. Рывок $p = const < 0$, ускорение уменьшается линейно, а скорость - по обратной параболе.

Продолжительность данного этапа равна:

$$\Delta t_3 = \Delta t_1 = 0.5c \quad (1.32)$$

Скорость движения кабины в конце данного этапа равна установившемуся значению.

Полное время разгона равно:

$$t_p = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = 2 \cdot \Delta t_1 + \Delta t_2 = 2 \cdot 0.5 + 0.75 = 1.75c \quad (1.33)$$

Если предположить, что ускорение постоянно, то время разгона равно.

$$t_p = \frac{v}{a} = \frac{2.5}{2} = 1.25c \quad (1.34)$$

Аналитически функция скорости движения кабины лифта от времени определяется по формуле:

$$v(t) = \frac{p \cdot t^2}{2} \cdot \delta(t, 0, \Delta t_1) + [v_1 + a \cdot (t - \Delta t_1)] \cdot \delta(t, \Delta t_1, \Delta t_1 + \Delta t_2) + \left[v_2 + \left(\frac{p \cdot (t - \Delta t_1 - \Delta t_2)}{2} \right) \cdot (t - \Delta t_1 - \Delta t_2) \right] \cdot \delta(t, \Delta t_1 + \Delta t_2, t_p) \quad (1.35)$$

Скорость угловая вращения вала электродвигателя связана с линейной скоростью движения уравнением:

$$\omega(t) = \frac{2 \cdot V(t) \cdot \Sigma i}{D}$$

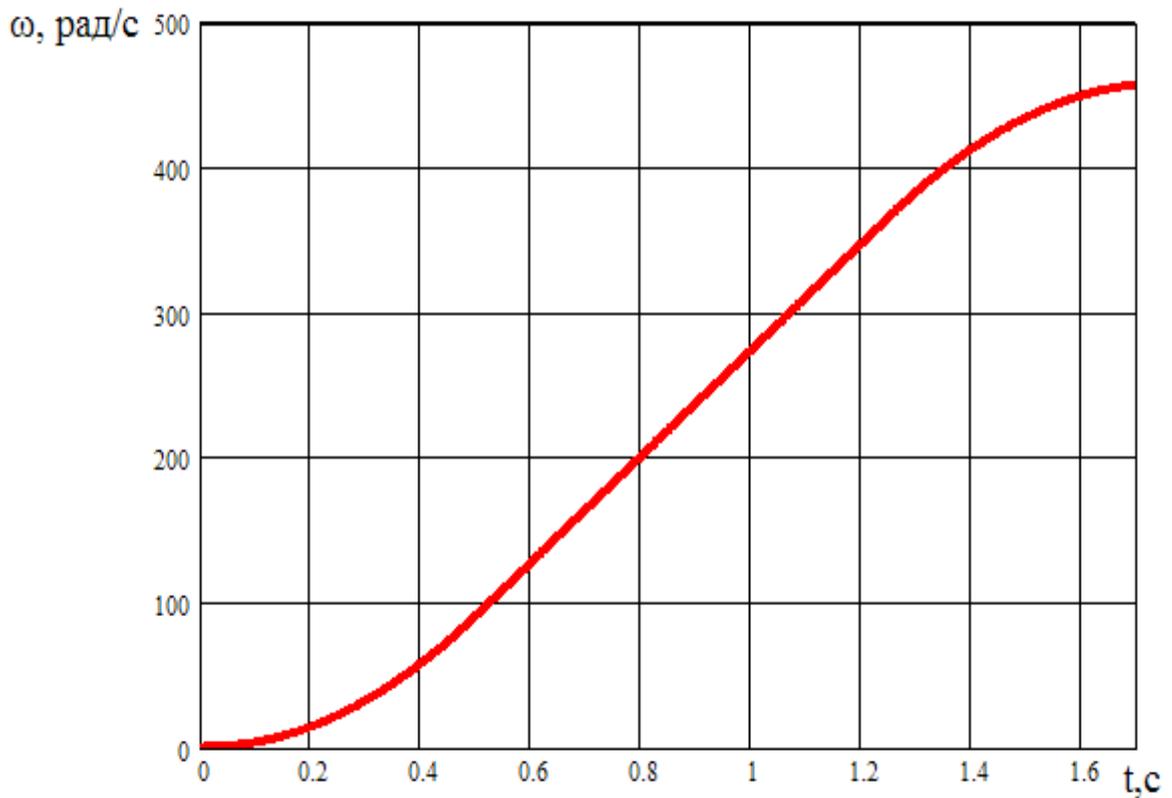


Рис.6 - Кривая разгона электродвигателя при ограничении рывка и ускорения.

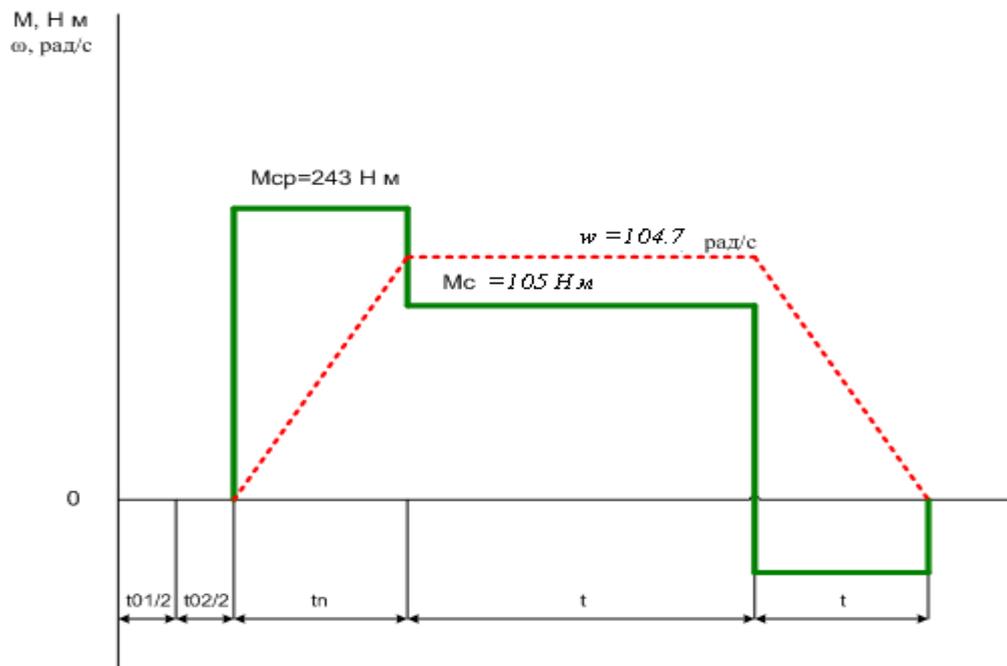


Рис.7 Тахо грамма электродвигателя и нагрузочная диаграмма АИР160S6.

При $\beta = 0,5$ и ПВ = 49 %

$$M_{\text{Э1}} = \sqrt{\frac{7 \cdot (M_{cp}^2 \cdot t_n) + 7 \cdot (M_c^2 \cdot t_n)}{\beta \cdot 7 \cdot t_n + 7 \cdot t}} = \sqrt{\frac{7 \cdot (243^2 \cdot 0.82) + 7 \cdot (105^2 \cdot 0.82)}{0.5 \cdot 7 \cdot 0.82 + 7 \cdot 3.52}} = 103.3 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.35)$$

После перерасчета на ПВ = 100 % получим:

$$M_{\text{э}} = M_{\text{Э1}} \cdot \sqrt{\frac{\text{ПВ}_{\text{э}}}{\text{ПВ}_n}} = 103.3 \cdot \sqrt{\frac{49}{100}} = 72.3 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.36)$$

$$M_{\text{э}} < M_n; 72.3 \text{ Н} \cdot \text{м} < 108 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Из расчетов предварительно выбранный электродвигатель проходит проверку по условию нагрева.

2.4.2. Расчет и выбор преобразователя чистоты и элементов

Преобразователь частоты (ПЧ) в электроприводе (ЭП) является регулятором силовым, вход ПЧ подключен к сети электропитания с нерегулируемыми значениями напряжения U_1 и частоты f_1 , а на выходе

выдаются регулируемые значения напряжения U_2 (или тока I_2) и частоты f_2 в зависимости от установленных и управляющих сигналов U_y . [5, с. 69]

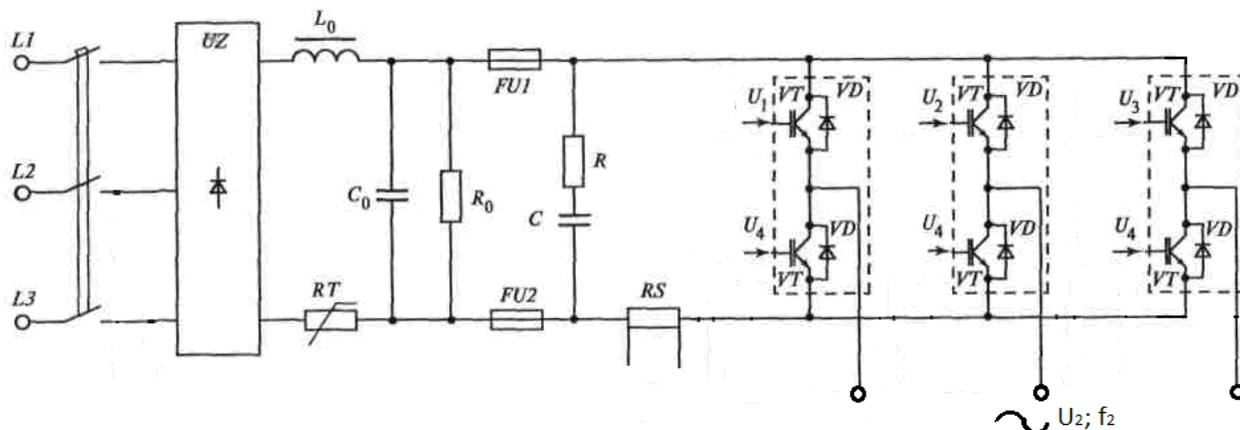


Рис. 8 - Схема силового канала ПЧ

Расчет приведен для ПЧ с АИН (рис.8), произведен с использованием гибридных модулей, состоящих из ключей IGBT и обратных диодов FWD, собранных в едином корпусе на общем радиаторе (теплоотводящей пластине).

Расчет инвертора:

По формуле находим ток максимальный проходящий через ключи инвертера:

$$I_{C \max} = \frac{P_{\text{НОМ}} k_1 \sqrt{2} k_2}{\eta_{\text{НОМ}} \cos \varphi \sqrt{3} U_{\text{Л}}} = \frac{11 \cdot 1.3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.1}{0.85 \cdot 0.78 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 50,98 \text{ A} \quad (1.37)$$

Где $P_{\text{НОМ}}$ – мощность двигателя номинальная;

$k_1=1.2-1.5$ – коэффициент перегрузки по току кратковременной, нужный для динамики электропривода;

$k_2=1.1-1.2$ – коэффициент пульсации тока мгновенной ;

$\eta_{\text{НОМ}}$ –КПД двигателя;

$U_{\text{Л}}$ –напряжение линейное двигателя.

Выбор ключей IGBT выбираются с постоянным (номинальным) током коллектора по условию $I_C > I_{C \max}$.

Расчет потерь в инвертере при ШИМ и формировании синусоидального тока на выходе заключается в поиске компонентов потерь

IGBT в проводящем состоянии и при коммутации, а также потерь обратного диода.

В проводящем состоянии потери в IGBT:

$$P_{SS} = I_{CP} \cdot U_{CE(SAT)} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{D}{3\pi} \cdot \cos \theta \right) = 39.2 \cdot 2.1 \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{0.95}{3\pi} \cdot 0.78 \right) = 17 \text{ Вт} \quad (1.38)$$

где $I_{CP} = \frac{I_{Cmax}}{k_1} = \frac{50.98}{1.3} = 39.2 \text{ А}$ - амплитуда тока на входе инвертора

максимальная;

$D = t_p / T \approx 0.95$ - скважность максимальная; $\cos \theta \approx \cos \varphi$ - коэффициент мощности; $U_{ce(sat)}$ - прямое понижение напряжения на IGBT в насыщенном состоянии при I_{CP} и $T_j = 125^\circ \text{C}$ (типичное значение $U_{ce(sat)} = 2.1 - 2.2, \text{ В}$).

Потери в IGBT при коммутации:

$$P_{sw} = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{(I_{CP} \cdot U_{CC}) \cdot (t_{c(on)} + t_{c(off)}) \cdot f_{sw}}{2} = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{(39.2 \cdot 6.5) \cdot (0.35 + 0.65) \cdot 10^{-6} \cdot 10000}{2} = 0.28 \text{ Вт}$$

где $t_{e(on)}, t_{e(off)}$ - длительность переходных процессов в цепи коллектора IGBT на закрывание $t_{e(off)}$ и открывание $t_{e(on)}$ транзистора, с ($t_{e(on)} = 0.3 - 0.4 \text{ мкс}$; $t_{e(off)} = 0.6 - 0.7 \text{ мкс}$);

U_{CC} - напряжение на коллекторе IGBT, В (коммутируемое напряжение, равное напряжению звена постоянного тока для системы АИН-ШИМ);

f_{sw} - частота коммутации, Гц (частота ШИМ), от 5000 до 15000 Гц.

Потери IGBT суммарные:

$$P_Q = P_{SS} + P_{sw} = 17 + 0.28 = 17.28 \text{ Вт} \quad (1.39)$$

Потери в проводящем состоянии диода:

$$P_{DS} = I_{ep} \cdot U_{ec} \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{D}{3\pi} \cdot \cos \theta \right) = 39.2 \cdot 1.5 \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{0.95}{3\pi} \cdot 0.78 \right) = 12 \text{ Вт} \quad (1.40)$$

где $I_{ep} \approx I_{CP}$ - амплитуда тока через обратный диод максимальная, А; U_{ec} -

прямое понижение напряжения в диоде (в проводящем состоянии) при I_{ep} , В.

Потери при восстановлении запирающих свойств диода:

$$P_{DR} = \frac{1}{8} \cdot (I_{rr} \cdot U_{CC} \cdot t_{rr} \cdot f_{SW}) = \frac{1}{8} \cdot (39.2 \cdot 6.5 \cdot 0.2 \cdot 10^{-6} \cdot 10000) = 0.06 \text{ Вт} \quad (1.41)$$

где I_{rr} - амплитуда обратного тока через диод, А ($I_{rr} \approx I_{CP}$); t_{rr} - продолжительность импульса обратного тока, с (0.2 мкс).

Потери диода суммарные:

$$P_D = P_{DS} + P_{DR} = 12 + 0.06 = 12.06 \text{ Вт} \quad (1.42)$$

Потери в IGBT с обратным диодом результирующие:

$$P_T = P_Q + P_D = 17.28 + 12.06 = 39.34 \text{ Вт} \quad (1.43)$$

Данные потери результирующие являются важным для теплового расчета инвертора, в ходе чего определяется тип и размеры необходимого радиатора (охладителя) и проверяем тепловой режим работы кристаллов IGBT и диода(обратного).

По расчетным данным выбираем IGBT модули фирмы Mitsubishi третьего поколения с параметрами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 Параметры модуля IGBT фирмы Mitsubishi

Тип прибора		CM50TF-12H	
Предельные параметры	$U_{CES}, \text{В}$	600	
	$I_C, \text{А}$	50	
	$P_C, \text{Вт}$	250	
Электрические характеристики	$U_{CE(sat)}, \text{В}$	типовое	2.1
		максимальное	2.8
	$C_{ies}, \text{нФ}$		5
	$C_{oes}, \text{нФ}$		1.8
	$C_{res}, \text{нФ}$		1
	$t_{d(on)}, \text{нс}$		200
	$t_r, \text{нс}$		300
	$t_{d(off)}, \text{нс}$		200
	$t_f, \text{нс}$		300

	Обратный диод	U_f, B	Обратный диод
		$t_{rr}, нс$	
Тепловые и механические параметры	$R_{th(c-f)}, ^\circ C / Bm$		0.25
	IGBT	$R_{th(j-e)}, ^\circ C / Bm$	IGBT
	Диод		Диод
	Масса, г	390	Масса, г

Максимально допустимое переходное сопротивление охладителя – окружающая среда $R_{th(f-a)} = 0.04, ^\circ C / Bm$.

$$R_{th(f-a)} \leq \frac{T_c - T_a}{P_T} - R_{th(c-f)} \quad (1.44)$$

$$0.04 \leq \frac{100 - 50}{39.34} - 0.25 = 1.02 ^\circ C / Bm$$

где $T_a = 45 - 50 ^\circ C$ - охлаждающего воздуха;

$T_c = 90 - 110 ^\circ C$ - теплопроводящей пластины;

P_T - мощность суммарная, для пары IGBT/FWD Bm ;

$R_{th(c-f)}$ - термическое переходное сопротивление корпус-поверхность пластины теплопроводящей модуля в расчете пары IGBT/FWD, $^\circ C / Bm$.

По формуле находим температура кристалла IGBT, $^\circ C$:

$$T_{ja} = T_c + P_Q R_{th(j-c)q} = 100 + 17.28 \cdot 0.5 = 108,64 ^\circ C \quad (1.45)$$

где $R_{th(j-c)q}$ - термическое переходное сопротивление кристалл-корпус для IGBT части модуля, $^\circ C / Bm$, При этом должно выполняться условие $T_{ja} < 125 ^\circ C$.

Температура кристалла обратного диода FWD, $^\circ C$:

$$T_{jd} = T_c + P_D R_{th(j-c)d} = 100 + 12.06 \cdot 0.5 = 106.03 ^\circ C \quad (1.46)$$

где $R_{th(j-c)d}$ - термическое переходное сопротивление кристалл-корпус для FWD части модуля, $^\circ C / Bm$.

Должно выполняться условие $T_{jd} < 125^\circ\text{C}$.

Если $T_{jd} \geq 125^\circ\text{C}$ или опасно приближается к этой максимально допустимой температуре кристалла, то нужно улучшить теплоотдачу за счет использования охладителя с меньшим значением сопротивления $R_{th(f-a)}$, т.е. задавшись меньшей температурой корпуса T_c .

Расчет выпрямителя:

Среднее выпрямленное напряжение:

$$U_d = k_{с.н} U_{л} = 1.3 \cdot 380 = 494\text{В} \quad (1.47)$$

где $k_{с.н}$ - коэффициент схемы для номинальной нагрузки;

$k_{с.н} = 1.3$ - для схемы мостовой трехфазной;

$k_{с.н} = 0.9$ - для схемы мостовой однофазной.

Максимальное значение среднего выпрямленного тока:

$$I_{dm} = \frac{\sqrt{3} \left(\frac{I_{с\max}}{\sqrt{2}} \right) U_{л} \cos \varphi + n P_T}{U_d} = \frac{\sqrt{3} \cdot \frac{50.98}{\sqrt{2}} \cdot 380 \cdot 0.78 + 3 \cdot 39.34}{494} = 37.7\text{А} \quad (1.48)$$

где n – количество пар IGBT/FWD в инверторе.

Максимальный рабочий ток диода:

$$I_{vm} = k_{сс} I_{dm} = 1.045 \cdot 37.7 = 39.39\text{А} \quad (1.49)$$

где $k_{сс} = 1.045$ для мостовой трехфазной схемы при оптимальных параметрах Г-образного LC-фильтра, установленного на выходе выпрямителя;

$k_{сс} = 1.57$ для мостовой однофазной схемы.

Максимальное обратное напряжение диода:

$$U_{vm} = k_{3.н} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{л} \cdot k_{с.н} \cdot k_c + \Delta U_n = 1.17 \cdot \sqrt{2} \cdot 380 \cdot 1.3 \cdot 1.12 + 130 = 1045,5\text{В} \quad (1.50)$$

где $k_c \geq 1.1$ - коэффициент допустимого повышения напряжения сети;

$k_{3.н} \geq 1.15$ - коэффициент запаса по напряжению;

$\Delta U_n = 100 - 150 \text{ В}$ - запас на коммутационные выбросы напряжения в звене постоянного тока.

Диоды выбираются по постоянному рабочему току (не менее I_{vm}) и по классу напряжения (не менее $U_{vm} / 100$).

По расчетным данным выбираем сверхвысокочастотный диод с параметрами, приведенными в таблице 4:

Таблица 4 Параметры сверхвысокочастотного диода

Тип прибора	MBR3040
$I_{RAV}, \text{ А}$	30
$U_{RRM}, \text{ В}$	400
$U_{AM}, \text{ В}$	1.5
$t_{вкл}, \text{ нс}$	135
$t_{выкл}, \text{ нс}$	100

Расчет потерь в выпрямителе для установившегося режима работы ЭП

$$I_d = I_{dm} / k_1 = 37.7 / 1.3 = 29 \text{ А}; \quad (1.51)$$

$$P_{DV} = m_v k_{cs} (U_j + R_{on} \frac{I_{dm}}{k_1}) \frac{I_{dm}}{k_1} = 6 \cdot 0.577 \cdot 0.6 \cdot \frac{37.7}{1.3} = 60.2 \text{ Вт} \quad (1.52)$$

где $k_{cs} = 0.577$ - для мостовой трехфазной схемы;

R_{on} - динамическое сопротивление полупроводникового прибора в проводящем состоянии, Ом;

U_j - прямое падение напряжения, В, на полупроводниковом приборе при токе 50 мА ($U_j + R_{on} I_{dm} / k_1 \leq 1 \text{ А}$ для диода или 1.3 В для тиристора);

m_v - число полупроводниковых приборов в схеме.

Максимально допустимое переходное сопротивление охладитель - окружающая среда в расчете на выпрямитель:

$$R_{th(f-a)} \leq \frac{T_c - T_a}{P_{DV}} - R_{th(c-f)} \quad (1.53)$$

$$0.04 \leq \frac{100 - 50}{60.2} - 0.574 = 0.256 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

где $R_{th(c-f)}$ - термическое переходное сопротивление корпус-поверхность теплопроводящей пластины модуля, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Температура кристалла:

$$T_{jDV} = T_c + \frac{P_{DV}}{n_D} R_{th(j-c)DV} = 100 + \frac{60.2}{2} \cdot 1 = 130.1 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.54)$$

где $R_{th(j-c)DV}$ - термическое переходное сопротивление кристалл-корпус для одного полупроводникового прибора модуля, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$; n_D - количество полупроводниковых приборов в модуле.

Наше условие по выбору выполняется: $T_{jDV} < 140 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Расчет фильтра:

Коэффициент пульсаций на входе фильтра (отношение амплитуды напряжения к среднему значению):

$$q_{1BX} = \frac{2}{m^2 - 1} = \frac{2}{36 - 1} = 0.057 \quad (1.55)$$

Где m - импульсность схемы выпрямления ($m=6$ для трехфазной мостовой схемы, $m=2$ для однофазной мостовой схемы).

Параметр сглаживания LC-фильтра:

$$L_0 C_{01} = \frac{S + 1}{(2\pi m f_s)^2} = \frac{12 + 1}{(2 \cdot 3.14 \cdot 6 \cdot 50)^2} = 3.659 \cdot 10^{-6} \quad (1.56)$$

где $S = \frac{q_{1BX}}{q_{1ВЫХ}}$ - коэффициент сглаживания по первой гармонике;

f_s - частота сети, Гц.

Параметр сглаживания С-фильтра:

$$L_S C_{02} = \frac{S + 1}{(2\pi m f_s)^2} = \frac{12 + 1}{(2 \cdot 3.14 \cdot 6 \cdot 50)^2} = 3.659 \cdot 10^{-6} \quad (1.57)$$

где L_s - индуктивность сети, Гн, приведенная к звену постоянного тока, значения коэффициента сглаживания S лежат от 3 до 12.

Индуктивность дросселя LC-фильтра для обеспечения коэффициента мощности на входе выпрямителя $K_M = 0.95$ определяется из следующих условий:

$$L_0 \geq 3L_{0\min} = 3 \cdot 664.4 = 1.993, \text{ мГн} \quad (1.58)$$

$$L_{0\min} \approx \frac{0.013U_{II}}{2\pi f_s I_d} = \frac{0.013 \cdot 380}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 29} = 542.5 \text{ мкГн} \quad (1.59)$$

где I_d - номинальный средний ток звена постоянного тока.

Емкость конденсаторов, необходимая для протекания реактивного тока нагрузки инвертора, находится из выражения:

$$C_{03} = \frac{\sqrt{3}I_{sm1} \sin^2\left(\frac{\varphi_1}{2} - \frac{\pi}{12}\right)}{2U_d f_{sw} q_1} = \frac{\sqrt{3} \cdot 50.98 \cdot \sin^2\left(\frac{20}{2} - \frac{180}{12}\right)}{2 \cdot 494 \cdot 10000 \cdot 0.057} = 0.965 \text{ мкФ} \quad (1.60)$$

где I_{sm1} – амплитудное значение тока в фазе двигателя;

φ_1 - угол сдвига между первой гармоникой фазного напряжения и фазного тока;

q_1 – коэффициент пульсаций;

f_{sw} – частота ШИМ.

Расчет снаббера: Чтобы минимизировать превышение напряжения (перенапряжение) и предотвратить аварию IGBT, требуется установка снаббера (демпфирующей цепи).

Расчетная формула для выбора мощности резистора цепи снаббера имеет следующий вид:

$$P = 0.5 \cdot C \cdot \Delta U^2 \cdot f_{sw} = 0.5 \cdot 0.965 \cdot 10^{-6} \cdot 50^2 \cdot 10000 = 12.06 \text{ Вт} \quad (1.61)$$

где ΔU - перенапряжение, зависит от многих факторов, оно не должно превышать 60 В, бросок напряжения при запираии модуля определяется как

параметрами схемы, так и характеристиками IGBT, поэтому ΔU не может быть определено математически. [4, с.86]

Выбор сопротивления резистора производится из условия минимума колебаний тока коллектора при включении IGBT:

$$R \geq 2 \cdot \sqrt{\frac{L_{sn}}{C}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-9}}{0.965 \cdot 10^{-6}}} = 0.203 \text{ Ом} \quad (1.62)$$

где L_{sn} - индуктивность цепей снаббера, Гн, которая должна быть 10 нГн или менее, С – емкость снаббера, Ф.

Емкость конденсатора снаббера определяется напряжением второго броска, ΔU который не должен превышать 25 В. Выражение для расчета емкости представляется в виде:

$$C = L_1 \cdot (I_c / \Delta U)^2 = 50 \cdot 10^{-9} (39.2 / 25)^2 = 1.22 \text{ нФ} \quad (1.63)$$

где L_1 - индуктивность проводов между электролитическим конденсатором и IGBT-модулем; I_c - отключаемый ток.

По [4, 93 с.] выбираем преобразователь частоты VLT серии 2880 (производство фирмы «Danfoss», Дания), технические данные которого приведены в таблице 5.

Таблица 5 Технические данные преобразователя «Danfoss» VLT 2880

Выход	Число фаз	3		
	Номинальное напряжение, В	220 (200, 230)	380 (400, 415)	440 (460, 500)
	Номинальная частота, Гц	50/60/87/100		
	Диапазон регулирования напряжения, В	0 – 100% напряжение питающей сети		
	Диапазон регулирования частоты, Гц	0 – 1000; программируется		
	Время линейного изменения, с	0,1 - 3600		
	Включение выхода	Не лимитируется (частое переключение может привести к прерыванию работы)		
Вход	Число фаз	3		
	Напряжение питающей сети, В	220 (200, 230) ±10%	380 (400, 415) ±10%	380 (400, 415, 440, 460, 500) ±10%
	Частота питающей сети, Гц	50 (60)		
	Коэффициент мощности cosφ	0.9 (1.0)		
	Коэффициент полезного	0.96 при нагрузке 100%		

	действия	
	Переключение	2 раза в минуту
Защитные функции – защита ПЧ и двигателя		От короткого замыкания От замыкания на землю Встроенная тепловая защита двигателя
Опции	Внешние	Адаптивная настройка двигателя Прогрев подключенного двигателя Запуск «с хода» Выбор частоты для запуска двигателя Программируемая частота переключений
	Внутренние	Восемь цифровых входов Два аналоговых входа Два сигнальных выхода Два релейных выхода на 250 В, 2 А и последовательный порт RS-485 для создания локальной промышленной сети согласованного управления несколькими рабочими станциями
Исполнение	Стандарт защиты	IP00 (IP20, IP21, IP54)
	Температура окружающей среды, °С	При полной нагрузке от -10 до +40 При транспортировке и хранении от -30 до +70
Номинальная мощность двигателя, кВт		11
Номинальный ток ПЧ, А		32
Допустимая перегрузка по мощности в течение 1 мин, %		150
Максимальный ток срабатывания предохранителя, А		50



Рис.9 Общий вид преобразователя «Danfoss»VLT 2880

2.4.3.Выбор аппаратуры управления и защиты

Для защиты двигателя и преобразователя от токов короткого замыкания, замыкания на «землю» и перегрева двигателя.

Выбираем автоматический выключатель серия HMF MB325A со способностью пропускать длительный ток 20 А.

- а.) Номинальная отключающая способность 6 кА согласно EN 60 898;
- б.) класс ограничения электроэнергии 3;
- в.) номинальное напряжение 230/400 вольт;
- г.) корпус IP20 с крышкой IP30.

В реальном электрическом приводе возможны перегрузки – превышение тока или напряжения в цепи, приводящие к перегреву оборудования или выходу его из строя, что может привести к большим финансовым потерям.

В целях защиты от перегрузок выбираем трехполюсное тепловое реле перегрузки серии DTeSys с предохранителями. Модель LRD3357, установка тока реле – 16 А.

Этажные переключатели служат для остановки кабины на заданном этаже. В качестве него выбираем переключатель типа ЭП-ПУЗ с $U_{НОМ} = 380, В$ и $I_{НОМ} = 1.5, А$. Этажные переключатели устанавливаются по стволу шахты на каждом этаже.

В современных системах лифтов для регистрации приказов и вызовов применяются кнопки с залипанием. В них имеется электромагнит, удерживающий кнопку в нажатом состоянии до тех пор, пока электромагнит не будет отключен.

Дверные контакты обеспечивают движение кабины лишь при закрытых дверях кабины и шахты, что необходимо с целью безопасности. Конструктивно они представляют собою обычные конечные выключатели для цепей управления малых габаритов с нормально открытым контактом (замыкается при закрывании Двери).

Конечные выключатели применяются для ограничения движения подъемника в предельных крайних положениях. Выбираем конечный выключатель с параметрами:

- серия – КР-3200;

- номинальное напряжение - $U_{НОМ} = 380, В$;
- номинальный ток - $I_{НОМ} = 1.5, А$;
- износостойкость механическая - $10 \cdot 10^6$ циклов;
- износостойкость электрическая - $2.5 \cdot 10^6$ циклов.

Контакты пола приводятся в действие при входе пассажира в кабину (пол делается подвижным, устройство контактов — того же типа, что и дверных). Контакты пола могут использоваться для следующих целей:

- автоматическое возвращение лифта на первый этаж после выхода пассажира;
- зажигание света в кабине;
- исключение вызова кабины с пассажирами на другой этаж.

Ловителем (рис.10) принято называть устройство для торможения, фиксации неподвижного состояния и удержания на направляющих кабины (противовеса), движущейся вниз с аварийным превышением скорости [9,с.137].

Ловители устанавливаются на кабинах лифтов всех типов и на противовесах, если они расположены над помещениями, где могут находиться люди или над переходами, которые не могут выдержать удар падающего противовеса.

По принципу работы, ловители представляют собой разновидность линейного колодочного тормоза, отличающегося тем, что давление на колодку создает специальное самозаклинивающееся устройство в момент касания направляющей поверхностью тормозной колодки.

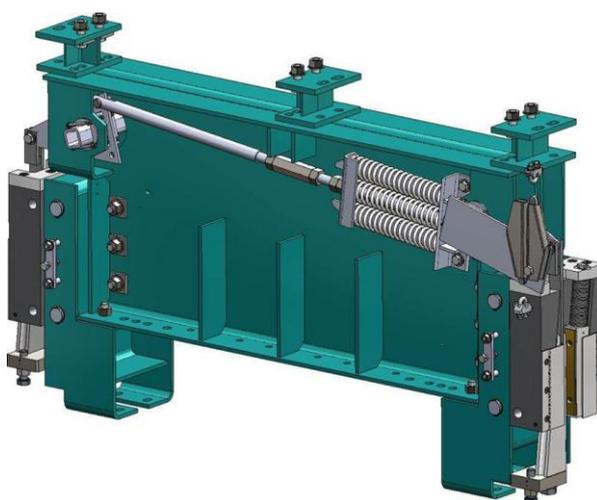


Рис.10 Ловитель

Включение ловителей должно происходить автоматически при аварийном превышении скорости или ослаблении канатной подвески.

Ограничитель скорости (рис.11) – устройство для автоматического приведения в действие ловителей при обрывах, провисаниях и других ситуаций с увеличением скорости движения вниз тем самым ликвидировать аварийную ситуацию. [9,с.162].

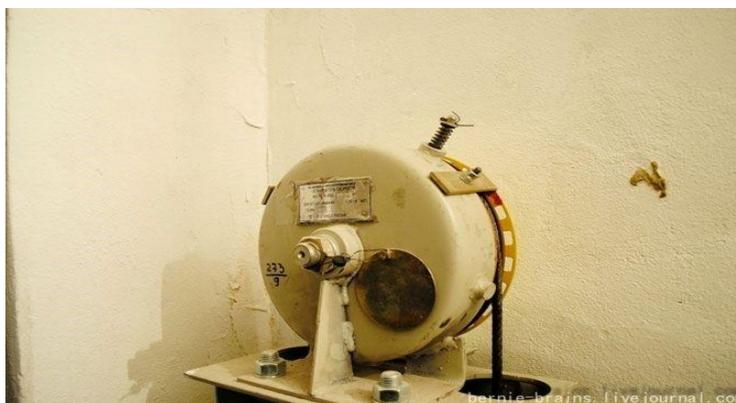


Рис.11 Ограничитель скорости

По правилам устройства и безопасной эксплуатации лифтов: Скоростной ограничитель срабатывает при 15 % увеличении скорости кабины от номинального значения скорости движения лифта. При этом не более чем установившиеся значения в следующем списке:

- а) Скорость клетки от 0.5 до 1.6 м/с не более 40%;
- б) Скорость более 1,6 м/с до 4 м/с на 33%;
- в) Скорость более 4 м/с на 25%;

г) скорость номинальная менее 0,5 м/с максимальное значение будет до 0.7 м/с.

Однако при использовании ловителя противовесе требования ужесточаются при скорости превышающей максимальное значение положенное для кабины на 10%, автоматически срабатывает ограничитель скорости.

Немного о конструкции ограничителя скорости. Ограничитель обязательно должен иметь внутренний механизм колодочного тормоза, контрольную щеколду для испытания на срабатывание, и натяжной шкив, канат и пробочные плашки на нем.

Требования к предприятию до ввода в эксплуатацию он должен быть настроен (отрегулирован) и установлены пломбы. Так же изготовитель устанавливает табличку на которой заводской номер, скорость лифта, скорость срабатывания, дата выпуска, наименование завода изготовителя.

Ограничители скорости, независимо от конструктивного исполнения, состоят из шкива, охватываемого бесконечным канатом, имеющим жесткую кинематическую связь с приводным механизмом ловителей. Ограничитель скорости состоит из шкива, бесконечного каната и соединен жесткой кинематической связью с механизмом ловителя. Натяжное устройство которое обеспечивает натяжение каната находится в приямке шахты лифта. Специальное блокировочное устройство торможения каната при аварийной ситуации

Упоры и буферы – В приямке шахты лифта устанавливают систему амортизации для смягчения опускания кабины и амортизации при аварийной ситуацией связанной с тем что лифт может проехать мимо первого этажа[9,с.174].

Упоры с амортизирующей прокладкой разрешается применять на лифтах с номинальной скоростью, не превышающей 1 м/с.

Допускается размещать амортизаторы на кабине (противовесе) при условии, что в приямке шахты они будут взаимодействовать с жесткими упорами.

Ускорение замедления кабины (противовеса) буфером при расчетной грузоподъемности от 0 до расчетного значения не должно превышать 25 м/с^2 .

При применении буфера энергорассеивающего типа допускается превышение указанного уровня ($30+35\text{ м/с}^2$), если время действия замедления не превышает 0,04 с.

Для привода дверей лифта применяем безредукторные асинхронные электродвигатели АИРБ80В8НЛ [4, с.134], соответствующий требованиям ТУ 16-88 ИАКФ.525.321.011 ТУ. Параметры в таблице 6.

Таблица 6 Параметры безредукторного двигателя АИРБ80В8НЛ

Частота сети, Гц	50
Номинальное напряжение, В	220, 380
Синхронная частота вращения, мин^{-1}	750
Пусковой момент, Н·м, не менее	2.5
Момент инерции, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$, не более	0.005
Средний ресурс до капитального ремонта, ч, не менее	20000
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Установленная безотказная наработка, ч, не менее	2500
Гарантийный срок эксплуатации, лет	3
Масса, кг	15

Энкодер это устройство, преобразующее вращение в электрический сигнал, необходимый контроллерам или преобразователям частоты для точного определения положения вращающихся валов.

Применение:

- а.) Измерение длины при размотке катушек: печатные машины, кабельное производство.
- б.) Измерение скорости и положения: упаковочное оборудование, конвейерные линии, лифты, подъемники.
- в.) Контроль ху-координат: полиграфия, положение деталей в системах с ЧПУ и робототехнике.

г.) Управление приводами: обратная связь асинхронных и синхронных моторов.

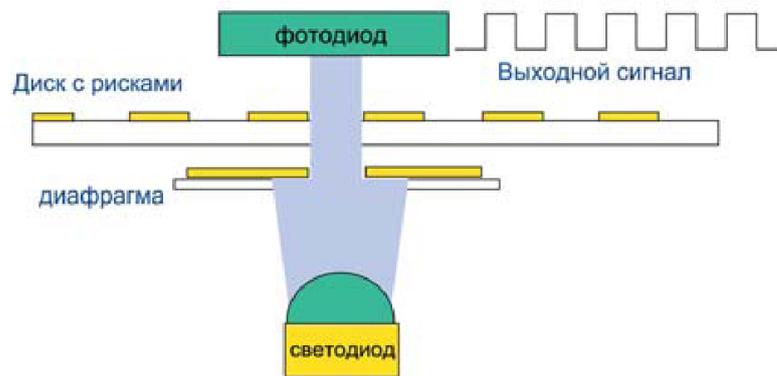


Рис. 12 - Принцип работы оптики в энкодере

Работа абсолютного энкодера:

- а.) данные в виде кода Грея или двоично-десятичного кода;
- б.) фотодиодная матрица с высоким разрешением;
- в.) до 18 bit положений вала на один оборот.

Абсолютный многооборотный энкодера это:

- а.) это абсолютный однооборотный энкодера со встроенным счетчиком оборотов;
- б.) положение в пределах оборота определяется при помощи оптического диска;
- в.) число оборотов сохраняется в энергонезависимой памяти счетчика;

Преимущества многооборотных энкодеров:

- а.) счетчик оборотов сохраняет значение за счет литиевой батареи и может считать обороты даже при выключенном питании.
- б.) истинное положение вала можно узнать, даже если вал вращали при выключенном питании.
- в.) не нужно после включения питания искать нулевую метку.

Использование многооборотного энкодера в лифте позволяет:

- а.) определять положение кабины;
- б.) создать для каждого этажа свой код энкодера.

Особенности электронных абсолютных многооборотных энкодеров:

- а.) технологические характеристики;

- б.) бесконтактный датчик оборотов;
- в.) отсутствие механики и световых источников;
- г.) постоянный счет числа оборотов за счет применения малопотребляющих радиоэлементов;
- д.) применение литиевых батарей с высоким КПД;
- е.) эксплуатационные возможности;
- ж.) малый ток потребления и самоподогрев микросхем;
- з.) вибро и ударостойкость до 200 g / 6 ms;
- и.) применение новейшего типа литиевых батарей, работоспособных до +125°C;
- к.) время жизни литиевой батареи при 45°C более 10 лет в отсутствие подзарядки.

Виды выходных сигналов абсолютного энкодера:

- а.) высокая скорость передачи данных;
- б.) простое декодирование;
- в.) один провод один бит;
- г.) дорогостоящее подключение при большом количестве бит;
- д.) прямое подключение к контроллеру только одного энкодера.

Выбираем абсолютный многооборотный энкодер компании SensorIntelligence марки AFM90 с полым приводным валом с параметрами, приведенными в таблице 7.

Таблица 7 Параметры энкодер компании SensorIntelligence марки AFM90

Разрешение	256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536, 131072, 262144 (для программируемой версии меняется с помощью программатора PGT-08-S)
Габаритные размеры	Ø 60 мм
Интерфейс/драйверы	SSI
Напряжение питания	4,5...32 В пост.тока

Стандарты соответствия	CE, UL, ROHS, ГОСТ-Р
Диаметр отверстия	8, 10, 12, 14, 15 мм, 3/8, 1/2, 5/8 дюйма
Максимальная рабочая скорость	6000 мин ⁻¹
Диапазон рабочих температур	-20...100°С
Подключение	аксиальный/радиальный кабель, аксиальный/радиальный цилиндрический резьбовой разъем M23 и M12
Класс защиты	IP 65/IP 67

2.4.4. Расчет и выбор типа кабеля сети высокого напряжения

Для эксплуатации на лифтовых установках при номинальном постоянном или переменном напряжении до 380 В используются лифтовые кабели (многожильные гибкие подвесные кабели со стальным грузонесущем тросом), с медными жилами, с полиэтиленовой изоляцией, в резиновой или поливинилхлоридной оболочке, выпускаемые по ГОСТ 16092-78 [2,с.39].

Лифтовые кабели выпускают экранированными и неэкранированными, с числом жил от 6 до 24. Марки лифтовых кабелей: КПВЛ, КПВЛЭ, КПВЛМ, КПВЛЭМ.

Для питания двигателя от частотного преобразователя используем силовой кабель марки ВВГнг [7,с.27] соответствующий требованиям ГОСТ 16442-80 и ТУ 16.705.426-86 и предназначенный для передачи электрической энергии в стационарных установках переменного тока частотой 50 Гц и напряжении не более 660 В, обладающей пониженной горючестью. Он выпускается с изоляционной оболочкой из поливинилхлоридного (ПВХ) пластика. Токопроводящие жилы имеют сечение 2,0 мм² и изготовленные из мягкой медной проволоки, число жил 3, способный пропускать длительное время ток 19 А.

Для питания преобразователя частоты от сети имеющий $U=380$ В и $f=50$ Гц применяем кабель марки АППР [2,с.36] (провод с алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, не распространяющей горения, с разделительным основанием) выполненный по ТУ 16.705.456-87 преимущественно применяемый для прокладки по деревянным поверхностям и конструкциям жилых и производственных помещений сечением $3,0$ мм², способный пропускать длительное время ток 18 А.

3.ВЫБОР И РАСЧЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТОРМОЗА

3.1. Расчет естественных электромеханических и механических характеристик регулируемого электропривода скоростного лифта

Расчет механических и электромеханических характеристик начнем с построения математической моделью или схемы замещения. Для удобства используем Т-образную схему замещения электропривода данная схема проста и удобна. (рис.13)

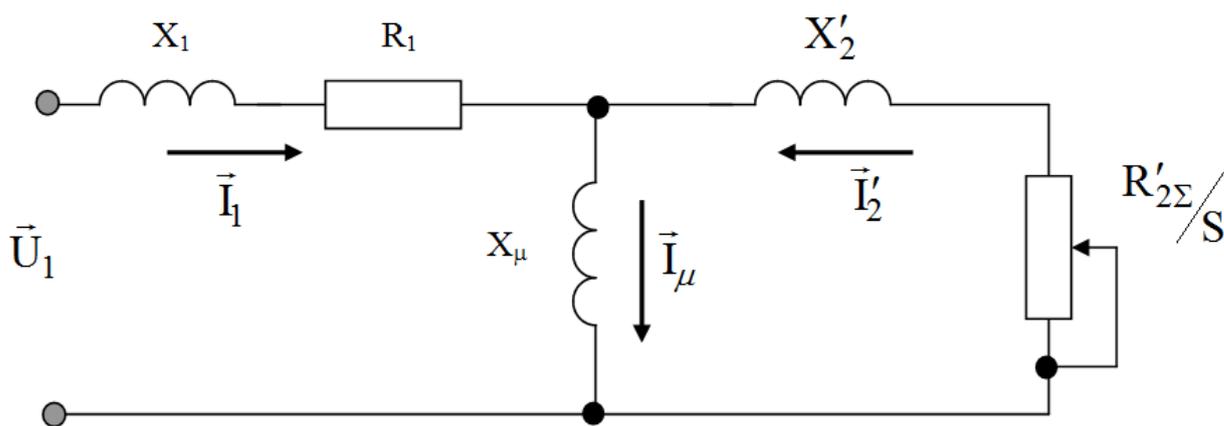


Рис.13 Схема замещения асинхронного двигателя

По следующей формуле находим ток х.х.:

$$I_0 = \sqrt{\frac{I_{11}^2 - [p_* I_{1H} (1 - s_H) / (1 - p_* s_H)]^2}{1 - [p_* (1 - s_H) / (1 - p_* s_H)]^2}} = \sqrt{\frac{19.25^2 - (0.75 \cdot 23 \cdot (1 - 0.03) / (1 - 0.75 \cdot 0.03))^2}{1 - (0.75 \cdot (1 - 0.03) / (1 - 0.75 \cdot 0.03))^2}} = 12.34, A \quad (2.1)$$

где $s_H = 1 - \frac{n_H}{n_0} = 1 - \frac{970}{1000} = 0.03$ - скольжение номинальное;

$$I_{11} = \frac{p_* \cdot P_H}{3 \cdot U_{\text{ин}} \cdot \cos \phi_{p_*} \cdot \eta_{p_*}} = \frac{0.75 \cdot 11 \cdot 10^3}{3 \cdot 220 \cdot 0.764 \cdot 0.85} = 19.25, A \quad \text{- при частичной загрузке ток}$$

статора двигателя.

При частичной загрузке коэффициент мощности:

$$\cos \phi_{p_*} = 0.98 \cdot \cos \phi_H = 0.98 \cdot 0.78 = 0.764 \quad (2.2)$$

Коэффициент загрузки асинхронного двигателя:

$$p_* = P / P_H = 0.75 \quad (2.3)$$

Из формулы [6, с.77] определяем критическое скольжение:

$$(2.4)$$

где $\lambda = M_{\text{max}} / M_H = 3.15$

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_{1H}} = 1 + \frac{12.34}{2 \cdot 6 \cdot 23} = 1.045 \quad (2.5)$$

Определяем коэффициент:

$$A_1 = m U_{1\phi}^2 (1 - s_H) / (2 \cdot C_1 \cdot k_{\text{MAX}} \cdot P_H) = \frac{3 \cdot 220^2 (1 - 0.03)}{2 \cdot 1.045 \cdot 3.15 \cdot 11 \cdot 10^3} = 1.945 \quad (2.6)$$

Приведенное к обмотке статора асинхронного двигателя активное сопротивление ротора:

$$R_2' = A_1 / (\beta + 1 / s_k) C_1 = \frac{1.945}{\left(1 + \frac{1}{0.184}\right) \cdot 1.044} = 0.342 \text{ Ом} \quad (2.7)$$

где $\beta = R_1 / (C_1 \cdot R_2')$ - значение коэффициента β находится в диапазоне 0,6 – 2,5, в приближении принимаем $\beta = 1$.

По формуле определяем активное сопротивление статорной обмотки:

$$R_1 = C_1 \cdot R_2' \cdot \beta = 1.044 \cdot 0.342 \cdot 1 = 0.358 \text{ Ом} \quad (2.8)$$

Для нахождения индуктивного сопротивления КЗ. $X_{кн}$ определим γ

$$\gamma = \sqrt{(1/s_k^2) - \beta^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{0.184^2}\right) - 1^2} = 5.34 \quad (2.9)$$

Тогда значение индуктивного сопротивления КЗ равно:

$$X_{кн} = \gamma \cdot C_1 \cdot R_2' = 5.34 \cdot 1.044 \cdot 0.342 = 1.9 \text{ Ом} \quad (2.10)$$

По формуле рассчитываем индуктивное сопротивление роторной обмотки приведенной к статорной:

$$X_{2н}' = 0.58 \cdot X_{кн} / C_1 = 0.58 \cdot \frac{1.9}{1.044} = 1.05 \text{ Ом} \quad (2.11)$$

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора приведенное к обмотке статора:

$$X_{2\sigma}' = X_{2н}' \cdot \frac{I_{1фн}}{U_{1фн}} = 1.05 \cdot \frac{23}{220} = 0.11 \text{ Ом} . \quad (2.12)$$

Приведенная индуктивность обмотки ротора, обусловленная потоком рассеяния,

$$L_{2\sigma}' = \frac{X_{2\sigma}'}{2 \cdot \pi \cdot f_{1н}} = \frac{0.11}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 3.5 \cdot 10^{-4} \text{ Гн} . \quad (2.13)$$

Индуктивное сопротивление статорной обмотки может быть определено по следующему выражению:

$$X_{1н} = 0.42 \cdot X_{кн} = 0.42 \cdot 1.9 = 0.798 \text{ Ом} \quad (2.14)$$

Индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора

$$X_{1\sigma} = X_{1н} \cdot \frac{I_{1фн}}{U_{1фн}} = 0.798 \cdot \frac{23}{220} = 0.083 \text{ Ом} . \quad (2.15)$$

Индуктивность обмотки статора, обусловленная потоком рассеяния,

$$L_{1\sigma} = \frac{X_{1\sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1н}} = \frac{0.083}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 2.66 \cdot 10^{-4} \text{ Гн} . \quad (2.16)$$

Ветви намагничивания E_1 , по векторной диаграмме ЭДС наведенная потоком воздушного зазора в обмотке статора в номинальном режиме, равна:

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \sqrt{(U_{1j} \cdot \cos \phi_{1H} - R_1 \cdot I_{1H})^2 + (U_{1j} \cdot \sin \phi_{1H} + X_{1H} \cdot I_{1H})^2} = \\
 &= \sqrt{(220 \cdot 0.78 - 0.358 \cdot 23)^2 + (220 \cdot 0.78 + 0.798 \cdot 23)^2} = 223.99 \text{ В}
 \end{aligned}
 \tag{2.17}$$

Тогда индуктивное сопротивление намагничивания:

$$X_{\mu H} = E_1 / I_0 = \frac{223.99}{12.34} = 18.15 \text{ Ом} \tag{2.18}$$

Главное индуктивное сопротивление намагничивающего контура:

$$X_{\mu} = X_{\mu H} \cdot \frac{I_{1\text{фн}}}{U_{1\text{фн}}} = 18.15 \cdot \frac{23}{220} = 1.897 \text{ Ом} . \tag{2.19}$$

Индуктивность результирующая, обусловленная магнитным потоком в воздушном зазоре, создаваемым суммарным действием токов статора (индуктивность контура намагничивания)

$$L_{\mu} = \frac{X_{\mu}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{1.897}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 0.06 \text{ Гн} . \tag{2.20}$$

Используя параметры схемы замещения, произведем расчет механических и электромеханических характеристик.

Электромеханическая характеристика при частотном управлении АД, определяется зависимостью приведенного тока ротора от скольжения:

$$I_2' = \frac{U_{1j}}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{\text{кн}}^2 f_{1*}^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{s X_{\mu H} f_{1*}}\right)^2}} \tag{2.21}$$

где U_{1j} - фазное напряжение обмоток статора асинхронного двигателя;

$f_{1*} = \frac{f_{1j}}{f_{1H}}$ - относительное значение частоты питающего напряжения.

Задаваясь значениями скольжения можно рассчитать соответствующее значение тока и воспользовавшись формулой $\omega = \omega_0(1-s)$ получить соответствующее значение угловой скорости.

Полагая, что ток намагничивания двигателя имеет полностью реактивный характер, выражение для электромеханической характеристики, описывающей зависимость тока статора от скольжения, запишется следующим образом:

$$I_{1j}(s) = \sqrt{I_0^2 + I_{2j}'^2(s) + 2 \cdot I_0 \cdot I_{2j}'(s) \cdot \sin \varphi_2(s)} \quad (2.22)$$

где I_0 будет меняться в зависимости от величины питающего напряжения, согласно выражению:

$$I_{0j} = \frac{U_{1j}}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1H} + X_{\mu H})^2}} \quad (2.23)$$

$$\sin \varphi_2(s) = \frac{X_{KH}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{KH}^2}} \quad (2.24)$$

Задаваясь скольжением $S=(0 \div 1)$ и принимая во внимание, что для естественной характеристики $f_{1*} = 1$ по формуле рассчитываем естественные электромеханические характеристики АД в двигательном режиме, рис. 14.



Рис. 14 Естественные электромеханические характеристики АД

Механическую характеристику асинхронного двигателя при переменных значениях величины и частоты напряжения питания можно рассчитать по следующему выражению:

$$M = \frac{3U_{1j}^2 R_2'}{\omega_{0j} s_j \left[X_{KH}^2 f_{1*}^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{s_j} \right)^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{s_j X_{\mu H} f_{1*}} \right)^2 \right]} \quad (2.25)$$

Механическая характеристика асинхронного двигателя имеет критический момент и критическое скольжение, которые определяются по следующим формулам:

$$M_K = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot C_1 \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_K^2} \right]} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 104.72 \cdot 1.044 \cdot \left[0.358 + \sqrt{(0.358^2 + 1.9^2)} \right]} = 289.8 \text{ Нм}, \quad (2.26)$$

где $\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{3} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 50}{3} = 104.72 \text{ об/мин}$ - синхронная угловая скорость;

$U_{1\phi}$ - фазное напряжение обмоток статора асинхронного двигателя.

$X_K = X_{1n} + X_{2n}' = 0.798 + 1.05 = 1.85 \text{ Ом}$ - индуктивное сопротивление короткого замыкания.

$$s_{Kj} = \pm R_2' \sqrt{\frac{1 + \left(R_1 / X_{\mu H} f_{1*} \right)^2}{R_1^2 + X_{KH}^2 f_{1*}^2}} \quad (2.27)$$

Положительный (+) знак значения говорит нам (+) что критический момент и скольжение относятся к двигательному режиму, а отрицательный (-) – к генераторный режим.

Расчет механической характеристики проводим по формуле Глосса приведена на рис.15:

$$M(s) = \frac{2M_K (1 + a \cdot s_K)}{\frac{s_K}{s} + \frac{s}{s_K} + 2 \cdot a \cdot s_K} \quad (2.28)$$

где $a = \frac{R_1}{R_2'} = \frac{0.358}{0.342} = 1.05$ - коэффициент, равный отношению активного

сопротивления статора к активному приведенному сопротивлению ротора;

$\omega_H = \omega_0 \cdot (1 - s_H) = 104.72 \cdot (1 - 0.03) = 101.58 \text{ об/мин}$ - номинальная скорость привода;

$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{11 \cdot 10^3}{101.58} = 108.28 \text{ Нм}$ - номинальный момент привода.



Рис.15 Естественная механическая характеристика АД

3.2. Расчет искусственных и регулировочных характеристик электропривода скоростного лифта

Частоты напряжения преобразователя, $f_{11} = 50$ Гц, $f_{12} = 35$ Гц
 $f_{13} = 25$ Гц, $f_{14} = 10$ Гц.

Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя осуществляется изменением частоты которую мы берем из электросети—мы знаем что скорость вращения электромагнитного поля статора пропорционально частоте сетевого напряжения:

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot f_1}{P_n} \quad (2.29)$$

Величина потока двигателя Φ_1 тоже измениться с изменением частоты от сети.

$$\Phi_1 = \frac{E_1}{kf_1} \approx \frac{U_1}{kf_1} \quad (2.30)$$

При изменении потока частотой необходимо регулировать амплитуду.

Потребность регулировки напряжения при понижении частоты ниже от номинальной необходима, так как уменьшения индуктивного сопротивления обмоток асинхронного двигателя ток намагничивания будет увеличиваться и насыщение магнитопровода двигателя приведет к его перегреву. При малом скольжении двигателя будет проходить регулирование напряжения.

При частотном регулировании величина относительного скольжения S_j зависит как от разности скоростей вращающегося электромагнитного поля и ротора – абсолютного скольжения $S_a = \omega_0 - \omega$, так и от относительного значения f_{1*} частоты питающего напряжения:

$$\frac{f_{1j}}{f_{1H}} = f_{1*}, \quad (2.31)$$

$$S_j = \frac{\omega_{0j} - \omega}{\omega_{0j}} \quad (2.32)$$

где f_{1j} , ω_{0j} , S_j — регулируемые значения частоты напряжения статора и соответствующие значения скорости вращения и скольжения; f_{1H} и ω_{0H} — номинальные значения частоты статора и скорость поля, соответствующие паспортным данным двигателя.

С учетом формул получим выражение:

$$S_j = 1 - \frac{\omega}{\omega_{0H}} \quad (2.33)$$

Для анализа электромеханических характеристик двигателя при частотном регулировании. В отличие от ранее приведенной схемы замещения в данном случае приходится учитывать, что реактивные сопротивления двигателя зависят от частоты питающего напряжения и изменяются с изменением частоты:

$$X_{1j} = X_{1H} \cdot f_{1*} ; X_{\mu j} = X_{\mu H} \cdot f_{1*} \quad (2.34)$$

$$X'_{2j} = X'_{2H} \cdot f_{1*} ; X_k = X_{kH} \cdot f_{1*} \quad (2.35)$$

В связи с ним нужно заметить, что при номинальной частоте 50Гц индуктивное сопротивление контура намагничивания $X_{\mu H}$ на порядок (для машин малой мощности) или на два порядка (для машин большой мощности) больше, чем активное сопротивление обмотки статора R1. Поэтому при анализе и расчете электромеханических характеристик асинхронных двигателей, работающих при постоянной номинальной частоте питающего напряжения, сопротивлением R1 обычно пренебрегают. Если же двигатель работает с переменной частотой напряжения, то при снижении частоты сопротивление R1, становится соизмеримым с реактивными сопротивлениями машины и учет сопротивления R1, является необходимым. Мощность скольжения, выделяемая в цепи ротора, расходуется на нагрев

обмоток ротора как следует из $P_s = M \omega_{0j} S_j = 3 I_2'^2 R_2'$, откуда:

$$M = \frac{3 I_2'^2 R_2'}{\omega_{0j} S_j} \quad (2.36)$$

Из схемы замещения, учитывая, что отношения $\frac{x_{1H}}{x_{\mu H}}$ и $\frac{x'_{2H}}{x_{\mu H}}$ гораздо меньше единицы и ими можно пренебречь, определим значение I_2'

$$I_2' = \frac{U_{1j}}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + X_{KH}^2 f_{1*}^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{s X_{\mu H} f_{1*}} \right)^2}} \quad (2.37)$$

Подставив, получим формулу для механических характеристик при переменных значениях величины и частоты напряжения питания

$$M = \frac{3 U_{1j}^2 R_2'}{\omega_{0j} s_j \left[X_{KH}^2 f_{1*}^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{s_j} \right)^2 + \left(\frac{R_1 R_2'}{s_j X_{\mu H} f_{1*}} \right)^2 \right]} \quad (2.38)$$

Предположив $dM/dsj = 0$, найдем значения максимального момента и критического скольжения:

$$M_k = \frac{3U_{1j}^2}{2\omega_{0j} \left[r_1 \pm \sqrt{\left(r_1^2 + x_{кН}^2 f_{1*}^2 \right) \left(1 + \frac{r_1^2}{x_{\muН}^2 f_{1*}^2} \right)} \right]}; s_{kj} = \pm r_2' \sqrt{\frac{1 + \left(r_1 / X_{\muН} f_{1*} \right)^2}{r_1^2 + X_{кН}^2 f_{1*}^2}} \quad (2.39)$$

Знак (+) соответствует двигательному режиму, знак (-) – режиму рекуперативного торможения.

Анализируя выражение, можно установить, что, если пренебрегать величиной активного сопротивления статора, то, для того чтобы при частотном регулировании (уменьшении частоты вниз от номинальной) сохранять критический момент постоянным, нужно величину напряжения изменять пропорционально изменению частоты.

$$\frac{U_{1*}}{f_{1*}} = const$$

Выбираем соотношение имеющее вид:

На рис.16 изображены механические искусственные характеристики для данного закона регулирования. На рис.17 электромеханические искусственные характеристики для данного закона регулирования.

ω
рад/с \uparrow

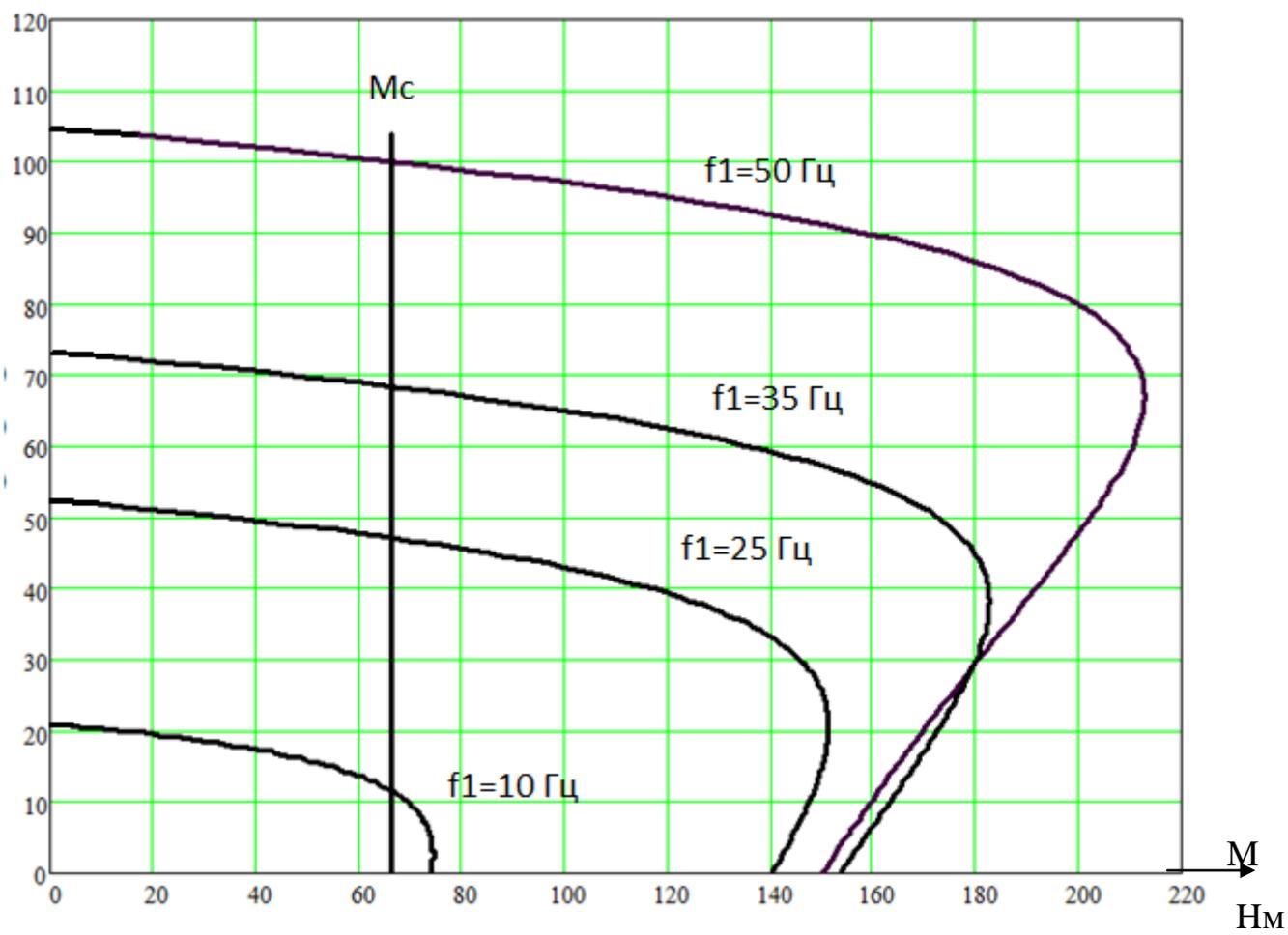


Рис.16 Механические характеристики лифта

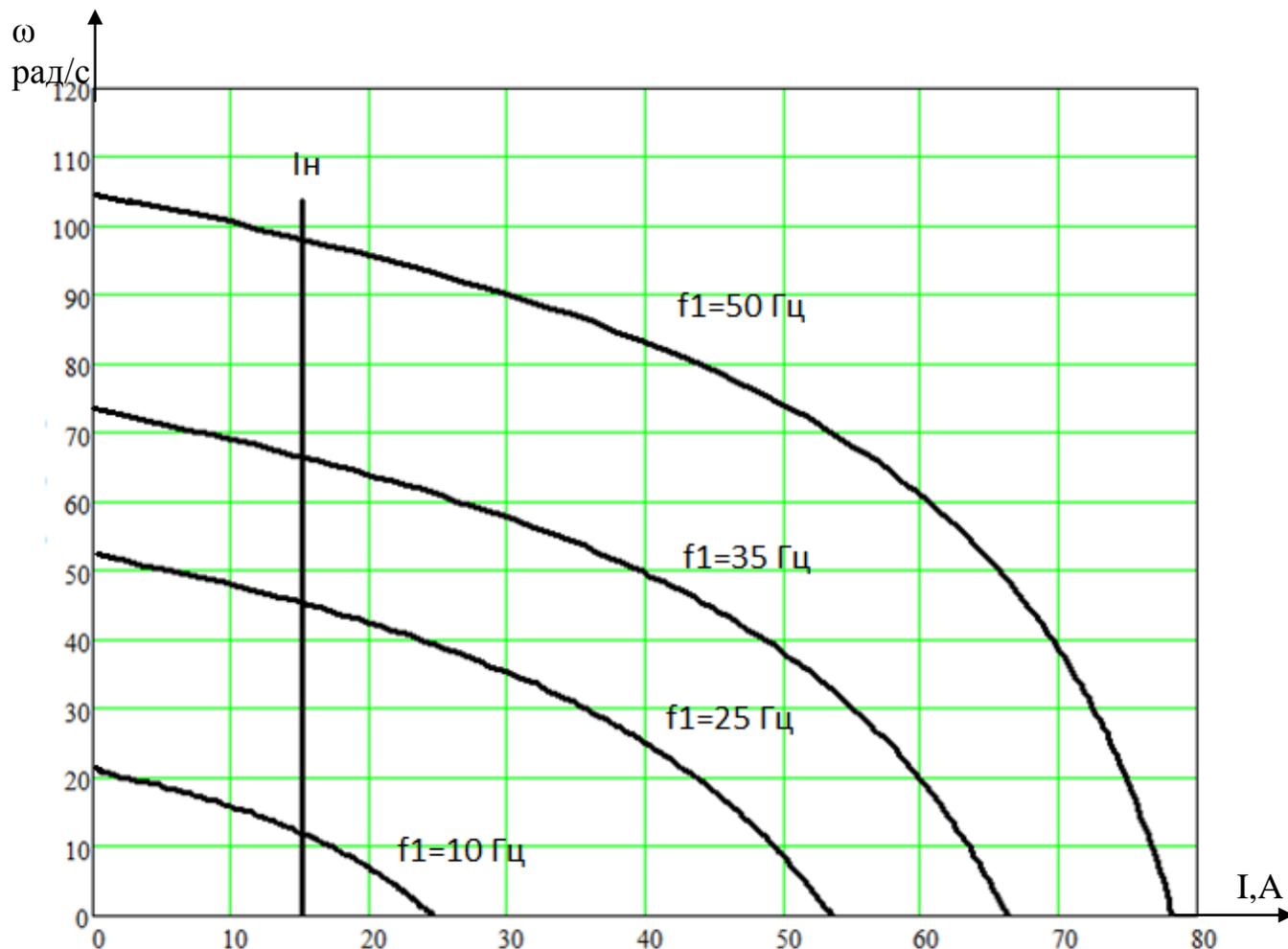


Рис.17 Электромеханические характеристики лифта

3.3. Выбор и обоснование системы управления электроприводом скоростного лифта

Управление лифтом в режиме нормальной работы показана на рисунке 18. В схеме используются обозначения: ПЛ – лифтовой привод, ПД - привод открывания и закрывания дверей, ПВП - посты управления «вызова» и «приказа», УРПВ - узел регистрации «приказов» и «вызовов», УВНД - узел выбора направления движения, УОПК - узел определения положения кабины, УЗО - узел замедления и остановки, ДПД - датчики положения дверей, ДСЛ - датчики состояния лифта, УБЗ - узел блокировок и защиты, УВВ - узел выдержки времени, УОЗД - узел открывания и закрывания дверей, ПСУ - позиционно-согласующие устройство, СВ - сигнал движения

увеличивает функциональные возможности системы и делает ее более доступной и универсальной.

Центральная часть микропроцессорного блока электронной селекции - это процессор серии K1830BE31. Принципа работы электронного селектора является метод тактового опроса всех датчиков находящихся в шахте лифта устройства положения кабины в шахте, дверей шахты кнопок «вызова» и «приказа». За положение кабины в шахте лифта отвечают датчики нижнего и верхнего этажа, датчик точной остановки, этажные датчики, датчики замедления. У каждой остановочной площадки для правильной работы датчиков устанавливают шунты.

Микропроцессорная система после программирования, запоминает данную программу в ЗУ 4 производит цикл количества определенного тактовых импульсов (микросхема K57ГРФ5), необходимых для опроса кнопок «вызова» и «приказа» и всех датчиков лифта.

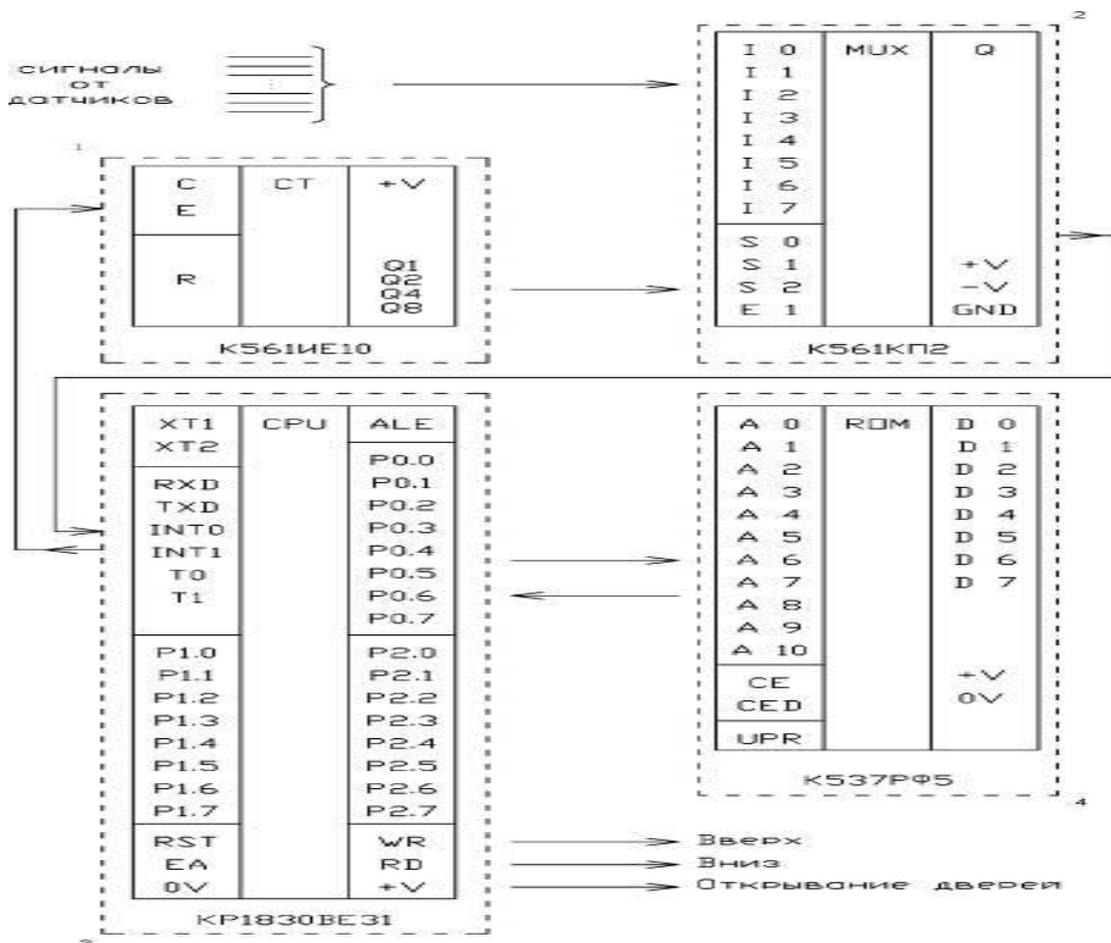


Рис. 19 – Система управления

Микропроцессором 3 выполняется счет этажей при перемещении кабины в нижнем направлении - сигналы от датчика замедления вниз, а при движении кабины в верхнем направлении - сигналы от датчика замедления вверх.

МП точно просчитывает импульсный который он сам и посылает на определенный датчик. За каждым устройством лифта закреплен номер импульса и по этому МП знает какое устройство он опрашивает. В блоке 2 находятся мультиплексоры которые позволяют выделить импульс от конкретного устройства. На информационные входы 10 - 17 подключены выходы устройств на которые поступают импульсы опроса, а появление на его выходе Q одного из этих сигналов определяется подаваемым на адресные входы SO, SI, S2 трехразрядным двоичным кодом.

Мультиплексом управляют с помощью двоичного кода, формирование его происходит на выходе двоичного счетчика 1. Тактовые импульсы поступают на счетчик с передающего выхода микропроцессора ТХД, т.е. на счетный вход счетчика последовательно подаются опросные импульсы. По окончании цикла опроса счетчик (в блоке / их два для подсчета всего количества импульсов в цикле опроса) сбрасывается в исходное состояние.

Рассмотрим последовательность действия блока в момент включения лифта. После включения прежде всего в микропроцессор 3 вводится число, определяющее количество этажей в здании. Код этажности набирается на отдельном мультиплексоре (на схеме не показан), на выводах которого при установке лифта набирается нужный двоичный код. Микропроцессор поочередно подключает выводы данного мультиплексора к своему входу INTO, который применяется в данной схеме не как вход внешних прерываний, а как вход, предназначенный только для опроса количества этажей в здании.

После определения количества этажей лифт совершает калибровочный рейс на первый этаж при первом нажатии на любую кнопку вызова или

приказа. При движении кабины лифта микропроцессор при помощи мультиплексоров непрерывно опрашивает датчики замедления вверх и вниз, датчик точной остановки, датчики крайних этажей, кнопки вызовов и приказов. Микропроцессор обрабатывает информацию поступающую от этих устройств и записывает в запоминающее устройство для формирования нужных сигналов.

Данное устройство управления собирается с использованием МП который формирует несколько сигналов управления в нашем случае три. Остальная исполнительная часть состоит из релейной схемы в нашей стране такая система активно применяется при модернизации лифтов. Современные программируемые элементы осуществляют основное управление как Российскими так и иностранными лифтовыми установками.

3.4. Тормозное устройство скоростного лифта

Тормозное устройство (Рис.20) предназначено для остановки и удержания в заданном положении кабины лифта. Лебедку лифта оборудуют автоматически действующим тормозом замкнутого типа. При выключенном двигателе и отсутствии напряжения в электросети лебедка должна быть заторможена. Тормоз устанавливают на быстроходном валу ближе к редуктору для того, чтобы при выходе из строя какого-либо элемента привода (к примеру, муфты) тормоз мог затормозить канатоведущий шкив. В связи с этим тормозной шкив крепят на входном валу редуктора, а не на валу двигателя. В лифтах обычно используют только колодочные тормоза.



Рис.20 Электромагнитное тормозное устройство

В лифтовых лебедках широко используют двухколодочные тормоза. Тормозные колодки крепятся к рычагам шарнирно. Колодки имеют накладки, изготовленные из фрикционного материала, обладающего высокой износостойкостью. Накладки приклепывают к колодкам латунными, алюминиевыми или медными заклепками. На работу тормоза влияет величина расхождения колодок, которые обхватывают шкив с двух сторон. Величина расхождения должна быть одинаковой и находиться в пределах от 0,4 до 1мм, в зависимости от диаметра тормозного шкива. Привод тормоза электромагнитный, работает от переменного тока. В зависимости от хода якоря тормозные электромагниты делятся на длинноходовые (ход якоря 20-50мм) и короткоходовые (2-5мм). На пассажирских лифтах используются тормозные устройства с короткоходовым электромагнитом МП-201. Преимуществами электромагнита МП-20 являются бесшумность работы, форсированное включение, простота регулировки зазора между колодками и полумуфтой.

3.5. Исследование неисправностей системы электрооборудования лифта

В соответствии с РД 10-72-94 [18]:

В соответствии с РД 10-72-94 [18]:

Основными неисправностями лифтов могут быть : исчезновение электрического питания, короткие замыкания в проводке, износ трущихся элементов деталей, перегрев перегруз двигателя и лебедки, износ троса или недопустимые нарушения сечения, нарушение в работе системы управления, нарушение срабатывания механизма замков, неисправность датчиков и т.д..

В организациях проектирующих и эксплуатирующих электрооборудование разрабатывают меры для быстрого распознавания и восстановления оборудования вышедшего из строя. Основной мерой являются карты неисправностей , в ходе долговременных исследований основные неисправности фиксируются в картах а также методы нахождения и устранение неисправностей что облегчает поиск неисправностей

3.6. Математические модели электродвигателя и преобразователя частоты электропривода лифта

При построении имитационной модели необходимо принять определённый уровень идеализации свойств АД и ПЧ. В теории электропривода переменного тока общепринятыми допущениями принято считать следующее:

1. Не учитываются потери в стали;
2. Рассматриваем трёхфазный симметричный режим работы;
3. Насыщение магнитной цепи АД не учитывается;
4. Принимаем напряжения на выходе ПЧ строго синусоидальной формы;
5. Пренебрегаем влиянием силового канала между АД и ПЧ.

Выполним моделирование электропривода в системе MatlabR2009b.

Структурная схема имитационной модели АД с ПЧ и полученные графики в

приложении Simulink приведена на рис.21, рис.22. Исследуем динамические характеристики переходных процессов асинхронного двигателя.

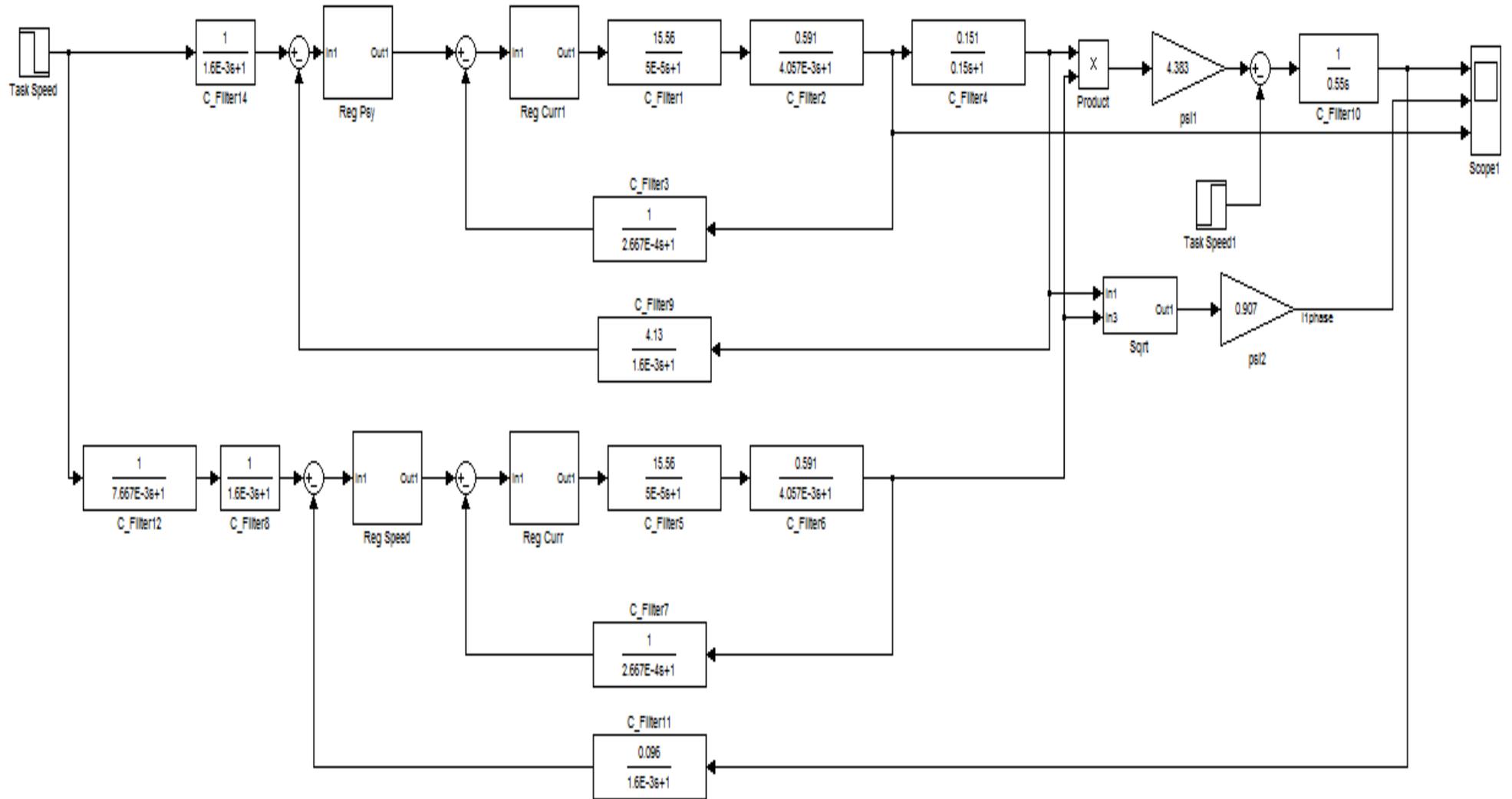


Рис.21 Структурная схема линейризованной непрерывной САУ частотно- регулируемого асинхронного электропривода при векторном управлении

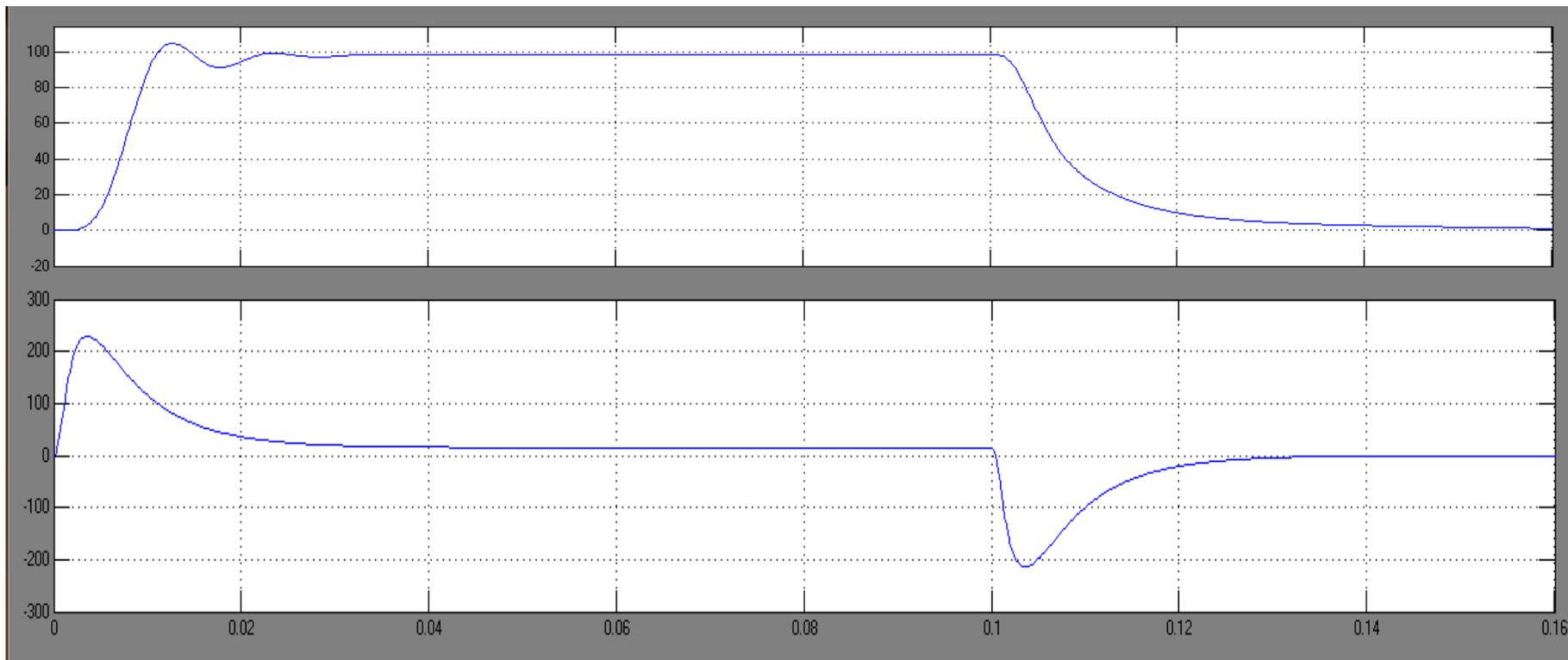


Рис.22 Преходные процессы $w=f(t)$ и $I=f(t)$.

4. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Применение ПЧ в ЭП обеспечивает наиболее экономичные способы регулирования скорости и момента электродвигателей переменного тока. В зависимости от типа электропривода ПЧ может быть включен между питающей сетью и статорной обмоткой двигателя (частотно-управляемый ЭП), или между роторной обмоткой и питающей сетью (например, в ЭП с машиной двойного питания). Такое включение обычно позволяет уменьшить установленную мощность ПЧ, но требует применение электродвигателя с фазным ротором.

В ПЧ применена наиболее распространенная для управления короткозамкнутым АД схемы ПЧ с АИН и ШИМ напряжения на выходе, неуправляемым выпрямителем на входе силовой части схемы и микропроцессорным управлением. При питании от сети 380 В наиболее рациональным является применение в инверторе полупроводниковых приборов нового поколения – биполярных транзисторов с изолированным затвором IGBT.

Основные элементы, входящие в эту схему (рис.23):

UZ – неуправляемый выпрямитель; L_0 , C_0 – фильтр; RT – термистор, ограничивающий ток заряда конденсатора C_0 ; R_0 – разрядное сопротивление для конденсатора C_0 ; FU1, FU2, FU3 – предохранители; R, C – цепь защиты (снаббер) от перенапряжений на транзисторах IGBT; RS – датчик тока для организации защиты (FA) от сквозных и недопустимых токов перегрузки через IGBT с обратным диодным мостом.

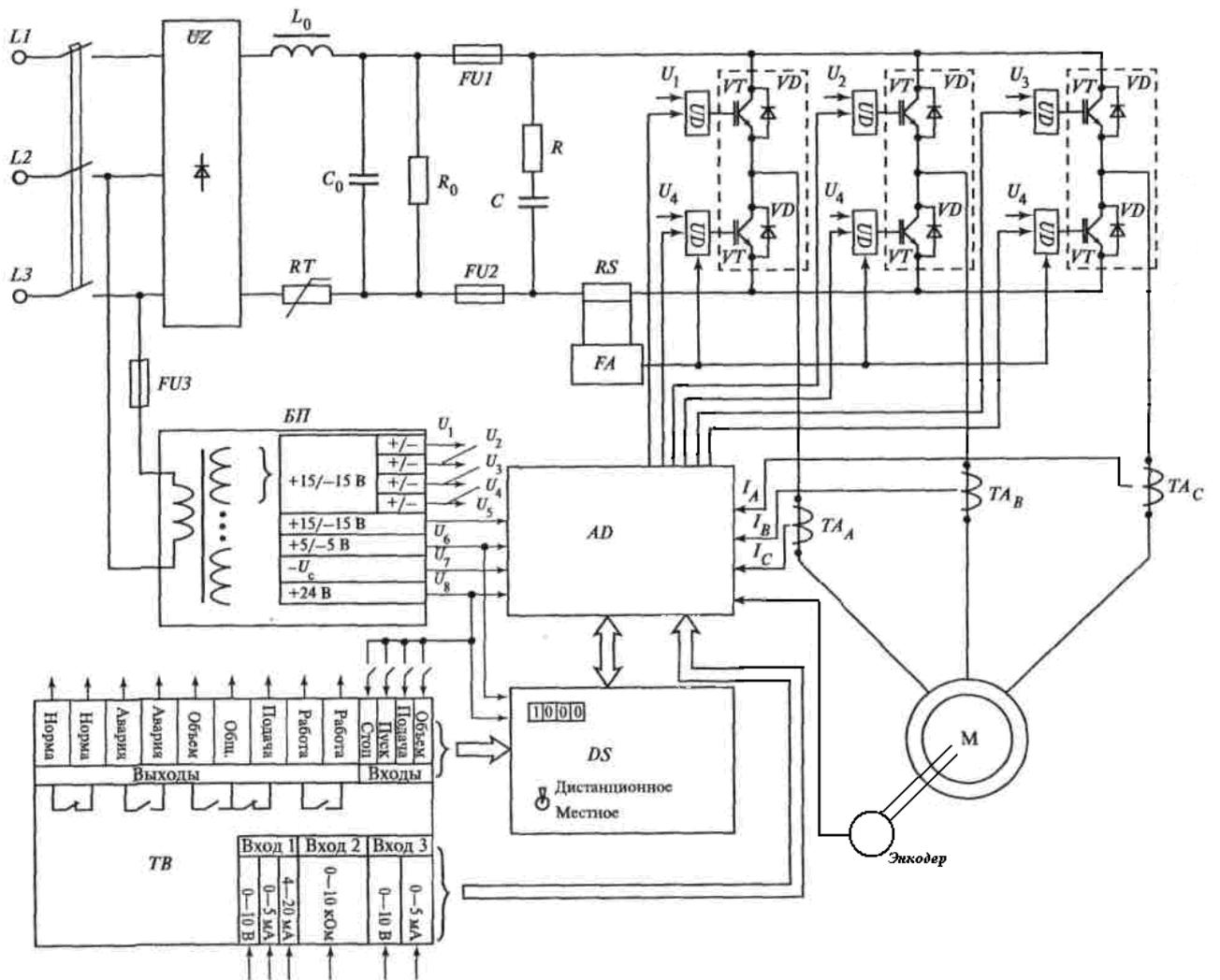


Рис.23 Функциональная электрическая схема асинхронного ЭП с ПЧ

Основные блоки и система управления:

- а.) блок питания БП, состоящий из восьми гальванически развязанных источников постоянного напряжения;
- б.) микроконтроллер AD на базе сигнального процессора 1899BE1;
- в.) плата индикации DS с переключателем способа управления: месное или дистанционное;
- г.) блок сопротивления ТВ для работы с внешними сигналами или командами;
- д.) согласующее устройство UD – драйверы IGBT.

Электропривод работает следующим образом.

При подаче напряжения 380 В на силовой вход ПЧ в звене постоянного тока происходит процесс заряда конденсатора фильтра C_0 , который определяется значениями RT , L_0 , C_0 . Одновременно с этим в информационную часть схемы подается питание (напряжения $U_1 - U_8$). В процессе выдержки времени на установление напряжений стабилизированных источников питания $U_1 - U_4$ аппаратная защита FA блокирует открывание ключей инвертора и происходит запуск программы управления процессором по аппаратно формируемой команде «Рестарт».

Выполняется инициализация. Производится запись начальных условий в ячейки ОЗУ процессора и определяется способ управления – местное или дистанционное. Если с датчиков тока фаз двигателя TA_A , TA_B , TA_C , аппаратной защите FA, напряжения сети U_C , а также от всех каналов вторичного источника питания поступает информация о нормальных параметрах, то ЭП готов к работе и на цифровой индикатор выводятся нули, светится светоизлучающий диод «Подача». В противном случае загорается светоизлучающий диод «Авария» и на цифровом индикаторе появляется код срабатывания той или иной защиты.

Для управления двигателем процессор формирует систему трехфазных синусоидальных напряжений, изменяемых по частоте и амплитуде, и передает их в модулятор, в котором синусоидальные сигналы управления фазами – «стойками» инвертора, состоящими из последовательно включенных ключей IGBT, преобразуются в дискретные команды включения транзисторов классическим методом центрированной синусоидальной ШИМ. Несущая частота ШИМ составляет от 5 до 15 кГц. Одновременное замыкание двух ключей в «стойке» инвертора блокируется, для учета реального времени запираания транзисторов в процессе переключения вводится «мертвое» время, составляющее единицы микросекунд, в течение которого оба ключа разомкнуты.

Микропроцессор 1899BE1 позволяет реализовать только скалярное управление координатами двигателя. Структура системы автоматического управления технологическим объектом, в которую включен данный ПЧ, может быть самой разнообразной – от разомкнутой системы до замкнутой обратными связями по нескольким сигналам. Алгоритм управления также зависит от требований технологического объекта. Структура и алгоритм могут быть перепрограммированы.

Силовая часть ПЧ неизменна и пригодна для других способов управления координатами электродвигателя с применением более совершенных микропроцессорных средств.

Ремонт лифтов

Надежность, безопасность и комфорт работы лифта – эти качества напрямую зависят от того, насколько качественно проводится его ремонт и техническое обслуживание. Современный лифт – является сложным механизмом это не только механика, но и современная электроника, микропроцессоры и сложные программы. Конечно же, для того чтобы обслуживать такое устройство, необходимы не только электромеханики, но и инженерно-технические работники, имеющие высокую квалификацию. Техническое обслуживание и ремонт лифтов должно осуществляться профессионалами в строгом соответствии со всеми правилами и нормами. Лучше всего, если эти обязанности будут выполнять специалисты той компании, которая устанавливала эти лифты.

Техническое обслуживание Круглосуточное - включает в себя постоянное нахождение квалифицированных специалистов на объекте обслуживания лифтов, а так же предусматривает его диспетчеризацию.

По первой программе обслуживанию подлежат следующие объекты: Гостиницы; Жилые здания и административные здания, бизнес центры; Больницы и медицинские учреждения; Круглосуточные торговые и развлекательные центры. Ежемесячное - заключается в выезде технического

специалиста 1 раз в месяц. При этом осуществляется осмотр, очистка основных узлов, техническое обслуживание и ремонт лифтов предусмотренного требованиями завода изготовителя. Объектами обслуживания по второй программе являются: Небольшие административные здания; Пентхаусы и таунхаусы; Загородные дома и коттеджи. Ежеквартальное техническое обслуживание лифтов - предусматривает выезд квалифицированного специалиста один раз в квартал. Выполняется полная диагностика лифтового оборудования, очистка основных узлов согласно требованиям завода изготовителя. Объектами обслуживания по третьей программе являются: загородные дома; коттеджи; жилые здания; пентхаусы и таунхаусы. Все программы по техническому обслуживанию лифтов включают в себя:

- запуск остановившегося лифта;
- высвобождение пассажиров из застрявшего лифта;
- ЗАПУСК остановившегося лифта.

Техническое освидетельствование всех узлов и систем, проверка их взаимодействия друг с другом, а также с инженерными системами здания осуществляется раз в год.

Если пренебречь этими правилами, то последствия могут быть крайне неприятными и даже трагическими. Неисправный лифт может привести к печальным последствиям. В сущности, если вы не будете проводить регулярный осмотр лифтов, то можете считать, что выбросили деньги на ветер – ведь нет никакой гарантии, что дорогостоящее лифтовое оборудование, можно привести в полное техническое состояние без существенных финансовых вложений.

**«Оптима Лифт» - проектирование, производство,
монтаж, отделка лифтов**
ЗАО «Оптима Лифт»

Компания «Оптима Лифт» - один из крупнейших лидеров современного рынка фирм, специализирующихся в сфере проектирования, производства, монтажа и отделки лифтов и лифтового оборудования.

«Оптима Лифт» - успешно развивающаяся компания, в компетенции которой сложные проекты лифтов и эксклюзивная отделка различного рода спускоподъемной техники. Мы предлагаем клиентам полный спектр услуг по реализации и сервисному обслуживанию лифтов, вследствие чего у нас были установлены прочные деловые взаимоотношения с такими известными марками-производителями лифтового оборудования, как «SKG», «Felesa», «Orona», «LiftingItalia» и др.

Мы поставляем пассажирские и грузовые, гидравлические и электроприводные, коттеджные и гостиничные лифты - высококвалифицированные специалисты нашего конструкторского бюро возьмутся за осуществление любых Ваших проектов и поспособствуют реализации даже самых смелых замыслов.

«Оптима Лифт» - проектирование, производство, монтаж, отделка лифтов

«Оптима Лифт» поставляет пассажирские и грузопассажирские лифты и технику исключительного качества. Мы работаем с теми объектами, для которых конвейерный сервис крупных корпораций не может оказать должного внимания к потребностям клиента – только у нас представлены такие модели лифтового оборудования, которые призваны подчеркнуть элитность заведения, индивидуальный стиль и социальный статус владельца, а так же могут стать «визитной карточкой» любого предприятия или отеля.

Проектирование лифта



В компании «Оптима Лифт» Вы можете заказать:

- Проектирование (мы займемся инженерным проектом лифтовой шахты. На Вас работают лучшие инженеры и конструкторы, которые разработают схему внедрения лифтового оборудования в Ваше помещение);
- Производство (мы обладаем собственной линией моделирования, тестирования и производства лифтов);
- Установку и сервис (наши монтажники спроектируют и установят подъемные системы любого типа и при необходимости осуществят их сервисное обслуживание и ремонтные работы);
- Оригинальную отделку (кабины, двери, порталы, смежные лестничные вестибюли лифта – мы беремся как за типовые, так и за Ваши индивидуальные дизайнерские идеи и уникальные разработки).

Монтаж лифта

«Оптима лифт» – от производства до отделки



«Оптима лифт» - это:

Большой опыт работы с известными отечественными и зарубежными клиентами и долгосрочное сотрудничество с партнерами – нам доверяют; Полный спектр обслуживания в «одних руках» - проектирование, поставка, монтаж, пусконаладочные работы, отделка – лифт «под ключ»; Профессионализм специалистов – наши инженеры работают с оборудованием лифтов, эскалаторов, подъемников, дизайнеры и архитекторы, за плечами которых много интересных проектов; Обширные знания сотрудников в сочетании с богатой практикой и опытом являются неременной гарантией того, что с нами установка частных, гостиничных, коттеджных лифтов, подъемных конструкций в торговых и бизнес центрах, а также уникальная отделка и сервис лифтов будут произведены на высочайшем уровне качества!

Проектирование, монтаж и обслуживание подъемного оборудования на высоком уровне в г. Томске

Горожане сегодня уже не мыслят, как можно обходиться в многоэтажных строениях без такого необходимого и удобного устройства, как лифт.

Согласитесь, почти никто из граждан не станет подниматься на верхние этажи пешком, если в доме имеется лифт. Именно поэтому востребованность и популярность данного оборудования возрастает с каждым днем.

Наша компания знает об этом удобном оборудовании абсолютно все. У нас вы можете заказать лифт для любого типа здания и для самых разных целей. Надо сказать, что на самом деле разновидностей лифтов существует очень много. Вот некоторые из них:

- пассажирские лифты;
- грузовые лифты;
- больничные лифты;
- панорамные лифты;
- коттеджные лифты.

Благодаря им осуществляется организация абсолютно любой области жизнедеятельности и создаются удобные условия для людей. Но вместе с тем, бесперебойная и надёжная работа лифтов требует неизменного внимания и регулярного техобслуживания. Все эти вопросы с успехом решаются опытными сотрудниками нашей фирмы, обладающими нужным запасом знаний, внушительным практическим опытом и необходимым оборудованием.

Если вам необходимо купить пассажирский лифт по выгодным ценам и с соответствующими гарантиями, тогда надо обратиться за помощью к нам. Наши специалисты осуществляют профессионально проектирование лифтов.

Качественно разработанный проект - это залог будущей бесперебойной эксплуатации устройства и его комфортности для пользователей. Еще одним типом работ, которые также можно заказать в нашей фирме является монтаж лифтового оборудования. Здесь тоже нужен профессиональная ответственность инженеров и наличие знаний и практического опыта, потому как от качества сделанного объёма работ будет зависеть не только бесперебойность работы лифта, но также и его безопасность. Монтаж лифтов ведётся нашими специалистами согласно всем требованиям, которые выставляются к данному типу работ. Наша компания гарантирует заказчику надежность работы установленного оборудования и его долгую эксплуатацию без различных повреждений и неисправностей.

Но, как бы правильно не были сделаны работы по монтажу, и каким бы безупречным с технической точки зрения не было само оборудование, оно никогда не перестанет испытывать потребность в регулярном техобслуживании и ремонте. Но и в этой сфере на помощь готовы прийти специалисты нашего предприятия. Они профессионально выполняют ремонт и техническое обслуживание лифтов любого вида. Оперативно и грамотно сделанное техническое обслуживание лифтов сможет предотвратить ранний выход из строя оборудования, продлевает срок его эксплуатации, обеспечивает безопасность граждан. Потому важно проводить данный вид работ на регулярной основе.

Итак, если вам нужны безопасные и удобные лифты в Москве на доступных условиях и с обязательными гарантийными обязательствами, то рекомендуем обращаться к нам. В нашей организации всегда можно будет найти, как уже готовые модели, так и получить изделие под конкретный заказ. Надежные лифты с дальнейшим квалифицированным сервисным обслуживанием на выгодных условиях в Томске можно быстро заказать и купить у нас. Мы рады предложить вам взаимовыгодное сотрудничество, результатом которого

послужит безупречная работа вашей фирмы, а также комфорт и удобство пассажиров.

Лебедки Перемещение кабин и противовесов лифтов (их подъем и опускание) осуществляется подъемными механизмами, которые принято называть лебедками. Лебедки современных лифтов различаются по конструкции канатоведущих органов и по типам передач от электродвигателей. По конструкции канатоведущих органов лифтовые лебедки делятся на два основных типа: барабанные и с канатоведущим шкивом, а по типам передач — на редукторные и безредукторные. У барабанных лебедок канаты, на которых подвешены кабина и противовес, жестко крепятся на барабане так, что при подъеме кабины ее канаты навиваются на барабан, а канаты противовеса сматываются. Барабан лебедки должен иметь нарезанные по винтовой линии канавки полукруглой формы, предназначенные для правильной укладки канатов на барабан и уменьшения удельного давления благодаря большой площади соприкосновения канатов с барабаном. В зависимости от места установки лебедки нарезку канавок осуществляют двумя способами. При установке над шахтой барабан должен иметь две симметрично расположенные Винтовые нарезки: одну правую, другую левую, при этом канаты кабины и противовеса крепятся на обеих его половинках.. Общий вид барабанной лебедки крепление канатов при установке лебедки: а — над шахтой; б — под шахтой; 1— к противовесу; 2— к кабине Рис. 14.24. Лебедка с канатоведущим шкивом: 1 — редуктор; 2 — амортизатор; 3 -рама лебедки; 4- электродвигатель; 5 — тормозное устройство; 6 — канатоведущий шкив; 7 —штурвал-маховик; 8—домкрат; 9 —подрамник; 10 — сливная пробка; 11 — муфта; 12 — электромагнит При расположении лебедок внизу под шахтой или сбоку от нее применяют барабан с односторонней нарезкой (правой или левой); при этом канаты кабины крепятся с одной стороны барабана, а канаты противовеса с другой.В обоих случаях при разматывании канатов кабины происходит наматывание канатов противовеса, и наоборот. Может применяться многослойная навивка

канатов, при этом лебедка оборудуется канатоукладчиком. Канатоемкость барабана должна быть рассчитана на укладку не менее полутора запасных витков каждого, закрепленного на барабане каната, при наименее рабочих положениях кабины или противовеса, на упорах или буферах, не считая витков, находящихся под зажимным устройством. Барабаны должны иметь реборды, возвышающиеся над верхним слоем каната, на высоту не менее одного диаметра каната. Не допускается использование в качестве барабанной лебедки лифта электрических талей. Форма ручьев канатоведущего шкива: а — полукруглая; б - полукруглая с подрезом; в — клиновидная У лебедок с канатоведущим шкивом и противовес подвешиваются на противоположных концах одних и тех же канатов, которые, огибая шкив, удерживают кабину и противовес за счет трения канатов в ручьях канатоведущего шкива. У таких лебедок канаты кабины и противовеса огибают канатоведущий шкив на сравнительно небольшом угле (менее чем на два оборота). В связи с этим число ручьев канатоведущего шкива не превышает удвоенного числа канатов и шкив в отличие от барабана имеет сравнительно небольшую ширину, практически не зависящую от высоты подъема. Глобоидный редуктор: 1 — радиальный подшипник; 2 — глобоидный червяк; 3 — червячное колесо; 4 - стаканы; 5 — радиально-упорные подшипники; 7 — маховик; 8 — дистанционные прокладки; 9 — шпонка; 12 — выходной вал; 13 — конические подшипники; 14 — торцовая шайба; — крышка; 15 — регулировочная пробка; 17 — стопор; 18 — сливная пробка Рис. 14.27. Колодочный тормоз: 1 — рычаг тормоза; 2 — пружина; 3 — колодка; 4 — винт регулировки отхода колодок; 5 — втулка; 6 — шпилька; 7 — гайка регулировки натяжки пружины; 8 — упоры; 9 — рычаг для разжатия колодок вручную; 10 — якорь; 11 — корпус магнита; 12 — ярмо магнита; 13 — ось; 14 — рычаг; 15 — ось колодок Это способствует уменьшению общих габаритов лебедки и создает благоприятные условия для унификации лебедок с различной высотой подъема кабин и, следовательно, более широкого применения таких лебедок. Форма ручьев, показанная на,

должна обеспечивать сцепление канатов со шкивом, достаточное для удержания кабины при статическом испытании и исключать возможность подъема кабины при неподвижном противовесе или противовеса при неподвижной кабине. При угле охвата, близком к 360° , применяют отводные блоки. При этом запасовка канатов производится следующим образом: канаты, закрепленные на кабине, огибают канатоведущий шкив, отводятся к отводному блоку, установленному под канатоведущим шкивом, снова возвращаются на канатоведущий шкив и затем только идут к противовесу. Наименьший допускаемый диаметр барабана, канатоведущего шкива или блока определяется по формуле где L —диаметр барабана, канатоведущего шкива или блока, измеряемый по дну ручья, мм; d —диаметр каната, мм; e — коэффициент, , в зависимости от назначения лифта. При редукторном приводе вал двигателя соединяется с валом канатоведущего шкива или барабана зубчатой, червячной или смешанной передачей. Таблица 14.25 ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА E Таблица 14.26 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИФТОВЫХ ЛЕБЕДОК С ГЛОБОИДНЫМИ РЕДУКТОРАМИ показан глобоидный редуктор лебедки, применяемый для пассажирских лифтов грузоподъемностью 500 кгс со скоростью 1 м/с, с межцентровым расстоянием 180 мм и передаточным числом 46. показана техническая характеристика лебедок с глобоидными редукторами с межцентровыми расстояниями 160, 180 и 225 мм, выпускаемыми отечественными лифтостроительными заводами. Лебедки оборудуются автоматически действующими тормозами замкнутого тира. показан колодочный тормоз с короткоходовым магнитом постоянного тока. Тормоз должен устанавливаться на приводном валу, имеющем неразмыкаемую кинематическую связь с барабаном или канатоведущим шкивом, т. е. установка тормоза на валу электродвигателя, если он соединен с редуктором с помощью упругой муфты, не производится; применение ленточных тормозов не допускается. Показан вариант специального приспособления для растормаживания, которое должно быть выполнено так, чтобы при

прекращении воздействия на это приспособление действие тормоза немедленно восстанавливалось. Все лифтовые лебедки, за исключением грузовых малых, должны быть снабжены постоянно установленным или съемным штурвалом для приведения их в действие вручную. Применение штурвалов со спицами или кривошипной рукоятки не допускается.. Кабина лифта: 1 ~ каркас кабины; 2 —купе кабины; 3 — ловители; 4 - подвески; 5 — двери кабины; 6 — привод два рей кабины; 7 — комбинированная отводка; 8—микрофон; 9 — панель лифтера; 10 — передняя стенка купе; 11 — направляющий башмак Безредукторные лебедки, т. е. лебедки, у которых канатоведущий шкив находится непосредственно на валу двигателя, штурвалом могут не оборудоваться при наличии возможности, передвижения кабины от электропривода со скоростью не более 0,36 м/с. На лебедках должно быть указано направление вращения штурвала для подъема и спуска кабины. Каждая лебедка должна снабжаться заводской табличкой с указанием типа, номинального момента, передаточного числа редуктора, завода-изготовителя, заводского номера и даты изготовления.© Geyz.ru

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Важнейшим фактором успешного функционирования любого промышленного предприятия, в рамках жесткой конкуренции с отечественными и иностранными производителями, является постоянное совершенствование технологии и продукции. Новые технологии и модернизация это необходимый фактор для успешного продвижения продукции. Современный рынок требует от отечественного производителя коренной реконструкции и модернизации устаревшего технологического

оборудования. Совершенствование технологий производства с целью повышения качества продукции, экономии затраченных средств, внедрение новых идей и соответственно появление новых видов продукции с новыми качествами - все это в условиях свободной конкуренции на рынке требует от товаропроизводителя совершенствоваться и внедрять новое технологическое оборудование[14].

Данный раздел выпускной квалификационной работы посвящен выбору наиболее выгодного варианта электропривода для рассматриваемого объекта автоматизации. В данном проекте рассматривается частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Преимуществами такого вида электропривода по сравнению с электроприводами постоянного тока являются:

1. более низкая стоимость;
2. минимальные затраты на обслуживание;
3. обеспечение требуемой степени защиты IP54. Асинхронные короткозамкнутые машины имеют широкий ряд исполнений с разными степенями защиты. Это важно для рассматриваемого применения, так как оно связано с концентрацией пыли в помещениях где эксплуатируется электрические машина АИР 160S6.

5.1. Выбор и обоснование структурной (принципиальной) схемы электропривода

Выбор структурной схемы сводится к сравнению нескольких возможных вариантов и выбору наиболее оптимальной.

I вариант: электропривод с двигателем постоянного тока;

II вариант: частотно-регулируемый электропривод с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором

Таблица 8

	Варианты	Примечания:
--	----------	-------------

	I	II	(преимущества, недостатки)
1. Общее количество составных частей	4	4	
2. Количество типов элементов	4	4	
3. Количество оригинальных элементов	2	2	
4. Стоимость покупных комплектующих		Стоимость в 2 раза меньше	Простота конструкции
5. Показатели надежности		Надежность, простота обслуживания	Отсутствие щеточного аппарата
6. Питание:			
а) вид	U=380 В	U=380 В	
б) мощность	P= 11 кВт	P= 11 кВт	
7. Габариты		Меньше в 2 раза	компактность
8. Масса		Легче в 2 раза	Экономия материала на изготовление

Для проведения оценки выбраны следующие показатели:

1. уровень капитальных вложений;
2. уровень надежности;
3. уровень обслуживания;
4. завышение мощности электропривода;
5. уровень затрат на эксплуатацию;
6. коэффициент мощности;
7. генерирование помех;

Таблица 9 Коэффициент весомости критериев

Номер критерия	1	2	3	4	5	6	7

Коэффициент весомости	1.0	0.8	0.6	0.3	0.4	0.2	0.1
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

По каждому частотному критерию устанавливаем оценку степени обеспечения цели:

Уровень цели	низкий	средний	высокий
Оценка обеспечения цели	1.0	0.5	0

Оценка обеспечения различных вариантами электроприводов выбранных качественных характеристик представлена в таблице 12.

Таблица 10

Номер варианта	Групповой критерий							Общая оценка качества
	1.0	0.8	0.6	0.3	0.4	0.2	0.1	
I	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	1,15
II	1,0	0,5	1,0	0	0,5	0	0,5	2,25

Из таблицы 12 видно, что выбранные качественные характеристики обеспечиваются в варианте II.

5.2. Анализ и оценка научно-технического уровня проекта (НТУ)

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности проекта необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода

балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$HTY = \sum_{i=1}^n k_i \cdot \Pi_i, (3.1)$$

где

k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 11 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.6
Теоретический уровень	0.4
Возможность реализации	0.2

Таблица 12 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 13 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами	8
Разработка способа (алгоритм, вещество, устройство, программы)	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Таблица 14-Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль	4
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.6, P_1 = 6, k_2 = 0.4, P_2 = 7,$$

$$k_3 = 0.2, P_3 = 10, k_4 = 0.2, P_4 = 4.$$

$$НТУ = 0.6 \cdot 6 + 0.4 \cdot 7 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 9.2$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет хорошие показатели новизны, значимость теоретического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей за сравнительно небольшое время реализации.

5.3. Планирование проектных работ

Планирование проекта – это составление календарных планов выполнения комплексов работ, определение денежных средств, необходимых для их реализации, а так же трудовых и материальных ресурсов.

Основные задачи:

1. Взаимная увязка работ проекта;
2. Согласование выполнения отдельных этапов работ во времени, определение их длительности и обеспечение их выполнения в установленные сроки;
3. Определение общего объема работ и потребных для его выполнения денежных, материальных и трудовых ресурсов;
4. Распределение общего объема работ между исполнителями.

Графический метод планирования.

При графическом методе планирования на основе расчета трудоемкости и календарной продолжительности выполнения всех включенных в план работ с учетом их взаимосвязи и последовательности выполнения во временном масштабе (соответствующим производственному календарю планируемого года) строится графическая модель комплекса работ в виде линейной диаграммы, в которой положение и длина каждой линии характеризует дату начала (окончания) и продолжительность выполнения каждой работы. На основе линейного графика определяется общая продолжительность всего комплекса работ.

Определение трудоемкости и продолжительности работ осуществляется на основе отраслевых нормативов, типовых норм на разработку конструкторской документации, а для работ, обладающих большой неопределенностью на основе вероятностных (экспертных) методов, широко используемых в СПУ.

Таблица 15– Типовое содержание проектных работ

Содержание работ	Продолжительность работ, ожид/день			Исполнители
	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	
1. Разработка ТЗ на проектирование	3	5	3	РП, И.
2. Разработка плана работ и технико-экономическое обоснование проекта	4	5	5	РП, И.
3. Описание объекта автоматизации (модернизации)	13	20	17	РП, И.
4. Кинематическая схема механизма	5	10	8	РП, И.
5. Разработка структурной (принципиальной) схемы ЭП	12	15	14	РП, И.
6. Расчет мощности и выбор электродвигателя	3	5	5	РП, И.
7. Выбор способа регулирования скорости	7	10	9	РП, И.
8. Расчет предельных характеристик системы «преобразователь–электродвигатель»	6	10	8	РП, И.
9. Разработка математической модели системы АУ ЭП	24	30	30	РП, И.

10. Оптимизация САР электропривода	20	25	23	РП, И.
11. Разработка программы имитационного моделирования	10	15	12	РП, И.
12. Вопросы безопасности и экологичности проекта	6	10	10	РП, И.
13. Техничко-экономические расчеты	8	13	10	РП, И.
14. Составление пояснительной записки	35	45	40	РП, И.
15. Разработка графического сопровождения проекта	20	25	25	РП, И.

РП –руководитель проекта;
И – инженер.

График выполнения работ по дням составлен на год с учетом всех выходных, предпраздничных и праздничных дней. Общее количество рабочих дней = 250, которые требуются на выполнение данного проектирования.

5.4. Расчет сметы затрат на проектирование

Расчет сметы затрат на выполнение проекта, частью которого является ВКР, студента-дипломника, рекомендуется осуществлять методом сметных калькуляций по отдельным статьям расходов, всех видов необходимых ресурсов (таблица 18).

Таблица 16 - Смета затрат на проектирование

Статьи расхода	Сумма		Примечания
	руб	%	
1. Материалы, покупные п/ф и комплектующие изделия	41000		
2. Специальное оборудование	38000		Стенды, приборы, установки, программы
3. Основная заработная плата научно-производственного персонала	160000		Трудоемкость нормо-д, Стоимость 1-го нормо-д.
4. Дополнительная заработная плата	16000	10	10÷15% от ст.3

научно-производственного персонала			
5. ЕСН	47529	27	27%(ст.3+ст.4)

6. Расходы на научные и производственные командировки	14080	8	5÷10% от(ст.3+ст.4)
7. Расходы и услуги сторонних организаций	32000		
8. Накладные расходы	128000	80	60÷80% от ст.3
9. Плановая прибыль	24607	7	6÷8% от (ст.3+4+5+8)
10. Годовая сметная стоимость проекта	501216		

По результатам расчетов строим круговую гистограмму:

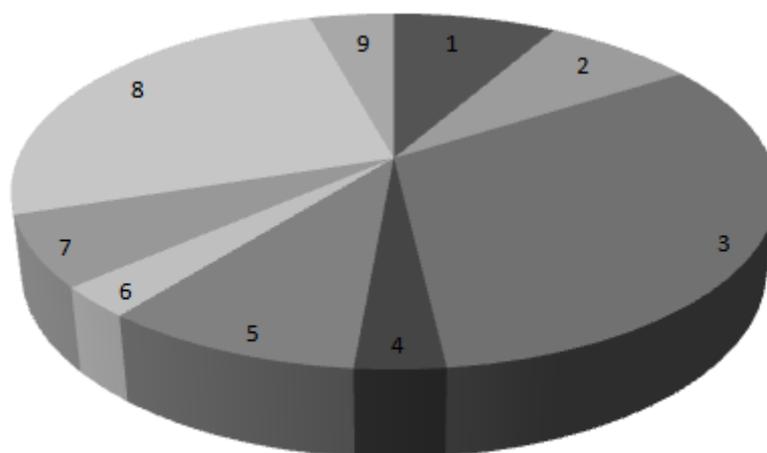


Рис. 24 Круговая гистограмма затрат на проектирование

5.5. Расчет капитальных вложений на реализацию проекта

Капитальные вложения (инвестиции в реальные активы предприятия) включают:

- Затраты на предпроектные работы;
- Затраты на приобретение, доставку, установку и наладку оборудования;
- Сопряженные затраты
- Затраты на пополнение оборотных средств.

Расчет капитальных вложений оформлен в виде таблицы 17:

Таблица 17 Бюджет инвестиций

	Кол-во	Цена, руб	Общая стоимость, руб
I. Оборудование:			
Электродвигатель АИР160 S6, 11 кВт ¹	1	21220	21220
Преобразователь «Danfos» VLT 2880 ²	1	95450	95450
Пуско-регулирующая аппаратура (20% стоимости некомплектного оборудования)		42424	42424
II. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ, в % от I.			
Комплектный привод (6%)		3183	3183
Некомплектный (15%)		14317,5	14317,5
III. Транспортно-заготовительные расходы 2%(I+II)			
IV. Плановые накопления монтажной организации (6-15%) от II		3108	3108
V. Сметная стоимость проектно конструкторских работ		501216	501216
Всего затрат			680918

¹ <http://valdai.nt-rt.ru>

² <http://www.hhi.hut.ru/cenadanf.html.ru>

Были рассчитаны капитальные вложения необходимые для реализации проекта с учетом цен май 2016 г.

5.6. Расчет расходов при эксплуатации электропривода

Эксплуатационные расходы включают следующие статьи затрат:

- Расходы на электроэнергию
- Заработная плата обслуживающего персонала
- Амортизационные отчисления
- Затраты на ремонт
- Расходы на материалы, связанные с эксплуатацией

Расчеты отдельных статей эксплуатационных расходов ведутся по формулам:

- Расчет стоимости силовой электроэнергии

Силовая электроэнергия используется для питания приводов рабочих механизмов и рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{сил.эн}} = \frac{P_{\text{уст}} \cdot F_{\text{д}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{з}}}{k_{\text{дв}} \cdot k_{\text{с}}}, (3.2)$$

$$W_{\text{сил.эн}} = \frac{11 \cdot 4000 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,8}{0,94 \cdot 0,93} = 18320 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где

$P_{\text{уст}}$ – мощность установленного оборудования, кВт;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$k_{\text{м}}$ – коэффициент одновременного использования электродвигателей (0.6–0.7);

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени (0.6–0.8);

$k_{\text{з}}$ – средний коэффициент загрузки оборудования (0.7–0.8);

$k_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий потери в сети (0.92–0.95);

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

Затраты на силовую энергию в денежном выражении рассчитывается:

$$C_{\text{эл}} = W_{\text{сил.эн}} \cdot C_{\text{э}}, (3.3)$$

где $C_{\text{э}}$ – стоимость одного кВт·часа электроэнергии для промышленных предприятий. $C_{\text{э}}$ - одноставочный тариф на потребляемую электроэнергию для предприятия составляет 3,93руб/кВт·ч для Беловского района на 1.05.2016 г.

$$C_{\text{эл}} = 18320 \cdot 3,93 = 72000 \text{ руб}$$

Расчет амортизационных отчислений

Годовые амортизационные отчисления рассчитываются на основе норм амортизации

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100}, (3.4)$$

где

K – капитальные вложения в электрооборудование;

H_A – проценты отчислений на амортизацию.

– Электродвигатели – 9.6%

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 21220 \cdot 0.096 = 2037.12 \text{ руб}$$

– Преобразователи – 3.5%

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 95450 \cdot 0.035 = 3340.75 \text{ руб}$$

– Электропривод – 9.6%

$$A_{\text{год}} = K \cdot \frac{H_A}{100} = 680918 \cdot 0.096 = 65368,13 \text{ руб}$$

5.7. Издержки на ремонтно-эксплуатационное обслуживание электроприводов

Оборудование электроприводов (электродвигатели, генераторы, трансформаторы и т.д.) является ремонтируемым. Оно подвергается планово-предупредительным ремонтам, периодичность и объем которых регламентируется системой ППР и сетей промышленной энергетики. [22гл.IV,гл.XI]

Затраты на ППР электропривода

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{зар}} + C_{\text{м}} + C_{\text{опр}} + C_{\text{охр}}, (3.5)$$

где

$C_{\text{зар}}=96$ руб·час – заработная плата ремонтных рабочих;

$C_{\text{м}}=84$ руб·час – стоимость материалов для ремонта (= основная зарплата без доплат);

$C_{\text{опр}}=168$ руб·час – общепроизводственные расходы (= 200% от основной зарплат);

$C_{\text{охр}}=67,2$ руб·час – общехозяйственные расходы (= 80% от основной зарплат).

$$C_{\text{общ}} = C_{\text{зар}} + C_{\text{м}} + C_{\text{опр}} + C_{\text{охр}} = 96 + 84 + 168 + 67,2 = 415,2 \text{ руб} \cdot \text{час}$$

Для определения составляющих затрат на ППР необходимо установить периодичность ремонтного цикла, межремонтного периода, и трудоемкость работ по ППР. По трудоемкости работ определяется зарплата энергоперсонала.

Таблица 18 – Нормы трудоемкости ремонта электропривода

Мощность, кВт	Норма трудоемкости, чел-ч		
	Капитального ремонта без перемотки обмоток	Текущего ремонта	Технического обслуживания
11	42	15	9

Таблица 19 – Затраты на ППР электропривода

	Норма трудоемкости, чел-ч	Периодичность	Затраты на ППР электропривода в час	Затраты на ППР электропривода
Капитального ремонта без перемотки обмоток	42	Раз в 2 года	415.2	17438.4
Текущего ремонта	15	Раз в 6 месяцев	415.2	6228
Технического обслуживания	9	Раз в месяц	415.2	3736.8

В данной таблице рассчитаны затраты необходимые на планово-предупредительные работы, которые способствуют продлению эксплуатации данного электропривода.

Таблица 20 – Затраты на ППР электропривода в год

Вид ППР	Затраты на ППР электропривода в ГОД
Капитального ремонта без перемотки обмоток	8719.2
Текущего ремонта	12456
Технического обслуживания	44841.6

Итого	66016.8
-------	---------

В данной таблице рассчитаны затраты на планово-предупредительные работы, которые были произведены, исходя из расчетов ППР электропривода в год.

В данной части ВКР был экономически обоснован выбор электропривода с асинхронным двигателем, был проведен расчет коэффициента научно-технического уровня, который оказался довольно высоким, что указывает на высокий потенциал данного проекта. Так же было выполнено планирование проектных работ, расчет сметы затрат на проектирование, расчет капитальных вложений на реализацию и расчет расходов при эксплуатации данного электропривода. Были рассчитаны издержки на ремонтно-эксплуатационное обслуживание электроприводов, т.е. затраты на планово-предупредительные работы.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1. Введение

БЖД представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально - экономических, производственных, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе трудовой деятельности.

В этом разделе мы постараемся рассмотреть возможные факторы, возникающие при выполнении операций производства работ, влияние этих факторов на окружающую среду и воздействия их на организм человека. Разработаем мероприятия по снижению уровня негативного влияния этих факторов на обслуживающий персонал.

Рассмотрим рабочее место электромонтера- механика, произведем оценку условий его труда, оценку климатических условий, возможные

опасные факторы которые могут привести к потере работоспособности, а также факторы, влияющие на качественные и количественные характеристики производительности труда.

В нашей стране эксплуатируется большое количество лифтов различного конструктивного исполнения, которые обеспечивают нужды промышленных предприятий, административных и жилых зданий.

Развитие отечественной лифтостроительной отрасли характеризуется активной деятельностью производителей лифтов и лифтового оборудования, направленной на повышение качества выпускаемой продукции, безопасности ее применения, надежности, долговечности, комфортности.

На отечественном рынке появилась продукция, сертифицированная в соответствии с действующей в России «Системе сертификации ГОСТ Р», изготовленная предприятиями, имеющими сертификат качества производства по ГОСТ Р-2001 [3]. Отмечается устойчивая тенденция поиска новых решений, отражающих требования рынка и технократических достижений в различных отраслях производства. Происходит непрерывная модернизация и замена на новые более энерго ресурсомкие проекты лифтов. Широко применяются современные микропроцессорной техники, прогрессивных методов частотного управления работой электродвигателей переменного тока, современной измерительной техники.

Основная цель мероприятий по охране труда - ликвидация травматизма и профессиональных заболеваний. Проведение мероприятий по улучшению условий труда дает ощутимый экономический эффект - повышается производительность труда, снижаются затраты на восстановление утраченной трудоспособности.

Разработаем защитные меры от возможных негативных влияний на организм, рассмотрим технику безопасности на рабочем месте, пожарную безопасность, мероприятия по охране окружающей среды.

6.2. Безопасность персонала обслуживающих лифты

6.2.1. Обслуживающий персонал

Обслуживающий персонал, который должен проводить ТО, ремонты двигателя, преобразователя частоты и прочего коммутационного оборудования электропривода скоростного лифта должны иметь как 3 группу допуска к работам на электроустановках напряжением до 1000 В и удостоверение электромонтера 4 разряда. Все работы проводимые в электроустановках должны строго выполняться в соответствии с нормативными документами правилами и инструкциями.[17] Причем также персонал должен быть ознакомлен с правилами безопасной работы с электроустановками и знать действия при ЧС возникших рядом с электроустановками и сдать экзамены на подтверждение своей квалификации.

6.2.2. Меры безопасности при выполнении работ с электродвигателями

Если работа на электродвигателе или приводимом им в движение механизме связана с прикосновением к токоведущим и вращающимся частям, электродвигатель должен быть отключен с выполнением предусмотренных настоящими Правилами технических мероприятий, предотвращающих его ошибочное включение. При этом у двухскоростного электродвигателя должны быть отключены и разобраны обе цепи питания обмоток статора.

Не допускается снимать ограждения вращающихся частей работающих электродвигателя и механизма.

Также при работе на электродвигателе допускается установка заземления на любом участке кабельной линии, соединяющей электродвигатель с секцией РУ, щитом, сборкой. Если работы на

электродвигателе рассчитаны на длительный срок, не выполняются или прерваны на несколько дней, то отсоединенная от него кабельная линия должна быть заземлена также со стороны электродвигателя.

В тех случаях, когда сечение жил кабеля не позволяет применять переносные заземления, у электродвигателей напряжением до 1000 В допускается заземлять кабельную линию медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля либо соединять между собой жилы кабеля и изолировать их. Такое заземление или соединение жил кабеля должно учитываться в оперативной документации наравне с переносным заземлением. Перед допуском к работам на электродвигателях должны быть приняты меры по затормаживанию роторов электродвигателей или расцеплению соединительных муфт.

Необходимые операции с запорной арматурой должны быть согласованы с начальником смены технологического цеха, участка с записью в оперативном журнале.

Обязательно со схем ручного дистанционного и автоматического управления электроприводами запорной арматуры, направляющих аппаратов должно быть снято напряжение.

Должны быть вывешены плакаты «Не открывать! Работают люди», а на ключах, кнопках управления электроприводами запорной арматуры - «Не включать! Работают люди».

Работы по одному наряду на электродвигателях одного напряжения, выведенных в ремонт агрегатов, технологических линий, установок могут проводиться на условиях следующего правила:

- можно выдавать один наряд для работы на всех (или части) электродвигателях этих агрегатов (установок) и один наряд для работ в РУ на всех (или части) присоединениях, питающих электродвигатели этих агрегатов (установок).

- выдавать один наряд допускается только для работы на электродвигателях одного напряжения и присоединениях одного РУ.

Допуск на все заранее подготовленные рабочие места разрешается выполнять одновременно, оформление перевода с одного рабочего места на другое не требуется. При этом опробование или включение в работу любого из перечисленных в наряде электродвигателей до полного окончания работы на других не допускается.

Порядок включения электродвигателя для опробования должен быть следующим:

- производитель работ удаляет бригаду с места работы, оформляет окончание работы и сдает наряд оперативному персоналу;
- оперативный персонал снимает установленные заземления, плакаты, выполняет сбору схемы.

После опробования при необходимости продолжения работы на электродвигателе оперативный персонал вновь подготавливает рабочее место и бригада по наряду повторно допускается к работе на электродвигателе. Работа на вращающемся электродвигателе без соприкосновения с токоведущими и вращающимися частями может проводиться по распоряжению.

Обслуживание щеточного аппарата на работающем электродвигателе допускается по распоряжению обученному для этой цели работнику, имеющему группу 3, при соблюдении следующих мер предосторожности:

- работать с использованием средств защиты лица и глаз, в застегнутой спецодежде, остерегаясь захвата ее вращающимися частями электродвигателя;
- пользоваться диэлектрическими галошами, коврами;
- не касаться руками одновременно токоведущих частей двух полюсов.

Кольца ротора допускается шлифовать на вращающемся электродвигателе лишь с помощью колодок из изоляционного материала. Также в инструкциях по охране труда соответствующих организаций должны быть детально изложены требования к подготовке рабочего места и организации безопасного проведения работ на электродвигателях,

учитывающие виды используемых электрических машин, особенности пускорегулирующих устройств, специфику механизмов, технологических схем и т.д.

6.2.3. Меры безопасности при выполнении работ с отключением электродвигателей

При подготовке рабочего места должны быть отключены:

- токоведущие части, на которых будут производиться работы;
- неогражденные токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей;
- цепи управления и питания.

В электроустановках напряжением до 1000 В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом, а при наличии в схеме предохранителей - снятием последних. При отсутствии в схеме предохранителей предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами, как запирающие рукоятки или дверцы шкафа, закрытие кнопок, установка между контактами коммутационного аппарата изолирующих накладок и др. При снятии напряжения коммутационным аппаратом с дистанционным управлением необходимо разомкнуть вторичную цепь включающей катушки.

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы. Необходимо вывесить запрещающие плакаты. Отключенное положение коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В с недоступными для осмотра контактами определяется проверкой отсутствия напряжения на их зажимах либо на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, включаемого этими коммутационными аппаратами. Проверку отсутствия напряжения в

комплектных распределительных устройствах заводского изготовления допускается производить с использованием встроенных стационарных указателей напряжения.

6.2.4. Вывешивание запрещающих плакатов и проверка отсутствия напряжения

При производстве работ в электроустановках на оборудовании находящемся под напряжением или вблизи него. Необходимо последовательно соблюдать определенные операции для безопасности выполняющих работу.

При работах на отключенных электроустановках до 1000В после выполнения операций по отключению электрооборудования, на которых будет проводиться работа. Необходимо убедиться, что на месте работ нет напряжения для этого используются проверенные и испытанные указатели напряжения после чего необходимо вывесить плакаты. Плакатов несколько категорий и все они необходимы, но самые на которые необходимо обращать внимание это запрещающие и предупреждающие. Допускается применять предварительно проверенный вольтметр.

Контрольными лампами пользоваться запрещено

После проверки отсутствия напряжения необходимо вывесить запрещающие плакаты «Не включать! Работают люди». Плакаты вывешиваются на коммутационные аппараты, при включении которых может быть подано напряжение.

6.2.5. Расчет искусственного освещения машинного помещения скоростного лифта

Основным негативным критерием работы в помещениях закрытого типа не имеющего естественного освещения, является освещение

искусственное которое создает благоприятные условия для работающих в таких условиях. В данной работе мы рассмотрим освещение машинное отделение, размеры помещения: длина 5м, ширина 3м, высота 3м.

Расчет освещенности выполним методом коэффициента использования. Этот метод используется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей производственных помещений при отсутствии затемнений.

Расчет освещения методом коэффициента использования выполняется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (4.1)$$

где Φ - необходимый световой поток ламп в каждом светильнике, [лм];

E - нормативная минимальная освещенность, [лк],

k - коэффициент запаса;

S - освещаемая площадь, [кв м];

z - коэффициент минимальной освещенности, величина которого находится в пределах от 1.1 до 1.5 (при оптимальных отношениях расстояния между светильниками к расчетной высоте для ламп накаливания и ДРЛ $z=1.15$ и для люминесцентных ламп $z=1.1$);

N - число светильников в помещении;

η - коэффициент использования светового потока.

Примем: $E=300$ [лк]; $k=1.5$; $z=1.1$

Для освещения помещения применяем газоразрядные лампы.

Освещаемая площадь помещения определяется по формуле:

$$S = A \cdot B = 5 \cdot 3 = 15 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

где S - освещаемая площадь, [м²];

A - длина помещения, [м];

B - ширина помещения, [м].

Наиболее выгодное соотношение расстояния между светильниками к расчетной высоте подвеса:

$$\lambda = \frac{L}{h}, \quad (4.3)$$

принимается по таблице в зависимости от типовой кривой силы света светильника. Для люминесцентных ламп при косинусоидальной типовой кривой выбираем $\lambda = 1.4$.

Находим расчетную высоту подвеса по следующей формуле:

$$h = H - h_{\text{подв}} - h_p = 3 - 0.7 - 0.8 = 1.5 \text{ м} \quad (4.4)$$

где H - высота помещения, [м];

$h_{\text{подв}}$ - высота свеса светильника (от перекрытия), [м];

h_p - высота рабочей поверхности над полом, [м].

Примем: $H=3$ [м], $h_{\text{подв}}=0.7$ [м], $h_p=0.8$ [м].

Расстояние между светильниками определим из формулы (5.3):

$$L = \lambda \cdot h = 1.4 \cdot 1.5 = 2.1 \text{ м} \quad (4.5)$$

Определяем количество светильников для установки в помещении:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{15}{2.1^2} = 3.4 \approx 3 \text{ шт} \quad (4.6)$$

Для определения коэффициента использования η находим индекс помещения i :

$$1.25, \quad i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 3}{1.5 \cdot (5 + 3)} = 1.25 \quad (4.7)$$

где A и B - соответственно длина и ширина помещения, [м];

h - расчетная высота подвеса, [м].

Полученное значение i округляем до ближайшего табличного значения и принимаем $i=1.5$.

Оцениваем коэффициенты отражения поверхностей помещения:

потолка - ρ_n , стен - ρ_{cm} , рабочей поверхности - ρ_p .

Принимаем: $\rho_n = 70\%$, $\rho_{cm} = 50\%$, $\rho_p = 30\%$.

По полученным значениям i и ρ определим по таблице величину коэффициента использования светового потока для выбранного светильника.

Выбираем светильник типа ПВЛМ - Д, для которого $\eta = 73\%$.

По формуле (4.1) определяем необходимый световой поток ламп в каждом светильнике:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 15 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{3 \cdot 0.73} = 3390_{лм}, \text{ [лм]}$$

Тип выбранной лампы - ЛХБЦ40-4. В светильнике будут установлены две таких лампы. Краткие технические данные лампы ЛХБЦ40-4:

- мощность - 40 Вт;

- напряжение - 103 В;

- световой поток после 100 ч горения - 2000 лм.

6.2.6. Расчет контура заземления лифта

В проекте используются естественные и искусственные заземлители. Сопротивление естественного заземлителя составляет 7 Ом.

Согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом при линейном напряжении 380 В, следовательно требуется искусственный контур заземления. В проекте произведён выбор конструктивного исполнения и расчёт заземляющего устройства.

Порядок расчёта:

1. Определим сопротивление искусственного заземлителя с учётом естественного:

$$R_u = \frac{R_e \cdot R_3}{R_e - R_3} = \frac{7 \cdot 4}{7 - 4} = 9,3 \text{ Ом} \quad (4.8)$$

где

R_u - искусственное заземление;

R_e - величина естественная;

R_3 - допустимая величина заземления.

2. Выбор конструктивного исполнения:

Заземляющее устройство выполняется в виде контура, расположенного по периметру здания на расстоянии до 1 м от его стен. В качестве вертикальных заземлителей используют сталь круглую 12 мм и L=5 мм. В качестве горизонтального заземлителя разрешается применять сталь полосовую, толщиной 4 мм, шириной 40 мм на глубине 0,7 м в траншее.

3. Определим сопротивление первого электрода:

$$R_{0g} = 0.3 \cdot p_2 \cdot K_m = 0.3 \cdot 0.5 \cdot 102 \cdot 1.5 = 22.5 \text{ Ом} \quad (4.9)$$

где p_2 - удельная проводимость грунта $0.5 \cdot 102 \text{ Ом}$ (в проекте применяется грунт чернозём);

K_m - коэффициент сезонности определяется о таблице (№ климатической зоны, $K_m=1,5$ для вертикального $K_m=2,3$ для горизонтального заземлителя);

4. Определяем ориентировочное число вертикального заземлителя.

$$n = \frac{R_{0g}}{R_3} = \frac{22.5}{4} = 5.6 \text{ шт} \quad (4.10)$$

Суммарное сопротивление всех электродов:

$$R_e = \frac{R_{0g}}{n \cdot e} = \frac{22.5}{5.6 \cdot 0.74} = 5.4 \text{ Ом} \quad (4.11)$$

Где e - коэффициент использования вертикальных заземлителей ($e=0,74$ для электродов)

Полное сопротивление заземлителей:

$$R_{\phiз} = \frac{R_e \cdot R_e}{R_e - R_e} = \frac{7 \cdot 5.4}{7 - 5.4} = 3.07 \text{ Ом} \quad (4.12)$$

$$R_{\phiз} = 3.07 < 4 \text{ Ом}$$

Окончательное заземлительное устройство лифта выполняется из вертикальных заземлителей длиной 4м, на расстоянии друг от друга 5 мм, соединённых между собой стальной полосой 40(4) длиной 20 м.

6.3. Экологические аспекты ВКР

6.3.1. Шум и вибрация.

Основным источником шума и вибрации в административных и жилых зданиях может являться электродвигатель лифтовой лебедки. Причиной шума может служить износ подшипников, неточна сборка деталей при ремонтах и т.п. Поэтому в процессе эксплуатации всех видов машин и механизмов следует точно выполнять все требования Правил технической эксплуатации.

Шум и вибрация наносит большой ущерб, вредно действует на организм человека и снижает производительность труда. Утомление рабочих из-за сильного шума увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм, а вибрационная болезнь даже к инвалидности.

Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Продолжительность действия сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте. Таким образом шум вызывает нежелательную реакцию всего организма человека.

При нормирование шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума, нормирование уровня звука в дБ. Таким образом, шум на рабочих местах не должен превышать допустимых уровней, значений которые приведены в ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности»[15].

Допустимый уровень вибрации в жилых и общественных зданиях - это уровень фактора, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к вибрационному воздействию таблица 21.

То есть при эксплуатации скоростного лифта в общественных помещениях уровни звукового давления и вибрации не должны превышать допустимого значения. В качестве индивидуальных средств защиты от шума на данном объекте используют специальные наушники, вкладыши (беруши)

в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука, антивибрационная защита.

Таблица 21. Допустимые значения вибрации в жилых помещениях.

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X_0 , Y_0 , Z_0			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ² x 10 ⁽⁻³⁾	дБ	м/с x 10 ⁽⁻⁴⁾	дБ
2	4,0	72	3,2	76
4	4,5	73	1,8	71
8	5,6	75	1,1	67
16	11,0	81	1,1	67
31,5	22,0	87	1,1	67
63	45,0	93	1,1	67
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	4,0	72	1,1	67
<p>Примечания. 1. В дневное время в помещениях допустимо превышение нормативных уровней на 5 дБ; 2. Для непостоянной вибрации к допустимым значениям уровней, приведенным в данной таблице, вводится поправка - 10 дБ, а абсолютные значения умножаются на 0,32;</p>				

6.4. Чрезвычайные ситуации мирного времени

6.4.1. Противопожарная защита

Противопожарная защита – это меры по ведению противопожарного режима на предприятиях, различных территориях, где есть опасность возгорания.

Наибольшей опасностью по возгоранию это нефти базы, лесоторговые склады, частный сектор , леса, поля, т.д. Предметами опасности становятся электробытовые приборы, нагреватели, тэны, котлы и печи, костры на частных участках. В наше время активно ведется работа службами МЧС. По оповещению предупреждению пожаров и пожароопасных обстановок.

Энергооборудование является одним из факторов повышенной опасности. Много элементов оборудования при недопустимых режимах работы могут искрить возгораться взрываться что несет большую опасность не только для персонала но и для окружающих.

Средства пожаротушения :Огнетушители всех типов; Сухой песок; Вода; Кошма или асбестовое одеяло.

Много сейчас и систем оповещения автоматических сигнализаций.

Пенные огнетушители, применяются для тушения горящих жидкостей, различных материалов, конструктивных элементов и оборудования, кроме электрооборудования, находящегося под напряжением.

Газовые огнетушители применяются для тушения жидких и твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

Для обнаружения начальной стадии загорания и оповещения службу пожарной охраны используют системы автоматической пожарной сигнализации (АПС). Кроме того, они могут самостоятельно приводить в действие установки пожаротушения, когда пожар еще не достиг больших размеров. Системы АПС состоят из пожарных извещателей, линий связи и приемных пультов (станций).

6.4.2. Действия при пожаре и землетрясении в кабине лифта

Действия при пожаре не должно быть паники если вы находитесь в кабине лифта и почувствовали запах гари увидели задымление. Обратитесь к диспетчеру нажав на кнопку «Вызов» объясните что происходит . основной причиной возгораний в лифтах обычная беспечность непогашенный окурок игры с огнем детей. Но так же не исключаются аварийные ситуации возгорание проводки, перегрев двигателя, короткие замыкания.

Не пытайтесь самостоятельно выбраться из кабины потому что вы можете повредить узлы для того что бы вас быстро эвакуировали зайдите на помощь. При наличии телефона вызывайте МЧС. Покинув кабину заблокируйте вход в лифт и предупредите соседей.

При видимом возгорании персонал, обслуживающий электрооборудования должен сообщить вышестоящему руководителю и по возможности приступить к самостоятельному тушению пожара. Тушение осуществляется песком порошковыми , углекислотными огнетушителями. Можно использовать кошку или плотную ткань. Водой тушить нельзя потому что есть вероятность попадания под действие электрического тока.

Во время землетрясения действия подобны в первую очередь при остановки лифта и блокировании между этажами сообщите диспетчеру о том что произошло. Вызывайте оперативные службы МЧС. Попробуйте приоткрыть двери если не получается не ломайте ждите помощь Если у вас получилось отвыть двери выбирайтесь осторожно- есть возможность упасть в шахту лифта. Если в кабине несколько человек при выходе страхуйте друг друга.

При невозможности самостоятельно выйти из лифта до прибытия помощи закройте нос и рот носовым платком, рукавом одежды, смочив его водой, молоком, даже мочой, сохраняйте выдержку и спокойствие.

Не следует во время землетрясения пользоваться лифтом. пассажирским лифтом при землетрясениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе разработки дипломного проекта провел расчеты и выбрал электрооборудования лифтов. Основное: асинхронный двигатель, частотный преобразователь и вспомогательное: кабельные линии, коммутационные аппараты, аппараты механической и электрической защиты. Для моей кинематической схемы рассчитал вес нужного противовеса, и максимальную и минимальную весовую нагрузку на шкив на основании этого подобрал диаметр шкива и рассчитал моменты инерции что привело к выбору АД. Его проверка на нагрев показала что выбор правильный. Выбрал систему электропривода «ПЧ-АД» и частотный преобразователь к ней, компоненты ПЧ произвел проверку по токам и нагреву. Система управления подчиняется векторному закону управления т.к. более подходит для работы лифта. Выполнен подбор автоматов и другого оборудования. Построил Естественные электромеханические и механические характеристики, а так же искусственные и регулировочные для электропривода скоростного лифта. Расчет экономики предприятия и расчетов энерго и ресурсо эффективности при проектировании проектов, расчете энергопотребления и общих затрат. Безопасность при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонтам. Проектной документации методам расчета и подготовке проектов на монтажи, реконструкции в соответствии со Стандартами и ГОСТ-ами, Правилами РосГосТех надзора РФ в сфере монтажа наладки приемки и эксплуатации лифтов. Убедился в сравнительном анализе старого лифтового оборудования и нового. Как в плане энергоресурс потребления так и в способах и методах более

экономичного производства электромеханических заводов заменяя средства управления с релейных схем на полупроводниковые.

Лифты стали более безопасны для основных потребителей жителей многоэтажных домов. А также подъемники для инвалидов с введением новых типов оборудования их жизнь стала более насыщенной за счет возможности свободнее передвигаться. За лифтами и подъемниками будущее!

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.2.1002-00 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям - Требования к лифтам.
2. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.2.
Электротехнические изделия и устройства/ Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г.Герасимова и др.(гл.ред. И.Н.Орлов)- 8-е изд., исп. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2001г.-518с.
3. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учеб. Пособие для вузов / И. И. Алиев — 3-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2002. — 225с., ил.
4. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.4.
Использование электрической энергии / Под общ.ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Попов) – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 696 с.
5. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. - 6-е изд. доп. и перераб. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с., ил.
6. Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д. П. Волкова — М: изд-во АСВ 1999. — 480 стр. с илл.
7. А.И. Обухов и др. Монтаж лифтов. – Изд. 2-е перераб. и доп. М., Стройиздат, 1977, 186с.
8. Лифты.Учебник для вузов /под общей ред. Д.П.Волкова - М.: изд-во АСВ,1999. - 480 стр. с илл.
9. Ю.М. Борисов, М.М.Соколов. Электрооборудование подъемно-транспортных машин. – Изд. 2-е перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1971, 376с.
- 10.Электрооборудование промышленности. Электроприводы промышленных механизмов и устройств: учебное пособие / Л.К. Бурулько, Ю.Н. Дементьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 172 с.
- 11.Официальное Интернет представительство Щербинского лифтостроительного завода - <http://www.shlz.ru/>.

12. Гост 52941-2008 «Лифты пассажирские» Проектирование систем вертикального транспорта в жилых зданиях, изд. Стандартиформ, 2008.
13. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ На/Сост. Ю.В.Бородин, В.Н.Извеков, Е.В.Ларионова, А.М.Плахов. - Томск: Изд – во Томского политехнического универ-та, 2014. – 20 с.
14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие /Креницына З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
15. ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
16. СНиП 21 – 01 – 97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с.12.
17. Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок. От 24.07.2015г. № 328н.
18. РД 10-72-94 «ЛИФТЫПАССАЖИРСКИЕ, БОЛЬНИЧНЫЕ, ГРУЗОВЫЕ И ГРУЗОВЫЕ МАЛЫЕ.МЕТОДИЧЕСКИЕ. УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИФТОВ, ОТРАБОТАВШИХ НОРМАТИВНЫЙ СРОК СЛУЖБЫ»
19. Ссылка на сайт:
http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0b65625b3ac68a4c43b88521316d26_0.html
20. Ссылка на сайт:
<http://westud.ru/work/225699/Raschet-staticheskogo-preobrazovatelya-chastoty>