

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра "Электрические машины и электрпривод"

«Допущен к защите»

Заведующий кафедрой _____

Кашево К.М., К.Т.Н., доцент

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« _____ »

20__ г.

(подпись)

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Разработка автоматизированного
электрпривода моста.

Выполнил (а) _____

Мухомбеков А.А.

(Фамилия и инициалы студента)

ЗАТКЗ 15-3

группа

специальность _____

Научный руководитель _____

Кашево К.М., К.Т.Н., доцент

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

« _____ »

20__ г.

(подпись)

Рецензент: _____

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

« _____ »

20__ г.

(подпись)

Консультанты:

по экономической части:

Жакупов А.А. профессор, к.э.н.

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

« 17 »

06

2019 г.

по безопасности жизнедеятельности:

Монсибаева С.Е., доцент

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

« 20 »

06

2019 г.

Алматы 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Институт Институт Электроэнергетики и Электротехники
Специальность Б071800 Электроэнергетика
Кафедра "Электрические машины и электротехника"

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Студент Мумадиев Арман Асгарулы
(фамилия, имя, отчество)

Тема работы "Разработка автоматизированного
электропривода мота"

утверждена приказом ректора № 152 от «27» 12 2018 г.

Срок сдачи законченной работы « » 20 г.

Исходные данные, требуемые параметры результатов и исходные данные

Для разработки автоматизированного
электропривода мота были сделаны расчеты
такие как механика момента движущихся в шесте
мощ, определение усилий в талъвах коленчат.
Самая основная часть расчетов электропривода,
редуктора, частотного преобразователя.

Перечень вопросов подлежащих разработке в дипломной работе или краткое содержание:

Краткое введение в тему.
Механические расчеты
Статические нагрузки на КВМ
Расчет на скорость кабины
Точность остановки кабины
Добителю и проверка их работоспособности
Направляющие
Будора кабины, против веса.
Электрическая часть.
Выбор электропривода
Выбор редуктора
Техника безопасности и охрана труда
Экономическая часть

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Математические графические расчеты
(Исходные данные, мощность ветвей, токах
копатов, статические нагрузки на КВМ, статические
моменты на валу электродвигателя, динамические
моменты на валу электродвигателя, механические
моменты поступательно движущихся в шахте
масс, динамические нагрузки на КВМ, лебедки,
электрические цепи,
Графические обозначение пассажирского
мдта.

Рекомендуемая основная литература

Белюсевич И.В., Шварц Г.Р., Волерий С.Н., Ершов М.С.,
Суров А.Д., "Новый технологии и современное оборудование
в электро энергетике."

Бессмерский В.А., Терасимов А.Н., Лукин С.В., Неделков А.В.,
"Сборник задач по теории автоматического регулирования
и управления."

Мокунов А.А., Хитяков Р.С. "Методические указания к
выполнению экономической части выпускных работ
для бака лебедь, обучающихся по направлению "Электротехника".


Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов


Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БМД	Малева Л.С.	27.05-20.06	
Эном. час	Малуров П.А.	03.06-17.06	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломной работы

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Аналитический обзор	05.04.19	
2	Конструктивно-расчетный раздел	08.04.19	
3	Расчетная скорость кодировки	10.04.19	
4	Проверка тзобой способности КВМ	15.04.19	
5	Точность остановки кодировки	19.04.19	
6	Размеры противовеса	22.04.19	
7	Лобителли	24.04.19	
8	Непроблемное	26.04.19	
9	Выбор электропривода	06.05.19	
10	Выбор редуктора	20.05.19	
11	Раздел безопасности	17.05.19	
12	Экономические раздел	17.05.19	

Дата выдачи задания « 05 » 04 20 19 г.

Заведующий кафедрой  Камнева К.М.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель  Камнева К.М.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению

 Журавлев А.А.
(подпись студента) (Фамилия и инициалы)

Аннотация

В дипломе были проанализированы и исследованы такие вопросы как классификация лифтов, их устройство; проведены расчеты потери мощности в шахте, механические рабочие параметры, усилий в тяговых канатах, статические нагрузки.

Выполнены для выбранного электродвигателя электропривода лифта расчет и построены естественные механические характеристики, и механические характеристики при законе частотного регулирования асинхронного двигателя, механические характеристики ПЧ-АД при сохранении постоянства перегрузочной способности и выбраны преобразователь частоты с микропроцессорной системой управления

В разделе безопасность жизнедеятельности анализированы условия труда, рассчитаны искусственное освещение зданий.

Экономическая часть дипломной работы посвящена на оценке экономической эффективности автоматизированной системы управления электропривода лифта.

Аннотация

Дипломда лифттердің жіктелуі, олардың құрылымы, шахтадағы қуаттың жоғалуы, механикалық жұмыс параметрлері, тартқыш арқандардағы күш-жігер, статикалық жүктемелер талданып, зерттелді.

Электр жетегінің таңдалған электр қозғалтқышы үшін есептеу орындалған және табиғи механикалық сипаттамалар, асинхронды қозғалтқыштың жиіліктік реттеу заңы кезіндегі механикалық сипаттамалар, қайта тиеу қабілетінің тұрақтылығын сақтау кезіндегі ЖТ-АҚ механикалық сипаттамалары және микропроцессорлық басқару жүйесі бар жиілікті түрлендіргіш таңдап алынды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде еңбек жағдайлары талданып, ғимараттың жасанды жарықтандырылуы есептелген.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімі лифтің электржетегін басқарудың автоматтандырылған жүйесінің экономикалық тиімділігін бағалауға арналған.

Annotation

The diploma analyzed and studied such issues as the classification of elevators, their device; calculations of power loss in the mine, mechanical operating parameters, efforts in traction ropes, static loads.

The natural mechanical characteristics and mechanical characteristics under the law of frequency regulation of the asynchronous motor, the mechanical characteristics of the RF-AD while maintaining the constancy of the overload capacity are calculated and selected for the selected electric motor of the Elevator, and the frequency Converter with a microprocessor control system is selected

In the section life safety analyzed working conditions, calculated artificial lighting of buildings.

The economic part of the thesis is devoted to the evaluation of the economic efficiency of the automated control system of the electric Elevator.

Содержание

	Введение	10
1	Аналитическая часть дипломной работы	10
1.1	Аналитический обзор о лифте	10
1.2	Классификация лифтов	11
1.3	Устройство	12
2	Механический расчет рабочих параметров лифта	13
2.1	Определение веса противовеса	13
2.2	Расчет потери в шахте	15
2.3	Определение усилий в тяговых канатах и их отношений при различных режимах работы	15
2.4	Статические нагрузки на КВШ	18
2.5	Расчетная скорость кабины	21
2.6	Ускорение кабины	24
2.7	Проверка тяговой способности КВШ	26
2.8	Запас тормозного момента	28
2.9	Точность остановки кабины	29
2.10	Размеры противовеса	34
2.11	Ловители	34
2.12	Проверка срабатывания ловителей при срабатывании ограничителя скорости	38
2.13	Направляющие	39
2.14	Буфера кабины	40
2.15	Буфера противовеса	43
3	Электрическая часть	44
3.1	Принцип действия электрических схем лифта	44
3.2	Расчет привода. Выбор электродвигателя	47
3.3	Расчет и построение естественной механической характеристики, и механические характеристики при законе частотного регулирования асинхронного двигателя	49
3.4	Механические характеристики ПЧ-АД при сохранении постоянства перегрузочной способности	54
3.5	Выбор серийного преобразователя частоты с микропроцессорной системой управления	66
4	Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	72
4.1	Анализ условий труда	72
4.2	Расчет искусственного освещения	76
5	Экономическая часть	79
5.1	Эффективность использования	79
5.2	Экономическое обоснование проекта	79
5.3	Расчет затрат на разработку изготовления готовой продукции	80

5.4	Расчет капиталовложений и экономической эффективности по варианту ТПБ	80
5.5	Расчет текущих годовых эксплуатационных издержек по варианту ТПБ	81
5.6	Расчет эффективности инвестиций	84
5.7	Расчёт окупаемости	86
	Заключение	88
	Список использованных литературы	89

Введение

Лифт является важной частью среды обитания, искусственно созданная человеком-технологической цивилизации. Почти за столетие полностью автоматизированная система создавала здания и сооружения из пассажиров и грузов внутреннего транспорта для пользователей без специальных знаний и предварительной подготовки без необходимости надежной работы.

В Казахстане в странах ближнего и дальнего зарубежья успешно функционируют в обширной зоне элеваторы различных конструкций для удовлетворения потребностей коммунальных, промышленных предприятий и сложных объектов общественного и специального назначения.

Современные научно-технические достижения фонда свидетельствуют о необходимости дальнейшего расширения в социальном развитии и дальнейшего совершенствования структуры строительства внутренних транспортных средств.

Установка и обслуживание в непрерывном улучшении необходимы для передачи коротк-расстояния, которая значит что-то отличающееся от больше лифтов, эти системы надежны и безопасны для того чтобы улучшить.

1. Аналитическая часть дипломной работы

1.1 Аналитический обзор о лифте

Лифт (англ. Подъем подъема) терпеливые подъемы обычно внутри строгий рельс для периодически устанавливать такси или щиток для вертикальных движений. К началу XX века электрические лифты получили широкое распространение, постепенно вытесняя лифты и приводы в различных формах. В 1920-х годах существовала граница между лебедками и канатами, и Полли-это тот, который широко используется сегодня.

После окончания патриотической войны, в конце 1940-х годов, в конструкции Советского Союза господствующим стандартом стали серийно

выпускаемые универсальные лифты и скоростные лифты. 1955-56ВНИИПТМАШ совместно с "Траст Альянс элеватор" создал типовую область проектирования пассажирских лифтов для жилых и общественных зданий грузоподъемностью 320 1000кг, а также типовую номенклатуру грузовых лифтов грузоподъемностью от 100 до 5000кг и больничных лифтов грузоподъемностью 500 кг. Наибольшее развитие отечественных лифтов была организована в 1963 году, когда Центральное конструкторское бюро по лифтам.

В 1966-1967 годах Центральный лифт разработал новый параметр серии пассажирский и грузовой лифт, конфигурация 36 модель 62 версия. Ростом больших городов и появлением многоэтажной застройки значительно возрос и лифтовой комнате. В конце 1990-х годов появилась также микроэлектроника, основанная на принципах парковки, семейных номеров и лифтов. Несмотря на различные типы и конструкции современного лифта, все они имеют конфигурации основных элементов и по существу одинаковое значение.

1.2 Классификация лифтов

По назначению.

1. Пассажирские лифты и многое другое. Есть транспортный персонал. Он также будет иметь вместимость, не превышающую общий объем груза пассажиров при перевозке багажа.

2. Больничный транспорт пациентов, включая больничные транспортные средства (инвалидные коляски, инвалидные коляски) и сопровождающих лиц (обычно лифт).

3. Грузопассажирский. Люди и товары, используемые для их транспортировки.

4. Имеются товары, материалы и оборудование, используемые при перевозке грузов.

5. Дирижер в объятия. Используется грузовой транспорт и антураж.

6. Направляющие продукты для Нет. Только для перевозки грузов.

Оборудование внешнего контроля, перемещение людей в этих лифтах не допускается.

7. Доставка небольшая. Часто используется в ресторан и кафе(для подъема продуктов питания), библиотеках, складах и т. д. Емкость, как правило, от 5 до 300кг. Подъем людей для них категорически запрещен.

По конструкции.

1. Без такого лифта выжать, потеряв легкость двигателя, его спрятать от кабины.

2. Построена кабина монорельса из грузов.

3. Грузовые (малые магазинные).

4. Платформа для инвалидных колясок. Предназначен для перемещения людей с ограниченными возможностями в коттеджах, административных и общественных зданий.

5. Публично. Воздушный насос работает через внутри цилиндра для части Такси начал подниматься в работе атмосферного давления на полу. Подниматься наиболее хорошо сделан под давлением должным к разницам в кабине.

6. Гидравлический привод, используемый с гидравлической системой.

7. Также имеется коттедж. Лифт кабины обычно управляется телескопами как.

8. В строительстве. Подниматься и подавать конструкции различные собаки или крыши здания пар.

9. Ножничный подъемник фиксированное подъемное устройство, предназначенное для вертикального перемещения на одну из горизонтальных объектов. Большинство из них гидравлические приводы, используемые лифтами.

10. Системы парковки автомобилей.

11. Панорама его шахты лифта без оглядки.

По конструкции привода

1. Электрическая работа.

2. Барабанная лебедка. Это барабан, который имеет прочную связь, включая кабину.

3. Лебедка с тросом и шкивами. Неплохо жесткого соединения и устройства управления, кабельного шкива.

4. С гидравлический привод.

5. Пневматический привод.

6. В зависимости от конструкции привода имеются зубчатые и без редукторные лебедки с приводом. Лифт используется в похищенных привод устройства является невысокое быстродействие, безредукторные лебедки, в то время как лифт является высокая скорость.

1.3 Устройство

С электрическим приводом

Кабина и механизм управления подвеса. Это трос, который отображается как а.

Лебедка. Кимчи-электростанция.

Кабина. Пассажиры салона и/или другие продукты.

Противовес. Баланс кабины – это сила тяжести и вес деталей в больших количествах.

Шахта лифта. Имеется яма грунтового потолка, полностью или частично расширенная в зоне забора. Если у вас подвижная кабина, то следуйте указаниям блока управления. Он останавливает направляющие выступы оборудования и кабины и механизма управления, пусковые площадки, буферы двери или отверстия.

Ловитель. В случае разъединения, напряжение слабины веревочки подвеса или уменьшает скорость автомобиля (уравновешения) для превышения номинальной скорости, останавливает и поддерживает автомобиль или механизм управления железной дорогой, механическое приспособление заранее определенное значение. Ограничение скорости, инициируемое небольшим ловителем торможения, обычно является местом в двигателе.

Буфера. Такси или противовес низкого положения перед ровным замедлителем для прибора такси. Номинальная скорость согласно полиуретану, прочности или типу масла который может.

Предназначен для накопления или утилизации кинетической энергии кабины или устройства управления.

Электрооборудование. В том числе электробезопасное и осветительное оборудование. Станция управления лифтом.

С гидравлическим приводом.

Во-первых, грузовой лифт и лифт малоэтажного здания оснащен гидроприводом. Гидропривод может нести не столь большую нагрузку, но скорость подъема ограничена. Принцип деятельности гидравлического крана является следующим: гидравлический насос высокий вертикальный цилиндр с маслом насоса. Размещенный на Гидроприводе, поршень был перенесен к поршню блока и кабельной системы, движению с помощью цилиндру

2 Механический расчет рабочих параметров лифта

2.1. Определение веса противовеса

Технические данные.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета

Наименование показателей	Величина
Грузоподъемность, кг	500
Номинальная скорость движения, м/с	1
Вместимость, чел	6
Наибольшая высота подъема, м	75
Наибольшее число остановок	17
Точность остановки кабины, мм	±20
Расположение противовеса относительно кабины	сзади
Расположение машинного помещения	над шахтой
Продолжительность включений, %	40
Система управления	Смешанная собираетельная по

	приказам и вызовам при движении кабины вверх и вниз
Двери кабины	раздвижные, автоматические
Размеры кабины внутренние	
ширина, мм	1042
глубина, мм	1382
высота, мм	2100
Глубина приямка, мм не менее	1400
Род тока	переменный трехфазный

Вес неуравновешенной части тяговых канатов:

$$G_{Т.К} = m \cdot q_{кан} \cdot H, \quad (2.1.1)$$

где $q_{кан} = 0.527$ кг/м=5.27Н/м - погонная масса каната;

$m=4$ – число канатов;

$H=75$ м – высота подъема.

$$G_{Т.К} = 4 \cdot 0.527 \cdot 75 = 158 \text{ кг} = 1.58 \text{ кН}$$

Вес подвешенного кабеля:

$$G_{П.К} = m' \cdot q_k \cdot \frac{H}{2}, \quad (2.1.2)$$

где $m'=3$ – число подвесных кабелей;

$q_k = 0.513$ кг/м=5.13Н/м – вес 1 м подвешенного кабеля КПВЛ-24 по

$$G_{П.К} = 3 \cdot 0.513 \cdot \frac{75}{2} = 58 \text{ кг} = 580 \text{ Н}$$

Вес компенсирующей цепи:

$$G_{К.Ц} = m_{ц} \cdot q_{ц} \cdot H, \quad (2.1.3)$$

где $q_{ц} = 1.35$ кг/м=13.5 Н/м – погонная масса цепи

$m_{ц} = 1$ – число цепей.

$$G_{к.ц} = 1 \cdot 1.35 \cdot 75 = 101 \text{кг} = 1.01 \text{кН}$$

Вес противовеса:

$$G_n = G_K + (0.4 \div 0.5) \cdot (Q + G_{п.к}), \quad (2.1.4)$$

где $G_K = 950 \text{кг} = 9500 \text{Н}$ - вес кабины,

$Q = 500 \text{кг} = 5000 \text{Н}$ - грузоподъемность.

Итак, получим:

$$G_n = 950 + 0.5 \cdot (500 + 58) = 1229 \text{кг} = 12.29 \text{кН}$$

2.2 Расчет потери в шахте

Потери на трение в башмаках кабины от смещения центра тяжести груза относительно центра подвески:

$$F_Q = \frac{Q \cdot \mu}{6 \cdot h} \cdot (A + B), \quad (2.2.1)$$

где $\mu = 0.12$ - коэффициент трения капроновых вкладышей башмаков о направляющую; A , B , h – размеры кабины.

$$F_Q = \frac{500 \cdot 0.12}{6 \cdot 3000} \cdot (1080 + 1420) = 8 \text{кг} = 80 \text{Н}$$

Потери на трение от смещения центра тяжести кабины относительно подвески принимаются в размере 15% от веса кабины.

$$F_K = 0.015 \cdot G_K = 0.015 \cdot 950 = 14 \text{кг} = 140 \text{Н} \quad (2.2.2)$$

Потери на трение при движении противовеса принимаются равными 0.75% от веса противовеса.

$$F_{п} = 0.0075 \cdot G_n = 0.015 \cdot 1229 = 9 \text{кг} = 90 \text{Н} \quad (2.2.3)$$

2.3 Определение усилий в тяговых канатах и их отношений при различных режимах работы

При выборе типоразмера редуктора лебедки лифта, двигателя, муфты и канатоведущего шкива необходимо знать величины натяжений ветвей тяговых канатов, которые зависят от целого ряда факторов, таких как: кинематическая схема, загруженность кабины, направления движения, расположение кабины, вес противовеса, высота подъема, вес и количество подвесных кабелей и канатов. Поэтому при разработке проекта каждой конкретной модели лифта необходимо рассчитывать величины натяжений для 13 различных режимов, зависящих от загруженности кабины, ее положения и направления движения.

Машинное помещение верхнее, подвеска бесполиспастная, уравновешивающий элемент – цепь (кабина-противовес).

Таблица 2.2– Расчет натяжение ветвей тяговых канатов

Номер режима	Характеристика режима	Загруженность	Направление движения	Положение кабины	Натяжение ветвей тяговых канатов			
					кабины (F_K)		противовеса (F_{II})	
					Формула	Вычисления	Формула	Вычисления
1	Подъём неуравновешенного груза	Гружёная	Подъём	Вниз	$F_{K_1} = G_K + Q + G_{T.K} + F_K + F_Q$	16,30	$F_{II_1} = G_{II} - F_{II}$	12,20
2				Вверх	$F_{K_2} = G_K + Q + Q_{II.K} + F_{II} + F_K + F_Q$	15,30	$F_{II_2} = G_{II} + G_{T.K} - F_{II}$	13,78
3		Порожня	Спуск	Вниз	$F_{K_3} = G_K + G_{T.K} - F_{II}$	10,99	$F_{II_3} = G_{II} + F_{II}$	12,38
4				Вверх	$F_{K_4} = G_K + G_{II.K} - F_K$	9,94	$F_{II_4} = G_{II} + G_{T.K} + F_{II}$	13,96
5		Перегруз на 10 %	Подъём	Вниз	$F_{K_5} = G_K + 1.1 \cdot Q + G_{T.K} + F_K + F_Q$	16,80	$F_{II_5} = F_{II_1}$	12,20
6				Вверх	$F_{K_6} = G_K + 1.1 \cdot Q + G_{II.K} + F_K + F_Q$	15,80	$F_{II_6} = F_{II_2}$	13,78
7	Спуск неуравновешенного груза	Гружёная	Спуск	Вниз	$F_{K_7} = G_K + Q + Q_{T.K} - F_K$	15,94	$F_{II_7} = F_{II_3}$	12,38
8				Вверх	$F_{K_8} = G_K + Q + Q_{II.K} - F_K$	14,94	$F_{II_8} = F_{II_4}$	13,96
9		Порож	Подъём	Вниз	$F_{K_9} = G_K + Q_{T.K} + F_K$	11,22	$F_{II_9} = F_{II_1}$	12,20

10				Вверх	$F_{K_{10}} = G_K + Q_{П.К} + F_K$	10,22	$F_{П_{10}} = F_{П_2}$	13,78
11	Динамич. испыт.	Перегруз на 10 %	Спуск	Внизу	$F_{K_{11}} = G_K + 1.1 \cdot Q + Q_{Т.К} - F_K$	16,44	$F_{П_{11}} = F_{П_3}$	12,38
12				Вверх	$F_{K_{12}} = G_K + 1.1 \cdot Q + G_{П.К} - F_K$	15,44	$F_{П_8} = F_{П_4}$	13,96
13	Статич. испыт.	Перегруз на 10 %	—	Внизу	$F_{K_{13}} = G_K + 2 \cdot Q + Q_{Т.К}$	21,08	$F_{П_8} = G_{П}$	12,29

Проверка канатов по разрушающей нагрузке.

Наибольшее рабочее натяжение в ветви каната кабины:

- при номинальном грузе

$$F' = \frac{Q + G_K + G_{Ц} + G_{П.К}}{m} = \frac{500 + 950 + 101 + 51}{4} = 402 \text{ кГ} = 4.02 \text{ кН} \quad (2.3.1)$$

$F_{расч}^{св}$ - натяжение ветви каната кабины при свободном заполнении кабины.

$$F_{расч}^{св} = \frac{G_K + Q_{св} + G_{Ц} + G_{П.К}}{m}, \quad (2.3.2)$$

где $Q_{св} = 5.80 \text{ кН}$ - грузоподъемность при свободном заполнении кабины.

$$F_{расч}^{св} = \frac{950 + 580 + 101 + 58}{m} = 522 \text{ кГ} = 5.22 \text{ кН} \quad (2.3.3)$$

Запас прочности каната:

$$n = \frac{R}{F'} \geq [n] = 12, \quad (2.3.4)$$

где $R = 72 \text{ кН}$ - разрывное усилие каната

$$n = \frac{7200}{402} = 17.9 \geq [n] = 12 \quad (2.3.5)$$

Выбираем канат ЛК-Р 6х19(1+6+6/6)+10

Проверка канатов по удельному давлению.
Давление на стенки ручья КВШ:

$$P = \omega \cdot \frac{F_K}{m \cdot d \cdot D_{uu}}, \quad (2.3.6)$$

где $F_K = 16.80 \text{ кН}$ - наибольшее усилие в канатах при одном из рабочих режимов (таблица 1)

$$\omega = \frac{4,5}{\sin \frac{\beta}{2}} = \frac{4,5}{\sin \frac{40}{2}} = 13.2 \quad - \text{ коэффициент, зависящий от формы}$$

ручья;

$\beta = 40^\circ$ - угол клина канавки КВШ;

$d = 12 \text{ мм}$ - диаметр каната;

$D_{uu} = 930 \text{ мм}$ - диаметр КВШ.

$$P = 13.2 \cdot \frac{1680}{4 \cdot 1.2 \cdot 93} = 49.6 \text{ кг/см}^2 \leq [p] = 70 \text{ кг/см}^2 = 4 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Проверка канатов по перегибу.

Наименьший допускаемый диаметр КВШ определяется по формуле:

$$D \geq d \cdot e, \quad (2.3.7)$$

где $D = 902 \text{ мм}$ - диаметр КВШ, измеряемый по дну ручья;

$d = 12 \text{ мм}$ - диаметр каната;

$e = 40$ - коэффициент.

$$902 \geq 12 \cdot 40 = 480$$

Статические усилия в тяговых канатах.

Натяжение тяговых канатов противовеса:

$$F_{II} = G_{II} + G_{II} = 1229 + 101 = 1330 \text{ кг} = 13.3 \text{ кН} \quad (2.3.8)$$

Натяжение тяговых канатов кабины:

$$F_K = 2 \cdot Q_{cs} + G_K + G_{T.K.} = 2 \cdot 580 + 950 + 158 = 2268 \text{ кг} = 22.68 \text{ кН} \quad (2.3.9)$$

2.4 Статические нагрузки на КВШ.

Соединительная муфта

В конструкции механизмов подъема лифтов применяются постоянно-замкнутые упругие втулочно-пальцевые соединительные муфты МУВП.

Муфта служит для передачи крутящего момента от вала двигателя на червячный вал редуктора. Одновременно муфта выполняет роль маховой массы, при изменении которой достигается требуемая величина махового момента, приведенного к быстроходному валу лебедки.

Передаваемый муфтой момент M должен быть равен или меньше допускаемого крутящего момента $M \leq [M]$.

Таблица 2.3– Расчетные данные

Номер режима в	Отношение натяжений, $\Psi = F_{\max}/F_{\min}$	Сумма натяжений, $F_{\Sigma} = F_k + F_n$	Разность Натяжений, $\Delta F = F_{\max} - F_{\min}$	Потери на КВШ, приведенные к канату $F_{III} = 0,0013 F_{\Sigma}$	Окружное усилие на КВШ $F_0 = \Delta F \pm F_{III}$		Крутящий момент $M_u = F_0 \cdot \frac{D_u}{2}$
					$F_0 = \Delta F + F_{III}$	$F_0 = \Delta F - F_{III}$	
1	1,33	28500	4100	370	$F_0 = \Delta F + F_{III}$	4470	2070
2	1,11	29080	1520	370		1890	870
3	1,12	23370	1390	300		1690	780
4	1,40	23900	4020	310		4330	2010
5	1,37	29000	4600	370		4970	2310
6	1,14	29850	2020	380		2400	1110
7	1,28	28320	3560	360	$F_0 = \Delta F - F_{III}$	3200	1480
8	1,07	28900	980	370		610	280
9	1,08	23420	980	300		680	310
10	1,34	24000	3560	310		3250	1510
11	1,32	28820	4060	370	$F_0 = \Delta F$	3690	1710
12	1,10	29400	1480	380		1100	510
13	1,71	33370	8790	430		8360	3880

Допускаемый крутящий момент:

$$[M] = 0.5 \cdot m \cdot D_1 \cdot [p] \quad (2.4.1)$$

где $[P]=0.8кН$ – допускаемая нагрузка на палец, н;

$m=5$ – количество пальцев;

D_1 – диаметр окружности расположения пальцев, м (при $D_M = 0,3$ м, $D_1 = 0,18$ м).

$$[M] = 0.5 \cdot 5 \cdot 0.18 \cdot 80 = 180 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.4.2)$$

Выбираем муфту упругую втулочно-пальцевую. Наружный диаметр 300 мм. Маховый момент $15 \text{ Н} \cdot \text{М}^2$.

$GD_p^2 = 4.5$ - маховый момент ротора электродвигателя

$GD_M^2 = 1.5$ - маховый момент муфты

$GD_{доп}^2 = 9.0$ - предельно допустимый маховый момент.

Таблица 2.4– Расчетные данные

№р	Характер	Обознач.	Режим			Без потерь в редукторе $(GD^2) = \frac{F_{\Sigma} \cdot D_w^2}{r^2}$	Формула	Пуск GD_1^2 $\eta = 0.71$ $n_{n\max} = 650$	Переход GD_2^2 $\eta = 0.68$ $n_{M_r} = 410$	Механич. торможен. GD_3^2 $\eta = 0.63$ $n_{M_r} = 210$
			Кабины							
			загрузка	Направл движения	Положение					
1	Подъем неуравновешенного груза	Эксплуатац. режим	Q	Подъем	Внизу	12,17	$GD^2 = (GD^2) \cdot 1/\eta$	17,14	17,89	18,72
2					Вверху	12,42		17,49	18,26	19,1
3			0	Спуск	Внизу	9,98		14,05	14,67	15,35
4					Вверху	10,2		14,36	15	15,69
5		Испыт. динамич.	.1Q	Подъем	Внизу	12,38		17,43	18,2	19,04
6					Вверху	12,63		17,78	18,57	19,43
							$\eta=0.615$	$\eta=0.54$	$\eta=0.44$	
7	Спуск неуравновешенного	Эксплуатац. режим	Q	Спуск	Внизу	12,09	$GD^2 = (GD^2) \cdot 1/\eta$	7,43	6,52	5,31
8					Вверху	12,34		7,58	6,66	5,42
9			0	Подъем	Внизу	10		6,15	5,4	4,4
10					Вверху	12,3		7,56	15,12	5,41
11		Испыт.		Спуск	Внизу	12,55		7,71	6,77	5,52

12			1.1 Q		Вверху	14,25		8,76	7,69	6,27
----	--	--	----------	--	--------	-------	--	------	------	------

Таблица 2.5 - Динамические моменты на валу электродвигателя

№р	Характер	Обознач.	Режим			Без потерь в редукторе $(GD^2)' = \frac{F_{\Sigma} \cdot D_w^2}{r^2}$	Формула	Пуск GD_1^2 $\eta = 0.71$ $n_{nmax} = 650$	Переход GD_2^2 $\eta = 0.68$ $n_{M_T} = 410$	Механич. торможение. GD_3^2 $\eta = 0.63$ $n_{M_T} = 210$
			Кабины							
			загрузка	Направл. движения	Положение					
1	Подъем неуравновешенного груза	Эксплуатац. режим	Q	Подъем	Внизу	12,17	$GD^2 = (GD^2)' \cdot 1/\eta$	17,14	17,89	18,72
2					Вверху	12,42		17,49	18,26	19,1
3			0	Спуск	Внизу	9,98		14,05	14,67	15,35
4					Вверху	10,2		14,36	15	15,69
5		Испыт. динамич.	.1Q	Подъем	Внизу	12,38		17,43	18,2	19,04
6					Вверху	12,63		17,78	18,57	19,43
							$\eta=0.615$	$\eta=0.54$	$\eta=0.44$	
7	Спуск неуравновешенного груза	Эксплуатац. режим	Q	Спуск	Внизу	12,09	$GD^2 = (GD^2)' \cdot 1/\eta$	7,43	6,52	5,31
8					Вверху	12,34		7,58	6,66	5,42
9			0	Подъем	Внизу	10		6,15	5,4	4,4
10					Вверху	12,3		7,56	15,12	5,41
11		Испыт. динамич.	.1Q	Спуск	Внизу	12,55		7,71	6,77	5,52
12					Вверху	14,25		8,76	7,69	6,27

2.5 Расчетная скорость кабины

Скорость кабины при подъеме неуравновешенного груза:

$$V_{под} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}^n \cdot D_w}{60 \cdot i}, \quad (2.5.1)$$

$$\text{где } n_{\text{дв}}^n = n_{\text{синх}} \cdot \left(1 - \kappa_n \cdot \frac{M_{\text{расч}}}{M_{\text{ном}}} \right) \quad (2.5.2)$$

κ_n – коэффициент, определяемый по формуле:

$$\kappa_n = \frac{n_{\text{синх}} - n_n}{n_{\text{синх}}}, \quad (2.5.3)$$

где $n_{\text{синх}} = 1000$ об/мин - число оборотов электродвигателя (синхронное)

$$n_n = 930 \text{ об/мин}$$

$$\kappa_n = \frac{1000 - 930}{1000} = 0.07$$

$$n_{\text{дв}}^n = 1000 \cdot \left(1 - 0.07 \cdot \frac{6.9}{7} \right) = 931 \text{ об/мин}$$

$M_{\text{расч}} = 69$ Н·м - максимальное значение момента при подъеме неуравновешенного груза (см. табл. 3)

$$M_{\text{ном}} = 70 \text{ Н·м}$$

$$V_{\text{под}} = \frac{3.14 \cdot 931 \cdot 0.93}{60 \cdot 45} = 1.006 \text{ м/с} \quad (2.5.4)$$

Отклонение расчетной скорости движения кабины от номинальной при подъеме неуравновешенного груза:

$$\frac{V_{\text{под}} - V_H}{V_H} \cdot 100\% = \frac{1.006 - 1}{1} \cdot 100\% = 0.6\% \quad (2.5.5)$$

Скорость кабины при спуске неуравновешенного груза:

$$V_{\text{сп}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}^c \cdot D_{\text{ш}}}{60 \cdot i} \quad (2.5.6)$$

$$n_{\text{дв}}^c = n_{\text{синх}} \cdot \left(1 + \kappa_n \cdot \frac{M_{\text{расч}}}{M_{\text{ном}}} \right) \quad (2.5.7)$$

$M_{\text{расч}} = 24$ Н·м - максимальное значение момента при спуске неуравновешенного груза (таблица 3)

$$n_{\text{дв}}^c = 1000 \cdot \left(1 + 0.07 \cdot \frac{2.4}{7} \right) = 1024 \text{ об/мин}$$

$$V_{cn} = \frac{3.14 \cdot 1024 \cdot 0.93}{60 \cdot 45} = 1.1 \text{ м/с}$$

Отклонение расчетной скорости движения кабины от номинальной при спуске неуравновешенного груза

$$\frac{V_{под} - V_H}{V_H} \cdot 100\% = \frac{1.1 - 1}{1} \cdot 100\% = 10\%$$

Отклонение рабочей скорости движения кабины от номинальной скорости не должна превышать $\pm 15\%$

Таблица 2.6 - Маховые моменты поступательно движущихся в шахте масс

Режим						Без потерь в редукторе $(GD^2)' = \frac{F_{\Sigma} \cdot D_{uc}^2}{i^2}$	Формула	Пуск	Тормоз	Механич. торможен GD_3^2 $\eta = 0.63$ $n_{M_T} = 210$	
№р	Характер	Обознач.	Кабины								
			загрузка	Направл. движения	Положение						
1	Подъем неуравновешенного груза	Эксплуатац. режим	Q	Подъем	Внизу	12,17	$GD^2 = (GD^2)' \cdot 1/\eta$	17,14	17,89	18,72	
2					Вверху	12,42					17,49
3			0	Спуск	Внизу	9,98		14,05	14,67		
4		Вверху			10,2	14,36		15	15,69		
5		Испыт. динамич.	1.1Q	Подъем	Внизу	12,38		17,43	18,2		19,04
6					Вверху	12,63		17,78	18,57		19,43
							$\eta=0.615$	$\eta=0.54$	$\eta=0.44$		
7	Спуск неуравновешенного груза	Эксплуатац. режим	Q	Спуск	Внизу	12,09	$GD^2 = (GD^2)' \cdot 1/\eta'$	7,43	6,52	5,31	
8					Вверху	12,34					7,58
9		0	Подъем	Внизу	10	6,15		5,4	4,4		
10				Вверху	12,3	7,56		15,12	5,41		

2.6 Ускорение кабины

При пуске лифта:

$$a_n = K \cdot \frac{M_n^0}{GD_n^2}, \quad (2.8.1)$$

где $M_n^0 = M_{max} - M_2$

$M_{max} = 240 \text{ Н} \cdot \text{м}$ - максимальный момент

M_2 - см. табл. 4

$GD_n^2 = GD_в^2 + GD_2^2$ - маховый момент на валу двигателя

GD_2^2 - см. табл. 5

$GD_в^2 = GD_p^2 + GD_{мф}^2 + GD_{мх}^2 = 4.5 + 1.5 + 0 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м} = 60 \text{ Н} \cdot \text{м}$

где $GD_p^2, GD_{мф}^2, GD_{мх}^2$ - соответственно маховые моменты ротора двигателя, муфты и маховика

$$K = \frac{2 \cdot g \cdot D_{ш}}{i}, \quad (2.8.2)$$

где $i = 45$ – передаточное число редуктора

$$K = \frac{2 \cdot 9.8 \cdot 0.93}{45} = 0.4$$

Полученные данные заносим в таблицу 2.7.

При использовании в лебедках лифтов двухскоростных двигателей период остановки лифта может быть разделен на 3 стадии.

1-ая – переключение двигателя с номинальной (большой) скорости на малую. В этот период времени торможения системы происходит за счет действия тормозного момента двигателя (генераторный момент). Действие генераторного момента превращается при достижении быстроходным валом лебедки числа оборотов равных числу оборотов двигателя на малой скорости. После этого следует кратковременное движение на малой скорости. После отключения малой скорости наступает 2-ая стадия торможения, которая длится до момента наложения механического тормоза. С момента наложения тормоза наступает 3-я окончательная стадия.

Ускорение кабины при переходе с большой скорости на малую:

$$a_{\Gamma} = K \cdot \frac{M_{\Gamma}^{\partial}}{GD_{\Gamma}^2}, \quad (2.8.3)$$

где $M_{\Gamma}^{\partial} = M_{\Gamma} + M_3$ – динамический момент

$M_{\Gamma} = 240 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – момент двигателя

M_3 – таблица 4

$$GD_{\Gamma}^2 = GD_6^2 + GD_2^2 \quad (2.8.4)$$

Ускорение кабины при наложении тормоза

$$a_T = K \cdot \frac{M_T^{\partial}}{GD_T^2}, \quad (2.8.5)$$

где $M_T^{\partial} = M_T + M_3$ – динамический момент торможения

$M_T = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – момент механического тормоза

M_3 – см. табл. 4

$GD_T^2 = GD_6^2 + GD_3^2$ – маховый момент системы на валу двигателя.

Полученные данные сводим в таблицу 2.7

Таблица 2.7 - Динамические нагрузки на КВШ

№	Мш	а	F_{Σ}	ΔF	$M_u^{st} =$ $= F_{\Sigma} \cdot \frac{a}{g} \cdot \frac{D_u}{2}$	$M_u^{\partial} =$ $= M_u + M_u^{\partial_i}$	$F_{\Sigma}^{\partial} =$ $= F_{\Sigma} + \frac{a}{g} \cdot \Delta F$
	Статич. крутящ. момент	Ускорение кабины, м/с ²	Натяжение				
			сумма	Разность			
1	2070	0,91	28500	4100	1230	3300	28880
2	870	1,1	29080	1520	1510	2380	29250
3	780	1,17	23370	1390	1290	2070	23530
4	2010	0,95	23900	4020	1070	3080	24280
5	2310	0,87	29000	4600	1190	3500	29400
6	1110	1,06	29580	2020	1480	2590	29790
7	1480	1,34	28320	3560	1800	3280	28800
8	280	1,42	28900	980	1940	2220	29040
9	310	1,44	23420	980	1600	1910	23560
10	1510	1,24	24000	3560	1410	2920	24450
11	1710	1,31	28820	4060	1790	3500	29360
12	510	1,39	29400	1480	1930	2440	29600

M_u^{∂} – динамический крутящий момент на КВШ

F_{Σ}^{∂} – динамическая нагрузка

2.7 Проверка тяговой способности КВШ

Канатоведущий шкив лебедки должен быть снабжен ручьями, форма которых позволяла бы обеспечить сцепление канатов со шкивом, достаточное, для удержания кабины в эксплуатационных режимах и при статических испытаниях, и исключала бы возможность подъема кабины при неподвижном противовесе или противовеса при неподвижной кабине.

Условие обеспечения сцепления:

$$\psi \leq \gamma, \quad (2.9.1)$$

где ψ - отношение натяжений ветвей тяговых канатов у КВШ

γ - коэффициент тяговой способности, характеризующий отношения натяжений ветвей тяговых канатов у КВШ при проскальзывании каната по КВШ.

Расчетный случай „эксплуатационный режим”.

При пуске лифта (переходе на малую скорость)

$$\psi_{\partial \max} = \psi_{\partial 10} = 1.83 \leq \gamma = 2.28$$

где $\gamma = 2.28$ - коэффициент тяговой способности КВШ в движении при клиновом ручье с углом клина профиля $\beta=40^{\circ}$ (новый неизношенный ручей) при угле обхвата $\alpha=180^{\circ}$.

$$\psi_{\partial 10} = 1.83$$

Коэффициент запаса тяговой способности:

$$n_{\gamma\partial} = \frac{\gamma}{\psi_{\partial 10}} = \frac{2.28}{1.83} = 1.24 \quad (2.9.2)$$

Минимально допустимый коэффициент тяговой способности по условиям гарантированного сцепления при спуске лифта.

$$\gamma_{\min} = [n_{\gamma}] \cdot \psi_{\partial 10}, \quad (2.9.3)$$

где $[n_{\gamma}] = 1.05$ – минимально допустимый коэффициент запаса тяговой способности в движении.

$$\gamma_{\min} = 1.05 \cdot 1.83 = 1.92$$

Тяговая способность шкива при износе ручья до подреза $\gamma = 1.92$, следовательно, сцепление каната со шкивом в режиме спуска обеспечено при износе ручья на всю высоту профиля.

Расчетный случай „испытания статические”.

Условие отсутствия скольжения каната по шкиву при испытании лифта на двойную статическую нагрузку.

$$\psi_n = \psi_{cm13} \leq \gamma_n = 2.50,$$

где ψ_{cm13}

$\gamma_n = 2.50$ - коэффициент тяговой способности КВШ в покое при клиновом ручье с углом клина профиля $\beta = 40^\circ$ (новый неизношенный ручей) при угле обхвата $\alpha = 180^\circ$.

Коэффициент запаса тяговой способности:

$$n_{\gamma n} = \frac{\gamma_n}{\psi_{cm13}} = \frac{2.50}{1.71} = 1.46 \quad (2.9.4)$$

Минимально допустимый коэффициент тяговой способности по условиям гарантированного сцепления при испытании лифта на двойную статическую нагрузку.

$$\gamma_{\min} = [n_{\gamma n}] \cdot \psi_{cm13}, \quad (2.9.5)$$

где $[n_{\gamma n}] = 1.05$ – минимально допустимый коэффициент запаса тяговой способности в покое.

$$\gamma_{\min} = 1.05 \cdot 1.71 = 1.79$$

Коэффициент тяговой способности в покое при износе ручья до подреза $\gamma = 1.79$, следовательно, сцепление каната со шкивом при испытании на двойную статическую нагрузку обеспечено при износе ручья на всю высоту профиля.

Проверка возможности подъема кабины (противовеса) при неподвижном противовесе (кабине).

$$\psi \geq \gamma \quad (2.9.6)$$

Рассмотрим возможность подъема кабины при неподвижном противовесе:

$$\psi_{\text{каб}} = \frac{G_{\text{ц}} + F_K}{T}, \quad (2.9.7)$$

где $F_K = G_K = 9.50H$

$$\psi_{\text{каб}} = \frac{101 + 950}{158} = 6.6$$

$$\psi_{\text{каб}} = 6.6 \geq \gamma_n = 2.5$$

Рассмотрим возможность подъема противовеса при неподвижной кабине:

$$\psi_{\text{пр}} = \frac{F_n}{T}, \quad (2.9.8)$$

где $F_n = G_n = 12.29H$

$$\psi_{\text{каб}} = \frac{1229}{158} = 7.7$$

$$\psi_{\text{каб}} = 7.7 \geq \gamma_n = 2.5$$

Следовательно, возможность подъема кабины при неподвижном противовесе или при неподвижной кабине – исключена.

2.8 Запас тормозного момента

Тормоз предназначен для остановки кабины при отключении электродвигателя и удержания ее в неподвижном состоянии.

Тормоз колодочный, нормально-замкнутый типа ТКТ-300

Диаметр тормозной полумуфты – 300 мм

Тормозной момент 800 – 1000 Н·м

Тип электромагнита МП 201У2

Расчетный случай эксплуатационный режим”

Максимальный статический момент на валу тормозного шкива при эксплуатационном режиме (спуск неуравновешенного груза) равен:

$$M_{310}^{\text{э}} = 14 \text{ Н} \cdot \text{м табл.№3}$$

Запас тормозного момента определяется по формуле:

$$n_T = \frac{M_T}{M_{310}}, \quad (2.10.1)$$

где $M_T = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – момент механического тормоза

$$n_T = \frac{10}{1.4} = 7.1 \geq [n_T] = 2.0$$

Расчетный случай „испытания статические”.

Статический момент на валу тормозного шкива при испытании на двойную статическую нагрузку равен:

$$M_{313} = 37 \text{ Н} \cdot \text{м табл.№3}$$

Запас тормозного момента:

$$n_T = \frac{M_T}{M_{313}} = \frac{10}{3.7} = 2.7 \geq [n_T] = 1.4$$

2.9 Точность остановки кабины

Под точностью остановки понимается разность уровней порога кабины и порога этажной площадки в условиях нормальной эксплуатации.

Точность остановки кабины для рассчитываемого лифта должна выдерживаться в пределах $\pm 50 \text{ мм}$ (1).

Разность уровней порогов кабины и этажной площадки может возникать вследствие несовпадения этих уровней при остановке кабины

(начальная неточность остановки кабины), а также вследствие перемещения кабины на упругой подвеске при изменении загрузки кабины.

$$\Delta = \Delta_H + \Delta_Y, \quad (2.11.1)$$

где Δ – разность уровней порогов кабины и этажной площадки

Δ_H – начальная неточность остановки кабины, $\Delta_H = 33.1 \text{ мм}$

Δ_Y – перемещение кабины на упругом подвесе от груза в кабине

Кабина на верхней остановке:

$$\Delta_{\max}^e = \Delta_{H\max}^e + \Delta_Y^e = 33.1 + 4.6 = 37.7 \text{ мм}$$

Кабина на нижней остановке:

$$\Delta_{\max}^H = \Delta_{H\max}^H + \Delta_Y^H = 33.1 + 11.2 = 44.3 \text{ мм}$$

Перемещение кабины на упругом подвесе:

$$\Delta_y = \frac{Q}{Z}, \quad (2.11.2)$$

где Q – грузоподъемность,
 Z – суммарная жесткость подвеса кабины

$$Z = \frac{Z_T \cdot Z_n \cdot Z'_A}{Z_T \cdot Z_n + Z_T \cdot Z'_A} \quad (2.11.3)$$

$$Z_T = \frac{E_T \cdot F_T \cdot m_T}{l} \text{ – жесткость тяговых канатов}$$

$E_T = 1.25 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – условный модуль упругости тяговых канатов

$F_T = 1.13 \text{ см}^2$ – условная площадь поперечного сечения тягового каната

$m_T = 4$ – количество тяговых канатов

l – длина тяговых канатов от КВШ до кабины

$l_g \approx 1.5 \text{ м}$ – при положении кабины на верхней остановке

$l_H = H + l_g = 75 + 1.5 = 76.5 \text{ м}$ – при положении кабины на нижней остановке

$$Z_{Tg} = \frac{E_T \cdot F_T \cdot m_T}{l_g} = \frac{1.25 \cdot 10^6 \cdot 1.13 \cdot 4}{1.5 \cdot 10^2} = 37670 \text{ кг} / \text{см} = 376,7 \text{ кН} / \text{м}$$

$$Z_{TH} = \frac{E_T \cdot F_T \cdot m_T}{l_H} = \frac{1.25 \cdot 10^6 \cdot 1.13 \cdot 4}{76.5 \cdot 10^2} = 738 \text{ кг} / \text{см} = 7.38 \text{ кН} / \text{м}$$

$$Z_n = \frac{E_n \cdot F_n \cdot m_n \cdot m_k}{h_n \cdot (m_n + m_k)} \quad (2.11.4)$$

$E_n = 720 \text{ Па}$ – модуль упругости упругого элемента подвеса кабины

$F_n = 100 \text{ см}^2$ – площадь поперечного сечения упругого элемента подвеса кабины

$h_n = 8.3 \text{ см}$ – высота упругого элемента подвеса кабины

$m_n = 2$ – количество упругих элементов подвеса кабины в подвеске

$m_k = 4$ – количество упругих элементов подвеса кабины под кабиной

$Z'_A = 356.7 \text{ кН} / \text{м}$ – приведенная жесткость амортизаторов лебедки

$$Z_n = \frac{72 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 4}{8.3 \cdot (2 + 4)} = 1156 \text{ кг} / \text{см} = 11560 \text{ Н} / \text{м}$$

Суммарная жесткость подвеса кабины:

- кабина на нижней остановке

$$Z_H = \frac{Z_{TH} \cdot Z_n \cdot Z'_A}{Z_{TH} \cdot Z_n + Z_{TH} \cdot Z'_A + Z_n \cdot Z'_A} = \frac{738 \cdot 1156 \cdot 35670}{738 \cdot 1156 + 738 \cdot 35670 + 1156 \cdot 35670} =$$

$$= 445 \text{ кг} / \text{см}^2 = 4450 \text{ Па}$$

- кабина на верхней остановке

$$Z_B = \frac{Z_{TB} \cdot Z_n \cdot Z'_A}{Z_{TB} \cdot Z_n + Z_{TB} \cdot Z'_A + Z_n \cdot Z'_A} = \frac{37670 \cdot 1156 \cdot 35670}{37670 \cdot 1156 + 37670 \cdot 35670 + 1156 \cdot 35670} =$$

$$= 1090 \text{ кг} / \text{см}^2 = 10900 \text{ Па}$$

Перемещение кабины на упругом подвесе от груза в кабине:

- кабина на нижней остановке

$$\Delta_y^H = \frac{Q}{Z_H} = \frac{500}{445} = 1.12 \text{ см} = 11.2 \text{ мм}$$

- кабина на верхней остановке

$$\Delta_y^B = \frac{Q}{Z_B} = \frac{500}{1090} = 0.46 \text{ см} = 4.6 \text{ мм}$$

h_T — путь кабины при наложенном механическом тормозе.

Расчетный путь остановки кабины при спуске неуравновешенного груза определяется выражением:

$$h_C = h_{BC} + h_{TC} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cx} \cdot t_B}{60 \cdot i} \cdot \left(1 + k_n \cdot \frac{M_C \cdot \eta_o}{M_H} \right) + \frac{g \cdot D \cdot M_C \cdot t_B^2}{i \cdot \left(\frac{1}{\eta_o} \cdot GD_B^2 + GD_C^2 \right)} +$$

$$+ \left[\frac{\pi \cdot D \cdot n_{cx}}{60 \cdot i} \cdot \left(1 + k_n \cdot \frac{M_C \cdot \eta_o}{M_H} \right) + \frac{2 \cdot g \cdot D \cdot M_C \cdot t_B}{i \cdot \left(\frac{1}{\eta_o} \cdot GD_B^2 + GD_C^2 \right)} \right] \cdot \frac{i \cdot (GD_B^2 + GD_C^2 \cdot \eta_{o3})}{4 \cdot g \cdot D \cdot (M_T - M_C \cdot \eta_{o3})} \quad (2.11.5)$$

Расчетный путь остановки кабины при подъеме неуравновешенного груза:

$$h_n = h_{BC} + h_{Tn} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cx} \cdot t_B}{60 \cdot i} \cdot \left(1 - k_n \cdot \frac{M_n}{\eta \cdot M_H} \right) - \frac{g \cdot D \cdot M_n \cdot t_B^2}{i \cdot (GD_B^2 \cdot \eta + GD_n^2)} + \left[\frac{\pi \cdot D \cdot n_{cx}}{60 \cdot i} \cdot \left(1 - k_n \cdot \frac{M_n}{\eta \cdot M_H} \right) + \frac{2 \cdot g \cdot D \cdot M_n \cdot t_B}{i \cdot (GD_B^2 \cdot \eta + GD_n^2)} \right]^2 \cdot \frac{i \cdot (GD_B^2 \cdot \eta_3 + GD_n^2)}{4 \cdot g \cdot D \cdot (M_T \cdot \eta_3 + M_n)} \quad (2.11.6)$$

где $D=0.93$ м – диаметр КВШ,

$n_{cx} = 250$ об/мин – синхронная скорость двигателя на обмотке малой скорости,

$t_B = 0.15$ с – расчетное время выбега системы (определяется работой электроаппаратуры),

$i = 45$ – передаточное число редуктора,

$k_n = 0.2$ – коэффициент скольжения при работе на обмотке малой скорости,

M_C, M_n – статический момент на валу двигателя без учета потерь в редукторе, соответственно при спуске и подъеме неуравновешенного груза,

$\eta_o = 0.475$ – КПД редуктора при установившемся движении на обмотке малой скорости при ведущем червячном колесе,

$\eta_{os} = 0.390$ – эквивалентное КПД редуктора при торможении механическим тормозом при ведущем червячном колесе,

$M_H = 8.5$ кГ·м – номинальный момент электродвигателя на обмотке малой скорости,

$g = 9.81$ м/с² – ускорение свободного падения,

GD_B^2 – маховый момент вращающихся частей лебедки, Н·м²,

$$GD_B^2 = (GD_p^2 + GD_{mx}^2 + GD_{mf}^2) \cdot \kappa_p = 1.05 \cdot (4.5 + 0 + 1.5) = 6.3 \text{ кГ} \cdot \text{м}^2 = 63 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$$

$GD_p^2 = 4.5$ Н·м² – маховый момент ротора электродвигателя,

$$GD_{mx}^2 = 0$$

$GD_{mf}^2 = 1.5$ Н·м² – маховый момент муфты лебедки,

$\kappa_p = 1.05$ – коэффициент, учитывающий маховый момент вращающихся частей редуктора,

GD_n^2, GD_C^2 – маховый момент поступательно-движущихся в шахте частей лифта приведенный к валу двигателя (без учета потерь в редукторе) соответственно при подъеме и спуске неуравновешенного груза,

$M_T = 10$ Н·м – момент механического тормоза,

$\square M_T = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – расчетное изменение тормозного момента,
 $\eta = 0.63$ – КПД редуктора при установившемся движении на обмотке малой скорости при ведущем червяке,
 $\eta_s = 0.6$ – эквивалентное КПД редуктора при торможении механическим тормозом при ведущем червяке.

$$\begin{aligned}
 h_c &= \frac{3.14 \cdot 0.93 \cdot 250 \cdot 0.15}{60 \cdot 45} \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{3.8 \cdot 0.475}{8.5} \right) + \frac{9.81 \cdot 0.93 \cdot 3.8 \cdot 0.15^2}{45 \cdot \left(\frac{1}{0.475} \cdot 6.3 + 1.425 \right)} + \\
 &+ \left[\frac{3.14 \cdot 0.93 \cdot 250}{60 \cdot 45} \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{3.8 \cdot 0.475}{5.1} \right) + \frac{2 \cdot 9.81 \cdot 0.93 \cdot 3.8 \cdot 0.15}{45 \cdot \left(\frac{1}{0.475} \cdot 6.3 + 1.425 \right)} \right] \cdot \\
 &\cdot \frac{45 \cdot (6.3 + 1.425 \cdot 0.39)}{4 \cdot 9.81 \cdot 0.93 \cdot (10 - 3.8 \cdot 0.39)} = 0.34 \\
 h_n &= \frac{3.14 \cdot 0.93 \cdot 250 \cdot 0.15}{60 \cdot 45} \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \frac{5.1}{0.63 \cdot 8.5} \right) - \frac{9.81 \cdot 0.93 \cdot 5.1 \cdot 0.15^2}{45 \cdot (6.3 \cdot 0.63 + 1.263)} + \\
 &+ \left[\frac{3.14 \cdot 0.93 \cdot 250}{60 \cdot 45} \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \frac{5.1}{0.63 \cdot 8.5} \right) + \frac{2 \cdot 9.8 \cdot 0.93 \cdot 5.1 \cdot 0.15}{45 \cdot (6.3 \cdot 0.63 + 1.263)} \right]^2 \cdot \\
 &\cdot \frac{45 \cdot (6.3 \cdot 0.6 + 1.263)}{4 \cdot 9.81 \cdot 0.93 \cdot (10 \cdot 0.6 + 5.1)} = 0.049
 \end{aligned}$$

Начальная разность уровней порогов кабины и этажной площадки при остановке (начальная неточность остановки).

В качестве расчетной начальной неточности остановки принимается половина разности путей кабины, проходимая при нормальной остановке, при движении в одном направлении порожней кабины и кабины с номинальным грузом, при этом пути остановки кабины исчисляются от одного уровня, который соответствует положению кабины при стабильной скорости.

$$\Delta_H = 0.5 \cdot (h_c - h_n) = 0.5 \cdot (0.34 - 0.049) = 0.1455$$

Δ_H – начальная неточность остановки

Расчетный путь остановки кабины

$$h = h_g + h_T$$

где h_g – путь кабины в период выбега системы (двигатель отключен, механический тормоз не наложен).

$$\Delta^H = 0.1455 + 11.2 = 11.34 \text{ мм}$$

$$\Delta^e = 0.46 + 11.2 = 11.66 \text{ мм}$$

Условие выполняется. Точность остановки кабины не превышает указанных пределов.

2.10 Размеры противовеса

Вес противовеса $G_n = 1229 \text{ кг} = 12.29 \text{ кН}$

Противовес komponуем одновременно железобетонными и чугунными грузами.

Из чугуна массой 60 кг – 20 шт.

Из железобетона массой 29 кг – 1 шт.

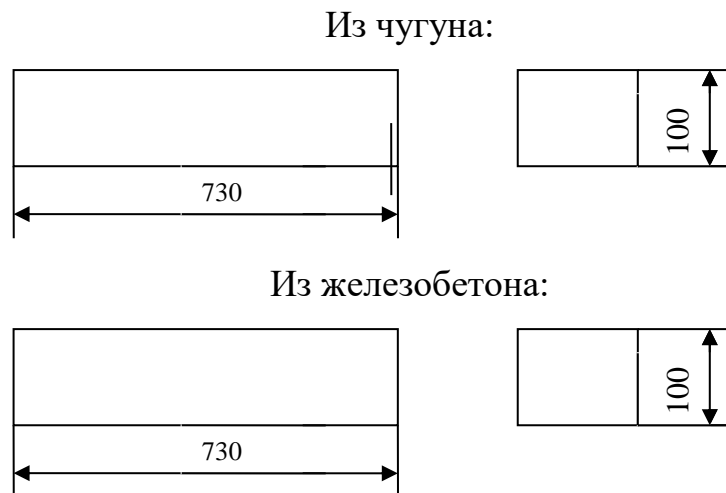


Рисунок 2.1- Размеры противовеса

2.11 Ловители

Ловители должны удерживать кабину на направляющих при ее движении вниз в случае увеличения скорости движения кабины до величины $1.4V$ (V – номинальная скорость лифта).

Ловители должны быть рассчитаны на удержание кабины с нагрузкой, соответствующей свободному заполнению, в случае обрыва тяговых канатов при скорости $1.4V$.

Максимальная величина ускорения (замедления) при посадке кабины на ловители не должна превышать 25 м/сек^2 .

На кабине установлены ловители плавного торможения – клиновой ОСТ 22.127-71.

Для таких ловителей регламентируют тормозные пути:

(S_{min})=40 мм – минимальный путь торможения порожней кабины,
 (S_{max})=450 мм – максимальный путь торможения кабины с грузом.

$l_1 = 10$ мм $l_2 = 250$ мм $P_2 = 13,5$ кН – рабочее усилие пружины (в конце хода клина)

Таблица 2.8 - Основные показатели работы лифта

Ограничитель скорости	Шкив Со	Диаметр	D_0	208	мм
		Профиль Ручья	Клиновой 30°		
	Коэффициент тяговой способности КВШ		γ_H	2,97	-
	Угол обхвата шкива канатом		α	180°	град
	Маховый момент вращающ. Частей		GD_0^2	0,16	кг·м ²
Натяжное устройство	Груз	Вес	G_{cp}	20	кг
	Рычаг груза	Длина	l_{O2B}	350	мм
		Вес	G_{O2B}	1,9	кг
	Блок А	Диаметр	D_6	208	мм
		Вес	G_6	3,6	кг
Плеча веса блока		l_{O2A}	145	мм	
Контакт	Тип		ВК200Б		
	Усилие срабатывания		P_K	60	Н
	Ход до срабатывания		α_{cp}	12	град
	Рабочий ход		α_p	17	град
	Полный ход		α_{II}	22	град
	Установочный угол		φ	54	град
	Максимальный установочный угол		φ_{max}	55	град
	Длина рычага		R	38	мм
	Диаметр ролика		d	30	мм

Тормозное усилие одного ловителя:

$$R_1 = P_2 \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot m \cdot \mu, \quad (2.13.1)$$

где $m=2$ – число поверхностей трения в одном ловителе,

$\mu = 0.14$ – коэффициент трения колодок ловителей о направляющую.

$$R_1 = 1350 \cdot \frac{250}{80} \cdot 2 \cdot 0.14 = 11.8 \text{ кН}$$

Расчетное отклонение тормозного усилия для применяемой конструкции ловителей принимается 12%.

$$R_{1\max} = R_1 \cdot 1.12 = 1180 \cdot 1.12 = 1320 \text{ кг} = 13.2 \text{ кН}$$

$$R_{1\min} = R_1 \cdot 0.88 = 1180 \cdot 0.88 = 1040 \text{ кг} = 10.4 \text{ кН}$$

Общее тормозное усилие ловителей:

$$R_{\max} = 2 \cdot R_{1\max} = 2 \cdot 1320 = 2640 \text{ кг} = 26.4 \text{ кН}$$

$$R_{\min} = 2 \cdot R_{1\min} = 2 \cdot 1040 = 2080 \text{ кг} = 20.8 \text{ кН}$$

Расчетный вес улавливаемых масс кабины (расчетный вариант – лифт с максимальной высотой подъема при максимальном весе подвесного кабеля):

$$G_{\max} = G_K + Q_C + G_{П.К} + G_{К.Ц} = 950 + 580 + 58 + 101 = 1689 \text{ кг} = 16.89 \text{ кН}$$

$$G_H = G_K + Q + G_{П.К} + G_{К.Ц} = 950 + 500 + 58 + 101 = 1609 \text{ кг} = 16.09 \text{ кН}$$

$$G_P = G_{П.К} + 0.5 \cdot Q_C = 950 + 580 = 1240 \text{ кг} = 12.4 \text{ кН}$$

Ускорение при посадке на ловители:

$$a_{\max} = g \cdot \left(\frac{R_{\max}}{G_{\min}} - 1 \right) = 9.81 \cdot \left(\frac{2640}{950} - 1 \right) = 17.45 \text{ м/с}^2 \leq [a] = 25 \text{ м/с}^2$$

$$a_{\min} = g \cdot \left(\frac{R_{\min}}{G_{\max}} - 1 \right) = 9.81 \cdot \left(\frac{2080}{1689} - 1 \right) = 2.27 \text{ м/с}^2$$

$$a_{П} = g \cdot \left(\frac{R_{\min}}{G_H} - 1 \right) = 9.81 \cdot \left(\frac{2080}{1609} - 1 \right) = 2.87 \text{ м/с}^2$$

Тормозной путь кабины определяется по формуле (расчетный случай „аварийный посадка на ловители”):

$$S = \frac{V_p^2}{2 \cdot a}, \quad (2.13.2)$$

где $V_p = 1.4V = 1.4 \cdot 1 = 1.4$ м/с – расчетная скорость в начале посадки на ловители.

Минимальный тормозной путь порожней кабины:

$$S_{\min} = \frac{V_p^2}{2 \cdot a_{\max}} = \frac{1.4^2 \cdot 10^3}{2 \cdot 17.45} = 56 \text{ мм} \geq [S_{\min}] = 40 \text{ мм}$$

Максимальный тормозной путь кабины с грузом Qc:

$$S_{\max} = \frac{V_p^2}{2 \cdot a_{\min}} = \frac{1.4^2 \cdot 10^3}{2 \cdot 2.27} = 431 \text{ мм} \leq [S_{\max}] = 450 \text{ мм}$$

Тормозной путь кабины с номинальным грузом:

$$S_H = \frac{V_p^2}{2 \cdot a_H} = \frac{1.4^2 \cdot 10^3}{2 \cdot 2.87} = 314 \text{ мм} \leq [S_{\max}] = 450 \text{ мм}$$

Коэффициент динамической перегрузки при посадке на ловители:

- порожней кабины:

$$\xi = \frac{R_{\max}}{G_{\min}} = \frac{2640}{950} = 2.78$$

- кабины с грузом Qc:

$$\xi_1 = \frac{R_{\min}}{G_{\max}} = \frac{2080}{1689} = 1.23$$

$$\xi_{1\max} = \frac{R_{\max}}{G_{\max}} = \frac{2640}{1689} = 1.56$$

- кабины с номинальным грузом:

$$\xi_2 = \frac{R_{\min}}{G_H} = \frac{2080}{1609} = 1.29$$

$$\xi_{2\max} = \frac{R_{\max}}{G_H} = \frac{2640}{1609} = 1.64$$

- кабины с грузом 0.5 Qс:

$$\xi_3 = \frac{R_{\max}}{G_p} = \frac{2640}{1240} = 2.13$$

Ловители клиновые (два ловителя), установленные на кабине лифта обеспечивают выполнение требований.

Расчетный механизм должен обеспечивать:

1. Срабатывание ловителей при срабатывании ограничителя скорости
2. Несрабатывание ловителей при пуске лифта

В настоящем механизме шкив ограничителя скорости приводится в движение за счет сил трения от приводного каната, поэтому должно быть обеспечено отсутствие проскальзывания приводного каната по шкиву в режимах, предшествующих срабатыванию ограничителя скорости.

2.12 Проверка срабатывания ловителей при срабатывании ограничителя скорости

Расчетный вариант – минимальная высота подъема.

Условие работоспособности:

$$n_2 = \frac{S_2 \cdot (\gamma - 1)}{P_{KE}} \geq [n_2], \quad (2.14.1)$$

где n_2 – коэффициент запаса усилия при включении ловителей,

S_2 – натяжение холостой ветви каната у шкива ограничителя скорости,

γ – тяговый коэффициент шкива ограничителя скорости,

γ_H – тяговый коэффициент изношенного ручья,

P_{KE} – осевое усилие в приводном канате (в точке E' - положение 2), необходимое для поднятия клиньев в конце хода клиньев,

$[n_2] = 1.5$ – минимально допустимый коэффициент запаса усилия при включении ловителей.

$$\begin{aligned} S_2 &= q_n \cdot H_{\min} + \frac{G_6}{2} + G_{sp} \cdot \frac{l_{o2B}}{2 \cdot l_{o2A}} + G_{o2B} \cdot \frac{l_{o2B}}{4 \cdot l_{o2A}} = \\ &= 0.02205 \cdot 12 + \frac{3.6}{2} + 20 \cdot \frac{0.35}{2 \cdot 0.145} + 1.9 \cdot \frac{0.35}{4 \cdot 0.145} = 30 \text{ кг} = 300 \text{ Н} \end{aligned} \quad (2.14.2)$$

Из условия $\sum M_0 = 0$, имеем:

$$P_{KE} = \left[(m_k \cdot G_{П.К} + m_T \cdot G_{СК} + G_{OC}) \cdot l_{OC} + P_2 \cdot l_{OD} + 0.5 \cdot G_{OE} \cdot l_{OE} \right] \cdot \frac{1}{\eta \cdot l_{OE}} =$$

$$= \left[(2 \cdot 1.6 + 2 \cdot 2.5 + 1) \cdot 0.12 + 54.8 \cdot 0.07 + 0.5 \cdot 0.75 \cdot 0.185 \right] \cdot \frac{1}{0.8 \cdot 0.185} = 34 \text{ кг} \quad (2.14.3)$$

$\eta = 0.8$ – КПД рычажной системы.

Коэффициент запаса усилия включения ловителей при неизношенном канатном ручье шкива ограничителя скорости:

$$n_2 = S_2 \cdot \frac{(\gamma_H - 1)}{P_{KE}} = 30 \cdot \frac{(2.97 - 1)}{34} = 1.73 \quad (2.14.4)$$

Минимально допустимый тяговый коэффициент шкива ограничителя скорости при износе ручья:

$$\gamma_H = 1 + [n_2] \cdot \frac{P_{KE}}{S_2} = 1 + 1.5 \cdot \frac{34}{30} = 2.7 \quad (2.14.5)$$

При этом максимально допустимый радиальный износ канатного ручья:

$$[\sigma]_{\max} = 0.2 \text{ мм}$$

2.13 Направляющие

Направляющие установлены в шахте лифта на всем пути движения кабины и закреплены к строительной части шахты.

Направляющие фиксируют положение кабины и противовеса относительно шахты. На направляющих происходит удержание кабины при посадке ее на ловители и буфера.

Направляющие кабины изготовлены из специального Т-образного в сечении профиля, направляющие противовеса из углового проката.

Нагрузка на пяту направляющих.

Расчетная нагрузка:

$$P_p = (R_{1\max} + G) \cdot k = (1320 + 950) \cdot 1.1 = 2500 \text{ кг} = 25 \text{ кН} \quad (2.15.1)$$

$$R_{1\max} = 1320 \text{ кг} = 13.2 \text{ кН}$$

$$G = \gamma \cdot F_H \cdot H' - \text{вес}$$

$$\gamma = 7.9 \text{ т/м}^3 - \text{удельный вес}$$

$$F_H = 15 \text{ см}^2 - \text{площадь сечения направляющей}$$

$$H' = H + 5 = 75 + 5 = 80 \text{ м}$$

$$k = 1.1 - \text{коэффициент}$$

$$G = \gamma \cdot F_H \cdot H' = 7.9 \cdot 0.0015 \cdot 80 \cdot 10^3 = 950 \text{ кг} = 9500 \text{ Н}$$

2.14 Буфера кабины

Буфера кабины рассчитываются на посадку кабины с грузом, превышающим номинальный на 10%, движущийся с наибольшей скоростью, допускаемой ограничителем скорости. (1.4V)

Максимальная величина ускорения при посадке на буфера порожней кабины должна быть не более 25 м/с².

Допускается превышение этой величины, если длительность действия этого превышения не более 0.04 с.

Буфера кабины должны быть рассчитаны также на удержание кабины с нагрузкой, соответствующей ее свободному заполнению, в случае обрыва тяговых канатов при наибольшей скорости приведения в действие ловителей (1.4V) – требование 1.

Буферное устройство кабины состоит из 2 параллельно работающих буферов БК-1-170. В буфере устанавливается одна пружина С125-034.

Расчетные параметры буфера:

Z=13.13 Н/м – жесткость пружины буфера

F_{2max} = 170 мм – максимальный ход буфера.

Расчетный случай „Аварийный – посадка на буфера”

Расчетный вариант: лифт с максимальной высотой подъема без уравнивающих цепей (H=75 м).

Ускорение посадки кабины на буфер без обрыва тяговых канатов определяется по формуле:

$$a = k \cdot g \cdot \sqrt{\frac{1}{G}} \quad (2.16.1)$$

где G – вес кабины с грузом

$$k = \sqrt{\frac{m \cdot Z \cdot V_p^2}{g} - S} \quad (2.16.2)$$

$$S = \frac{(G_{II} - G_{T.K} \cdot \gamma)^2}{\gamma \cdot (G_{II} + G_{T.K} \cdot \gamma)} = \frac{(1229 - 158 \cdot 2.28)^2}{2.28 \cdot (1229 + 158 \cdot 2.28)} = 208.29 \quad (2.16.3)$$

$m = 2$ – количество буферов в буферном устройстве кабины.

V_p – расчетная скорость кабины при соприкосновении с буферами

$V_{pn} = V = 1 \text{ м/с}^2$ – при посадке кабины с грузом $< 0.5Q$

$V_{pr} = 1.4 \cdot V = 1.4 \text{ м/с}^2$ – при посадке кабины с грузом $> 0.5Q$

$$k_n = \sqrt{\frac{2 \cdot 13.83 \cdot 10^3 \cdot 1^2}{9.81} - 208.2} = 51.1$$

$$k_r = \sqrt{\frac{2 \cdot 13.83 \cdot 10^3 \cdot 1.4^2}{9.81} - 208.29} = 72.9$$

ускорение при посадке порожней кабины:

$$a = k_p \cdot g \cdot \sqrt{\frac{1}{G_k}} = 51.1 \cdot 9.81 \cdot \sqrt{\frac{1}{950}} = 16.2 \text{ м/с}^2 \quad (2.16.4)$$

Ускорение при посадке кабины с грузом $0.5Q$:

$$a_{\max} = k_r \cdot g \cdot \sqrt{\frac{1}{G_k + 0.5 \cdot Q}} = 72.9 \cdot 9.81 \cdot \sqrt{\frac{1}{950 + 0.5 \cdot 500}} = 20.6 \text{ м/с}^2 \quad (2.16.5)$$

при грузе $1.1Q$:

$$a_{\partial} = k_r \cdot g \cdot \sqrt{\frac{1}{G_k + 1.1 \cdot Q}} = 72.9 \cdot 9.81 \cdot \sqrt{\frac{1}{950 + 1.1 \cdot 500}} = 18.4 \text{ м/с}^2 \quad (2.16.6)$$

при грузе Q_{cb} :

$$a_c = k_r \cdot g \cdot \sqrt{\frac{1}{G_k + Q_{cb}}} = 72.9 \cdot 9.81 \cdot \sqrt{\frac{1}{950 + 580}} = 18.2 \text{ м/с}^2 \quad (2.16.7)$$

где $Q_{cb} = 580 \text{ кг}$ – вес пассажиров в кабине при ее свободном заполнении.

Максимальное усилие буферного устройства:

$$P = (G_k + Q_{св}) \cdot \left(1 + \frac{a_c}{g}\right) = (950 + 580) \cdot \left(1 + \frac{18.2}{9.81}\right) = 4368 \text{ кг} = 43.68 \text{ кН} \quad (2.16.8)$$

Максимальное усилие на один буфер:

$$P_1 = \frac{P}{m} = \frac{4368}{2} = 2184 \text{ кг} = 21.84 \text{ кН} \quad (2.16.9)$$

Максимальный ход буфера:

$$F_2 = \frac{P_1}{Z} = \frac{2184}{13.83} = 158 \text{ мм} \leq [F_2] = 174 \text{ мм} \quad (2.16.10)$$

Расчетный случай „Аварийный – посадка на буфера при обрыве тяговых канатов”.

Ускорение посадки кабины на буфер при обрыве тяговых канатов определяется по формуле:

$$a = g \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{G} \cdot \frac{mZV_p^2}{g}} \quad (2.16.11)$$

Ускорение при посадке порожней кабины:

$$a' = g \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{G_k} \cdot \frac{m \cdot Z \cdot V_p^2}{g}} = 9.81 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{950} \cdot \frac{2 \cdot 13.83 \cdot 10^3 \cdot 1.4^2}{9.81}} = 25.6 \text{ м/с}^2 \quad (2.16.12)$$

Ускорение при посадке кабины с грузом $Q_{св}$:

$$a'_c = g \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{G_k + Q_{св}} \cdot \frac{m \cdot Z \cdot V_p^2}{g}} = 9.81 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{950 + 580} \cdot \frac{2 \cdot 13.83 \cdot 10^3 \cdot 1.4^2}{9.81}} = 21 \text{ м/с}^2 \quad (2.16.13)$$

Максимальное усилие буферного устройства:

$$P' = (G_k + Q_{св}) \cdot \left(1 + \frac{a'_c}{g}\right) = (950 + 580) \cdot \left(1 + \frac{21}{9.81}\right) = 4790 \text{ кг} = 47.9 \text{ кН} \quad (2.16.14)$$

Максимальное усилие на один буфер:

$$P_1' = \frac{P'}{m} = \frac{4790}{2} = 2395 \text{ кг} = 23.95 \text{ кН} \quad (2.16.15)$$

Максимальный ход буфера:

$$F_2' = \frac{P_1'}{Z} = \frac{2395}{13.83} = 173 \text{ мм} \leq [F_2] = 174 \text{ мм} \quad (2.16.16)$$

Удержание кабины обеспечено.

Поскольку $a' \geq 25 \text{ м/с}^2$ производится определение длительности действия ускорения, превышающего, $a=25 \text{ м/с}^2$.

Время превышения ускорения более 25 м/с^2 определяется по формуле:

$$t_{\text{прев}} = \frac{\pi - 2 \cdot \alpha}{\omega}, \quad (2.16.17)$$

где $\alpha = \arcsin \frac{25}{a}$ – первый фазовый угол превышения

ω – собственная циклическая частота кабины (с грузом) на буферах 1/с:

$$\omega = \sqrt{\frac{m \cdot Z \cdot g}{G_k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 13.83 \cdot 10^3 \cdot 9.81}{950}} = 16.9 \text{ 1/с} \quad (2.16.18)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{25}{25.6} = 1.3561 \text{ рад} \quad \alpha = 77^\circ 42' \quad (2.16.19)$$

$$t_{\text{прев}} = \frac{3.14 - 2 \cdot 1.3561}{16.9} = 0.025 \text{ с}, \quad (2.16.20)$$

что допустимо.

Буфера БК-1-170, установленные в количестве 2 штук под кабиной рассчитываемого лифта, удовлетворяют требованию 1.

2.15 Буфера противовеса

Буфер противовеса рассчитывается на посадку противовеса, движущегося с максимально допустимой рабочей скоростью (1.15V).

Максимальная величина ускорения, при посадке противовеса на буфера, должна быть не более 25 м/с^2 . Допускается превышение этой величины, если длительность действия этого превышения не более 0.04 с – требование 1.

Буферное устройство противовеса состоит из одного буфера БП 2-90. В буфере устанавливается 2 параллельно работающие пружины С125-033.

Расчетные параметры буфера:

$Z_6 = 2 \cdot Z$, где $Z = 25.22$ Н/м – жесткость одной пружины

$Z_6 = 2 \cdot 25.22 = 50.44$ Н/м – жесткость буфера

$F_{2\max} = 94$ мм – максимальный ход буфера.

Расчетный случай „Аварийный – посадка на буфера”

Расчетный вариант: лифт с максимальной высотой подъема без уравновешивающих цепей. Посадка противовеса на буфер при порожней кабине.

Ускорение посадки противовеса на буфер определяется по формуле:

$$a = g \cdot \sqrt{\frac{1}{G_{II}} \cdot \left(\frac{Z_v \cdot V_p^2}{g} - \frac{(G_K - \gamma \cdot G_{T.K})^2}{\gamma \cdot (G_K + \gamma \cdot G_{T.K})} \right)} = \quad (2.17.1)$$

$$= 9.81 \cdot \sqrt{\frac{1}{12.29} \cdot \left(\frac{50.44 \cdot 10^3 \cdot 1.15^2}{9.81} - \frac{(950 - 2.28 \cdot 158)^2}{2.28 \cdot (950 + 2.28 \cdot 158)} \right)} = 22.8 \text{ м/с}^2 \leq 25 \text{ м/с}^2$$

Максимальное усилие буферного устройства:

$$P = G_{II} \cdot \left(1 + \frac{a}{g} \right) = 1229 \cdot \left(1 + \frac{22.8}{9.81} \right) = 4085 \text{ кг} = 40.85 \text{ кН} \quad (2.17.2)$$

Максимальное усилие на одну пружину:

$$P_{\text{пр}} = \frac{P}{m} = \frac{4085}{2} = 2042.5 \text{ кг} = 20.425 \text{ кН} \quad (2.17.3)$$

Расчетный ход буфера:

$$F_2 = \frac{P}{Z_6} = \frac{4085}{50.44} = 80.9 \text{ мм} \leq [F_2] = 94 \text{ мм} \quad (2.17.4)$$

Буфер БП 2-90, установленный под противовесом рассчитываемого лифта удовлетворяет требованиям.

3 Электрическая часть

3.1 Принцип действия электрических схем лифта

Лифт рабочего механизма дистанционного управления и управления электрической системой машин, оборудования и других элементов сложных

взаимодействий, которые представляют собой электрический лифт, также имеет системы сигнализации и освещения для работы поставщика.

Машинное отделение, шахта, шахта и лифт, расположенные в электрооборудовании, будут отличным выбором.

Электрическая схема управления лифтом должна удовлетворять следующим требованиям:

- Часть лифта мотора привода электропитания хорошо исключена после цепи, которая автоматически контролирует переключатель выключения, лифт от начинать взять силу;

- При движении такси на расстоянии, меньшем, чем обычный маршрут, при торможении возникают остановки подъемников, исключающие возможность посадки(загрузки)площадок в командную систему коллективного управления для их остановки.

Электрическая схема включает в себя схему управления питанием, схемы освещения и сигнализации, переносную лампу схемы питания в переносных низковольтных инструментах

Таблица 3.1 – Уровни напряжения

Электрические цепи	Напряжение
1. силовые машинного помещения, кабины, шахты, этажных площадок:	600
- переменный ток	380
- постоянный ток	220
2. Цепи управления, освещения и сигнализации во всех помещениях	220
3. Цепи питания переносных ламп и аварийного освещения кабины	32

Три режима работы предусмотрены, кстати, грузового лифта: нормальная работа л. с., ревизия Р, М-машинное отделение в режиме управления.

В режиме передачи с использованием различных форм переключатель режима ВР2 + управления и сигнализации ВР1 и плагин + 2 + 3.

Элементы схемы номенклатуры и распределения: направление потока времени реле VR1 с перемещением силового заземления последовательности отключается при переключении кнопок; работа реле Ф5 подключается в направлении управления. Если по какой-либо причине контактор КВ не содержит контактора KV или KN после переключения, то и сигнал тревоги респираторной клетки fusion virus-реле.

Режим нормальной работы НР.

Обязательно переключитесь в режим NR, который включен в run2 в правильном положении, чтобы передать его. Выключатель бп2-2 прибора контактор, выключенный БП2-1, бп2-3 отключен.

Участвуйте в лифтовом бизнесе. Артиллерия, В1 и ВР1. ВР2 электрический выключатель и розетка находятся в FR.

Находится в хижине. Дверь в шахтный отсек закрыта. В том числе реле УЗО,РВ5. В комнатах и тому подобное.

На нужный этаж в такси, отправив его, вы нажимаете кнопку, например 3%. В этом случае программа работает в следующем порядке:

1. При нажатии кнопки ЗКнП включается реле ЗРЭ. Цепь 101 → все ДШ → блокировка → 201 → ШР2 → Р.РВ1 → р.КМ → з.РВ5 → р.РВ1 → р.РВ2 → ЗКнП → ЗРЭ → 102.
2. ЗРЭ включает контактор КБ. Цепь: ...ЗКнП → з.ЗРЭ → з.ЗРЭ → КБ → 102
3. КБ главными контактами включает обмотку большой скорости электродвигателя (2р=6), а блок-контактом включает электромагниты отводок Эм01 и Эм02.
4. Отводки, втягиваясь, освобождают ригели замков. Двери забираются, и включается выключатели контроля запираения 1ДЗ-1 и 1ДЗ-2.
5. Выключатели 1ДЗ-1 и 1ДЗ-2 включают реле РКЗ.
6. РКЗ включает контактор КВ. Цепь: ...201 → р.РВ1 → р.КМ → р.РВ5 → з.РКЗ → 31 → з.ЗРЭ → р.ЗЭП2 → р.КН → КВ → 102.
7. КВ главными контактами включает двигатель главного привода М1 и электромагнит тормоза ЭМТ. Система растормаживается, и кабина начинает движение вверх на основной скорости. Включается реле РВ1(201 → з.КВ → з.ЗРЭ → РВ1 → 102)
8. При движении цепи питания катушек ЗРЭ, КБ и КВ меняются, так как кнопка приказа будет отпущена и реле РВ1 отключит кнопки приказов через переключение Р.РВ1. Цепь: питания КВ...201 → ШР2 → ОЗ → з.РКЗ → з.КБ → 27 → р.КН → КВ → 102. Питание КБ до привода 27 отключено, а далее питание КБ...з.КБ → 27 → р.ЗЭП--2 → з.ЗРЭ → з.РКЗ → 21 → з.ЗРЭ → КБ → 102. Питание ЗЭР аналогично до привода 21, а далее питание ЗРЭ...з.КВ...з.РКЗ → 21 → з.ЗРЭ → ЗРЭ → 102.
9. При подходе кабины к заданному этажу отводка на кабине ставит ЗЭП в среднее положение. Контакт ЗЭП-2 размыкается.
10. Выключатель №ЭП-2 отключает ЗРЭ и контактор КБ.
11. КБ главными контактами отключает обмотку большой скорости электродвигателя, а блок-контактом включает контактор КМ. Контакт КВ остаётся включённым при приведённой цепи...03 → з.КМ → 37 → з.РТО → з.КВ → з.КН → КВ → 102.
12. Контакт КМ главными контактами включает обмотку малой скорости электродвигателя (2р=24) и лифт переходит на малую скорость
13. С приходом кабины на заданный этаж датчик ДиТО шунтируется, черновой контакт датчика размыкается и связанное с ним реле РТО отпадает.
14. РТО отключает контактор КВ, главные контакты которого разрывают цепь питания обмотки электродвигателя М1 и электродвигателя тормоза ЭМТ. Кабина останавливается. Схема приходит в исходное положение.

Порядок срабатывания элементов схемы за весь цикл: КнП → РЭ → КБ → ЭМО → ДЗ → РКЗ → КВ → М1 → ЭП-2 → КБ → КМ → ДиТО → РТО → КВ → М1
Сигнализация.

Телефон оборудован сигнализацией в салоне на этаже. Причина установления легендарного вызова нажатием на кнопку активирует соответствующее сигнальное реле, как респираторно-синцитиальный вирус, так и 3 account счетный сигнал. Стоп после отжимать кнопку звонка в реле сигнала ПКБ получает силу через свой собственный контакт. Этот гостевой дом для LS сигнал поступает на телефон. Выполняйте эти команды до тех пор, пока на кнопке "Домой" не загорится индикатор.

Программа предусматривает: РЛ, сигнальную лампу, указывающую местоположение кабины, floor-LS, аварийную лампу LA, биплан схемы Sh1, сундуки на маршруте а, ф2, ф3 и вызов персонала схемы.

3.2 Расчет привода. Выбор электродвигателя

Мощность электродвигателя:

$$N_{\text{дв}} = \frac{F_o \cdot V_{\text{каб}}}{1020 \cdot \eta'_{\text{ред}}}, \quad (3.1.1)$$

где F_o – наибольшее окружное усилие на канатоведущем шкиве в рабочем режиме;

$V_{\text{каб}}$ – номинальная скорость кабины, м/с;

$\eta'_{\text{ред}}$ – ориентировочное значение КПД редуктора = 0,7.

$$N_{\text{дв}} = \frac{497 \cdot 1}{1020 \cdot 0.7} = 6.9 \text{ кВт}$$

Выбираем электродвигатель 4АН200L- 6/24-НЛБУЗ

$$N_{\text{дв}} = 7 / 1.75 \text{ кВт} \quad n=1000/250 \text{ об/мин.}$$

3.2 Выбор редуктора

Выбор редуктора ведется по величине эквивалентного крутящегося момента $M_{\text{экв}}$, передаточному отношению и консольной нагрузке Р.

Эквивалентный крутящий момент $M_{\text{экв}}$ определяется по формуле:

$$M_{\text{ЭКВ}} = 1.1 \cdot \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot T_i}{T}}, \quad (3.2.1)$$

где M_i – статический момент, действующий в течение T машинного времени, н/м;

T – полное машинное время эксплуатации, ч.

Для лифтов с противовесом $M_{\text{ЭКВ}} = /0.7 - 0.9/ M_{\text{СТ}}$.

где $M_{\text{СТ}}$ – максимальный статический момент от неуравновешенного груза:

$$M_{\text{СТ}} = M_{\text{Ш}} = P_o^{\text{max}} \cdot R_{\text{Ш}} \quad (\text{значения } M_{\text{Ш}} \text{ таблица 2})$$

$$M_{\text{СТ}} = M_{\text{Ш}} = P_o^{\text{max}} \cdot R_{\text{Ш}} = 2310 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Передаточное число редуктора:

$$U_p = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{шк}}}, \quad (3.2.2)$$

где $n_{\text{шк}}$ – число оборотов канатоведущего шкива, об/мин;

$n_{\text{дв}}$ – номинальное число оборотов двигателя, об/мин.

Скорость вращения канатоведущего шкива:

$$n_{\text{шк}} = \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{Н.О}}} = \frac{60 \cdot 1}{3.14 \cdot 0.9} = 21.23 \text{ об/мин}, \quad (3.2.3)$$

где V – заданная скорость кабины лифта, м/с;

$D_{\text{Н.О}}$ – диаметр начальной окружности КВШ, м.

$$U_p = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{шк}}} = \frac{1000}{21.23} = 47 \quad (3.2.4)$$

Максимальная консольная нагрузка на выходном валу редуктора:

$$P = G_K + Q + G_{\text{Т.К}} + G_{\text{П}} + G_{\text{Ц}} + G_{\text{ПК}} + G_{\text{ШК}}, \quad (3.2.5)$$

где $G_{\text{Ц}}$ – вес компенсирующей сети или компенсирующих канатов, кг;

$G_{\text{ШК}}$ – вес КВШ, равный $100 \div 200$ кг;

G_2 – вес натяжного груза компенсирующих канатов, кг;

$G_{\text{П.К}}$ – вес подвесного кабеля, кг;

$$g = 9.81 \text{ м/с}^2 \text{ – ускорение силы тяжести.}$$

$$P = G_K + Q + G_{Т.К} + G_{II} + G_{К.Ц} + G_{ПК} + G_{ШК} = \\ = 950 + 500 + 158 + 1229 + 101 + 58 + 201 = 3197 \text{ кг} = 31.97 \text{ кН}$$

Из справочника выбираем редуктор РГЛ-180-45, Pmax=50 кН.

3.3 Расчет и построение естественной механической характеристики, и механические характеристики при законе частотного регулирования асинхронного двигателя

Для асинхронного электродвигателя заданной мощности, питающегося от преобразователя частоты, рассчитать и построить естественную механическую характеристику и механические характеристики при законе частотного регулирования $U/f = \text{const}$, для заданных частот ($f_1=40 \text{ Гц}$, $f_2=30 \text{ Гц}$, $f_3=15 \text{ Гц}$). Механические характеристики $\omega = f(M)$ построить на одном графике.

Таблица 3.2– Параметры асинхронного двигателя – 4А132М2У3

Наименование	Значение
Мощность P_H , кВт	11
Номинальный I_H , А	16.67
Напряжение U , В	380
Синхронная скорость вращения n_H , об/мин	3000
Номинальное скольжение, $s_{ном}$	5 %
$X\mu$	4.2
Активное сопротивление статора R_1 , о.е	0,04
Реактивное сопротивление статора $X_{1,оe}$	0,061
Активное сопротивление ротора R_2' , о.е	0,025
Реактивное сопротивление $X_{2'}$, о.е	0,12
$\text{Cos}\varphi$	0,9

1. Расчет естественной механической характеристики АД ($f=50\text{Гц}$).

Расчет проводим в абсолютных единицах, для этого приведем параметры двигателя к абсолютным единицам.

Определим базовое сопротивление:

$$R_6 = \frac{U_{л}}{I_H} = \frac{380}{16.67} = 22.8 \text{ Ом}$$

Умножим на базовое сопротивление сопротивления двигателя в относительных единицах:

$$R_1 = 22.8 \cdot 0,04 = 0,91 \text{ Ом};$$

$$X_1 = 22.8 \cdot 0,061 = 0,57 \text{ Ом},$$

$$R'_2 = 22.8 \cdot 0,025 = 1.39 \text{ Ом},$$

$$X'_2 = 22.8 \cdot 0,12 = 2.74 \text{ Ом}.$$

Вращающий момент асинхронного электродвигателя, согласно схемы замещения, определяется следующим выражением:

$$M = \frac{3U^2_{\phi} R'_2}{\omega_0 [(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + (X_1 + X'_2)^2] s} \quad (3.7)$$

$$M = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,57}{314 \cdot [(0,91 + \frac{0,57}{0,05})^2 + (1,39 + 2,74)^2] \cdot 0,05} = 31,27 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

где ω_0 - угловая синхронная скорость;

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ рад/с}.$$

Для расчета механической характеристики $M=f(s)$ применим формулу Клосса:

$$M_{\text{Д}} = \frac{2M_{\text{К}}(1 + as_{\text{К}})}{\frac{s}{s_{\text{К}}} + \frac{s_{\text{К}}}{s} + 2as_{\text{К}}}, \quad (3.8)$$

где: $M_{\text{К}}$ - максимальный (критический) момент двигателя

$$M_{\text{К}} = \frac{3U^2_{\phi}}{2\omega_0 [R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (x_1 + x_2)^2}]}, \quad (3.9)$$

$$M_{\text{К}} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 [0,91 + \sqrt{0,91^2 + (1,39 + 2,74)^2}]} = 54,66 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$s_{\text{К}}$ - критическое скольжение

$$s_{\text{К}} = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2}},$$

$$s_K = \frac{0,57}{\sqrt{0,91^2 + (1,39 + 2,74)^2}} = 0,13,$$

$$a = \frac{R_1}{R_2'} = \frac{0,91}{0,57} = 1,6$$

Подставив рассчитанные параметры M_K , S_K и a в формулу получим выражение механической характеристики $M = f(s)$ нашего электродвигателя:

$$M_D = \frac{2 \cdot 54,66 \cdot (1 + 1,6 \cdot 0,13)}{\frac{s}{0,13} + \frac{0,13}{s} + 2 \cdot 1,6 \cdot 0,13} = \frac{132,06}{\frac{s}{0,13} + \frac{0,13}{s} + 0,416}.$$

Задаваясь величиной скольжения S от 0 до 1 определим соответствующий моменты электродвигателя. Расчеты сведены в таблицу 3.3

Для построения механической характеристики $\omega = f(M)$ рассчитаем значения угловой скорости для заданных величин скольжения:

$$\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s$$

2. Расчет механической характеристики АД для заданной частоты при законе частотного регулирования - $U/f = \text{const}$

2.1 Механическая характеристика для частоты $f_1 = 40$ Гц

Для расчета механической характеристики электродвигателя при работе с другой частотой, пересчитаем индуктивные сопротивления схемы замещения для этой частоты:

$$X_1 = \frac{f_1}{f_c} X_c, \quad (3.10)$$

где: X_1 – индуктивное сопротивление схемы замещения при заданной частоте $f_1 = 40$ Гц;

f_c – номинальная частота питания электродвигателя (50 Гц);

X_c – индуктивное сопротивление при номинальной частоте.

$$X_1 = \frac{40}{50} \cdot 1,39 = 1,112 \text{ Ом},$$

$$X_2' = \frac{40}{50} \cdot 2,74 = 2,192 \text{ Ом}$$

Далее расчет производится аналогично, как и для $f = 50$ Гц.

Так как задан закон частотного регулирования ($U/f = \text{const}$), то мы получаем $220/50 = 4,4$, откуда следует что:

при частоте $f_1 = 40$ Гц $U_{ф1} = 4,4 \cdot 40 = 176$ В;

при частоте $f_2 = 30$ Гц $U_{ф2} = 4,4 \cdot 30 = 132$ В;

при частоте $f_3=15$ Гц $U_{\phi 3}=4,4 \cdot 15=66$ В.

Для расчета механической характеристики $M=f(s)$ применим формулу Клосса:

$$M_D = \frac{2M_K(1+as_K)}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s} + 2as_K}, \quad (3.11)$$

где M_K - максимальный (критический) момент двигателя.

$$M_K = \frac{3U_{\phi}^2}{2\omega_0 \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + (x_1 + x_2')^2} \right]}, \quad (3.12)$$

$$M_K = \frac{3 \cdot 176^2}{2 \cdot 251,3 \cdot \left[0,91 + \sqrt{0,91^2 + (1,112 + 2,192)^2} \right]} = 42,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

s_K - критическое скольжение

$$s_K = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2}};$$

$$s_K = \frac{0,57}{\sqrt{0,91^2 + (1,112 + 2,192)^2}} = 0,166.$$

Подставив рассчитанные параметры M_K , s_K и a в формулу получим выражение механической характеристики $M=f(s)$ нашего электродвигателя:

$$M_D = \frac{2 \cdot 42,6 \cdot (1 + 1,6 \cdot 0,166)}{\frac{s}{0,166} + \frac{0,166}{s} + 2 \cdot 1,6 \cdot 0,166}.$$

Расчеты приведены в таблице 3.4. Для построения механической характеристики $\omega=f(M)$ рассчитаем значения угловой скорости для заданных величин скольжения:

$$\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s$$

а. Механическая характеристика для частоты $f_2=35$ Гц.

$$X_1 = \frac{30}{50} \cdot 1,39 = 0,834 \text{ Ом},$$

$$X'_2 = \frac{30}{50} \cdot 2,74 = 1,644 \text{ Ом}$$

Для расчета механической характеристики $M = f(s)$ применим формулу Клосса:

$$M_k = \frac{3 \cdot 132^2}{2 \cdot 188,496 \left[0,91 + \sqrt{0,91^2 + (0,834 + 1,634)^2} \right]} = 39,03 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

s_K - критическое скольжение,

$$s_K = \frac{0,57}{\sqrt{0,91^2 + (0,834 + 1,634)^2}} = 0,216.$$

Подставив рассчитанные параметры M_K , S_K и α в формулу получим выражение механической характеристики $M = f(s)$ нашего электродвигателя:

$$M_d = \frac{2 \cdot 39,03 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,216)}{\frac{s}{0,216} + \frac{0,216}{s} + 2 \cdot 1,33 \cdot 0,216}.$$

Задаваясь величиной скольжения S от 0 до 1 определим соответствующий моменты электродвигателя. Расчеты приведены в таблице 3.4. Для построения механической характеристики $\omega = f(M)$ рассчитаем значения угловой скорости для заданных величин скольжения:

$$\omega = \omega_0 - \omega_0 \cdot s.$$

в. Механическая характеристика для частоты $f_3 = 15$ Гц.

$$X_1 = \frac{15}{50} \cdot 1,39 = 0,417 \text{ Ом},$$

$$X'_2 = \frac{15}{50} \cdot 2,74 = 0,822 \text{ Ом}$$

Для расчета механической характеристики $M = f(s)$ применим формулу Клосса:

$$M_k = \frac{3 \cdot 66^2}{2 \cdot 94,25 \left[0,91 + \sqrt{0,91^2 + (0,417 + 0,822)^2} \right]} = 28,29 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

s_K - критическое скольжение.

$$s_K = \frac{0,57}{\sqrt{0,91^2 + (0,417 + 0,822)^2}} = 0,37$$

$$M_d = \frac{2 \cdot 28,29 \cdot (1 + 1,33 \cdot 0,37)}{\frac{s}{0,37} + \frac{0,37}{s} + 2 \cdot 1,33 \cdot 0,37}$$

Задаваясь величиной скольжения S от 0 до 1 определим соответствующий моменты электродвигателя.

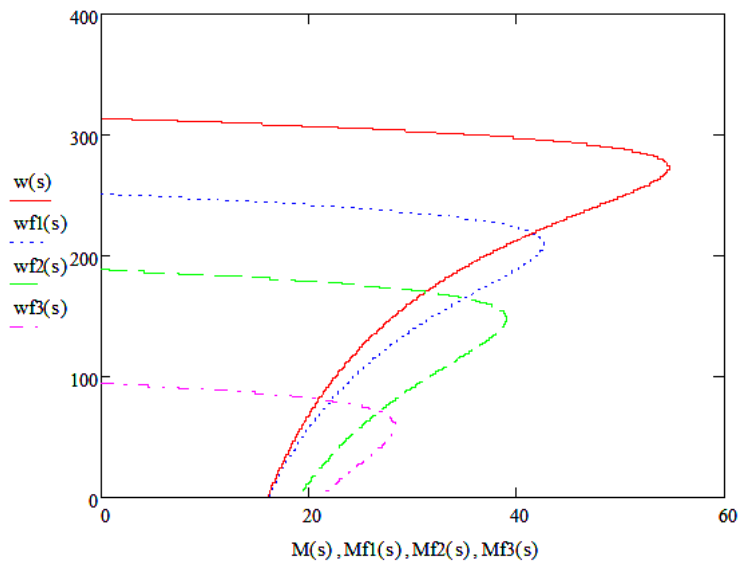


Рисунок 3.2 - Механические характеристики АД при частотном регулировании

По построенным механическим характеристикам асинхронного короткозамкнутого для разных частот двигателя видно, что при снижении частоты, механические характеристики смещаются вниз, однако при этом уменьшается значение критического момента, что ведет к снижению перегрузочной способности двигателя.

3.4 Механические характеристики ПЧ-АД при сохранении постоянства перегрузочной способности

Анализ свойств асинхронного двигателя при частотном управлении удобно производить, используя Т-образную схему замещения. Целесообразно также использовать три основных относительных параметра частотного управления.

а) относительную частоту статора:

$\alpha = f_1/f_{1H}$ - отношение частоты статора к её номинальному значению;

б) параметр абсолютного скольжения или относительную частоту тока статора:

$$\beta = \frac{\Delta\omega}{\omega_{1H}} = \frac{\omega_1 - \omega}{\omega_{1H}} = \frac{f_s}{f_{1H}}, \quad (3.1)$$

где β - отношение абсолютного скольжения $\Delta\omega$ к синхронной скорости при номинальной частоте. Параметр β используется вместо величины s и связан с ним соотношением:

$$s = \frac{\Delta\omega}{\omega_1} = \frac{f_2 f_{1H}}{f_1 f_{1H}} = \frac{\beta}{\alpha}. \quad (3.2)$$

в) относительное напряжение:

$$\gamma = \frac{U}{U_H}. \quad (3.3)$$

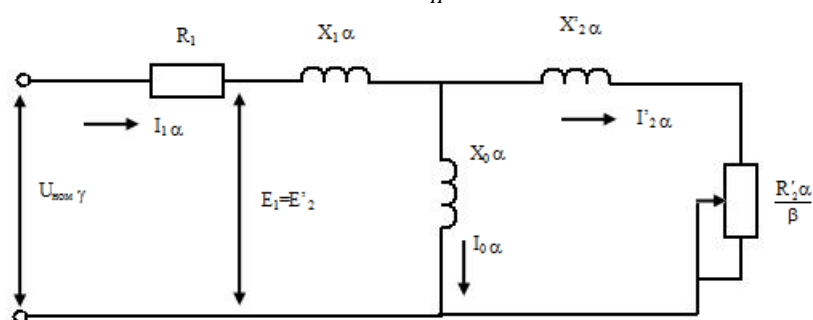


Рисунок 3.3 - Схема замещения асинхронного двигателя при частотном управлении

Степень влияния падения напряжения в активном сопротивлении статора на характеристики двигателя зависит не только от его параметров, но и от вида закона частотного управления. Это наиболее сильно проявляется в том случае, когда напряжение регулируется лишь в функции α и не зависит от β , т.е. когда заданной частоте соответствует определенное значение напряжения не регулируемое при изменении нагрузки. Такими законами являются $U/f = \text{const}$; $U/\sqrt{f} = \text{const}$; $U/f^2 = \text{const}$.

При управлении по закону $U/f = \text{const}$, или $\gamma = \alpha$, оказывается, что по мере снижения частоты максимальный момент двигателя резко уменьшается и, как следствие этого уменьшается жесткость механических характеристик. Это приводит к тому, что при пониженных частотах увеличиваются потери двигателя, снижается надежность его работы из-за уменьшения перегрузочной способности, а при частотах близких к нулю, работа двигателя оказывается вообще невозможной.

Следовательно, при постоянстве β остается одна причина уменьшения момента по мере снижения частоты - это уменьшение потока двигателя. Причина же уменьшения потока кроется в характере изменения соотношения между постоянным активным сопротивлением статора и остальными

эквивалентными сопротивлениями двигателя при регулировании частоты. Если отношение э.д.с. к напряжению при любом законе регулирования однозначно определяется частотой и абсолютным скольжением, то на величину потока и на характер его зависимости от частоты существенно влияет вид закона регулирования напряжения. В рассматриваемом случае закона регулирования $\gamma = \alpha$ поток зависит от частоты следующим образом:

$$\dot{\Phi}_\alpha = \frac{\dot{U}_H}{c_1 f_{1H}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_1}{\alpha Z(\beta)} + j \frac{X_1}{Z(\beta)}}, \quad (3.4)$$

т.е. при неизменном абсолютном скольжении поток и, следовательно, момент двигателя убывает по мере снижения частоты.

Поскольку искомый закон управления γ не зависит от β , то критическое скольжение определяется той же формулой, что и в случае $\gamma = \beta$. Выражение максимального момента двигателя при произвольной частоте, когда γ не зависит от β :

$$M_{K\alpha} = \frac{3U_H^2}{2\omega_{1H}} \gamma^2 \frac{1}{R_{1\alpha} + \sqrt{(b^2 + c^2 \alpha^2)(d^2 + e^2 \alpha^2)}}. \quad (3.5)$$

Приравняв к единице, отношение максимальных моментов при номинальной и при любой другой частоте, т.е. $M_{K\alpha} = M_{KH} = 1$, получим закон регулирования напряжения:

$$\gamma = \frac{R_1 \alpha + \sqrt{(b^2 + c^2 \alpha^2)(d^2 + e^2 \alpha^2)}}{R_1 + \sqrt{(b^2 + c^2)(d^2 + e^2)}}. \quad (3.6)$$

Расчеты для 40 Гц:

$$a = \frac{f_1}{f_{1НОМ}} = 0,8;$$

$$b = R_1 \cdot (1 + \tau_2) = 0.91 \cdot (1 + 0.023) = 0.933;$$

$$c = X_\mu \cdot \tau = 95.74 \cdot 0.035 = 3.329;$$

$$d = \frac{R_1}{X_\mu} = \frac{0.91}{95.74} = 0.00952;$$

$$e = 1 + \tau_1 = 1 + 0.012 = 1.012;$$

$$\tau_1 = \frac{X_{140}}{X_\mu} = \frac{1.112}{95.74} = 0.012;$$

$$\tau_2 = \frac{X'_{240}}{X_\mu} = \frac{2.192}{95.74} = 0.023;$$

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_1 \cdot \tau_2 = 0.012 + 0.023 + 0.012 \cdot 0.023 = 0.035;$$

$$\gamma = \frac{R_1 \alpha + \sqrt{(b^2 + c^2 \alpha^2)(d^2 + e^2 \alpha^2)}}{R_1 + \sqrt{(b^2 + c^2)(d^2 + e^2)}};$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{0,91 \cdot 0,8 + \sqrt{(0,933^2 + 3,329^2 \cdot 0,8^2)(0,00952^2 + 1,012^2 \cdot 0,8^2)}}{0,91 + \sqrt{(0,933^2 + 3,329^2)(0,00952^2 + 1,012^2)}}} = 0,94;$$

$$M_{K\alpha} = \frac{3 \cdot 176^2}{2 \cdot 251,327} \cdot 0,94^2 \cdot \frac{1}{0,91 \cdot 0,8 + \sqrt{(0,933^2 + 3,329^2 \cdot 0,8^2)(0,00952^2 + 1,012^2 \cdot 0,8^2)}} = 54,6.$$

Расчеты для 30 Гц:

$$a = \frac{f_1}{f_{1НОМ}} = 0,6;$$

$$b = R_1 \cdot (1 + \tau_2) = 0,91 \cdot (1 + 0,017) = 0,927;$$

$$c = X_\mu \cdot \tau = 95,74 \cdot 0,026 = 2,492;$$

$$d = \frac{R_1}{X_\mu} = \frac{0,91}{95,74} = 0,00952;$$

$$e = 1 + \tau_1 = 1 + 0,0087 = 1,0087;$$

$$\tau_1 = \frac{X_{130}}{X_\mu} = \frac{0,834}{95,74} = 0,0087;$$

$$\tau_2 = \frac{X'_{230}}{X_\mu} = \frac{1,644}{95,74} = 0,017;$$

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_1 \cdot \tau_2 = 0,0087 + 0,017 + 0,0087 \cdot 0,017 = 0,026;$$

$$\gamma = \frac{R_1 \alpha + \sqrt{(b^2 + c^2 \alpha^2)(d^2 + e^2 \alpha^2)}}{R_1 + \sqrt{(b^2 + c^2)(d^2 + e^2)}};$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{0,91 \cdot 0,6 + \sqrt{(0,927^2 + 2,492^2 \cdot 0,6^2)(0,00952^2 + 1,0087^2 \cdot 0,6^2)}}{0,91 + \sqrt{(0,927^2 + 2,492^2)(0,00952^2 + 1,0087^2)}}} = 0,797;$$

$$M_{K\alpha} = \frac{3 \cdot 132^2}{2 \cdot 188,496} \cdot 0,797^2 \cdot \frac{1}{0,91 \cdot 0,6 + \sqrt{(0,927^2 + 2,492^2 \cdot 0,6^2)(0,00952^2 + 1,0087^2 \cdot 0,6^2)}} = 54,6.$$

Расчет для 15 Гц

$$a = \frac{f_1}{f_{1НОМ}} = 0,3;$$

$$b = R_1 \cdot (1 + \tau_2) = 0,91 \cdot (1 + 0,0086) = 0,92;$$

$$c = X_\mu \cdot \tau = 95,74 \cdot 0,013 = 1,243;$$

$$d = \frac{R_1}{X_\mu} = \frac{0,91}{95,74} = 0,00952;$$

$$e = 1 + \tau_1 = 1 + 0.0043 = 1.0043;$$

$$\tau_1 = \frac{X_{115}}{X_\mu} = \frac{0.417}{95.74} = 0.0043;$$

$$\tau_2 = \frac{X'_{215}}{X_\mu} = \frac{0.822}{95.74} = 0.0086;$$

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_1 \cdot \tau_2 = 0.0043 + 0.0086 + 0.0043 \cdot 0.0086 = 0.013;$$

$$\gamma = \frac{R_1 \alpha + \sqrt{(b^2 + c^2 \alpha^2)(d^2 + e^2 \alpha^2)}}{R_1 + \sqrt{(b^2 + c^2)(d^2 + e^2)}};$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{0,91 \cdot 0,3 + \sqrt{(0,92^2 + 1,243^2 \cdot 0,3^2)}(0,00952^2 + 1,0043^2 \cdot 0,3^2)}}{0,91 + \sqrt{(0,92^2 + 1,243^2)(0,00952^2 + 1,0043^2)}}} = 0,482;$$

$$M_{K\alpha} = \frac{3 \cdot 66^2}{2 \cdot 94,248} \cdot 0,482^2 \cdot \frac{1}{0,91 \cdot 0,6 + \sqrt{(0,92^2 + 1,243^2 \cdot 0,3^2)}(0,00952^2 + 1,0043^2 \cdot 0,3^2)} = 54,6.$$

При глубоко частотном регулировании закон γ не устраняет основных недостатков закона $\gamma = \beta$. Возрастания потока при уменьшении нагрузки можно избежать, если ввести дополнительно к регулированию напряжения в функции частоты еще регулирование его функции нагрузки пропорционально $\sqrt{\mu}$. Из этого следует, в частности, что при регулировании напряжения пропорционально $\sqrt{\mu}$ при данной частоте критическое скольжение не меняется, а перегрузочная способность сохраняется неизменной при любой зависимости γ от α и β .

Механическая характеристика двигателя может быть выражена следующим равенством:

$$M_\alpha = 2M_{K\alpha} \frac{1 + q(\alpha)\beta_K}{\frac{\beta}{\beta_K} + \frac{\beta_K}{\beta} + 2q(\alpha)\beta_K}, \quad (3.7)$$

где $q(\alpha)$ - коэффициент, зависящий от параметров двигателя и частоты; β_K - критическое скольжение.

$$q(\alpha) = \frac{R_1 \alpha}{R'_2(d^2 + e^2 \alpha^2)}, \quad (3.8)$$

$$q(\alpha) = \frac{R_1 \alpha}{R'_2(d^2 + e^2 \alpha^2)} = \frac{0,91 \cdot 1}{0,57 \cdot (0,00952^2 + 1,015^2 \cdot 1^2)} = 1,55.$$

Полностью или частично отрицательное влияние активного сопротивления статора может быть устранено путем непрерывной компенсации падения напряжения на активном сопротивлении статора, т.е. при частотном управлении по закону, регулирующим напряжение не только

функции частоты, но и скольжения. Управление с компенсацией падения напряжения на сопротивлении статора от тока нагрузки с одновременным регулированием напряжения функции момента нагрузки (пропорционально $\sqrt{\mu}$) является наиболее универсальным. Оно обеспечивает режимы двигателя, близкие к номинальному, в широком диапазоне частот при изменении нагрузки от холостого хода до номинального. Из этого следует, что можно подобрать закон регулирования $\gamma(\alpha, \beta)$, при котором поток двигателя изменялся бы от частоты и скольжения по желаемой зависимости.

При любой частоте механические характеристики будут когерентны, перегрузочная способность постоянна при постоянном потоке, критическое скольжение β_k постоянно. Находим критическое скольжение:

$$\beta_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2}} = \frac{0,57}{\sqrt{0,57^2 + (1,39 + 2,74)^2}} = 0.137.$$

Расчет для 40 Гц

$$\beta_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_{140} + X_{240}')^2}} = \frac{0,57}{\sqrt{0,57^2 + (1,112 + 2,192)^2}} = 0.17.$$

Расчет для 30 Гц

$$\beta_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_{130} + X_{230}')^2}} = \frac{0,57}{\sqrt{0,57^2 + (0,834 + 1,644)^2}} = 0.224.$$

Расчет для 15 Гц

$$\beta_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2}} = \frac{0,57}{\sqrt{0,57^2 + (0,417 + 0,822)^2}} = 0.418.$$

Рассчитываем максимальный момент двигателя и строим естественную механическую характеристику $M_\alpha(\beta)$ и $M_d(s)$:

$$M_\alpha(\beta) = \frac{2M_{\kappa\alpha}}{\frac{\beta}{\beta_k} + \frac{\beta_k}{\beta}}. \quad (3.9)$$

Полученные ранее характеристики не обеспечивают постоянную перегрузочную способность, отношение максимального момента к номинальному моменту падает на всех частотах и при снижении частоты она интенсивно падает. Это может привести к невозможности плавного пуска шнекового питателя, для которого необходим значительный момент при пуске. Для надежного запуска двигателя в нашем случае, при уменьшении частоты вращения необходимо сохранять постоянные значения критического

момента, что обеспечит сохранение перегрузочной способности двигателя во всем диапазоне регулирования (рисунок 3.4).

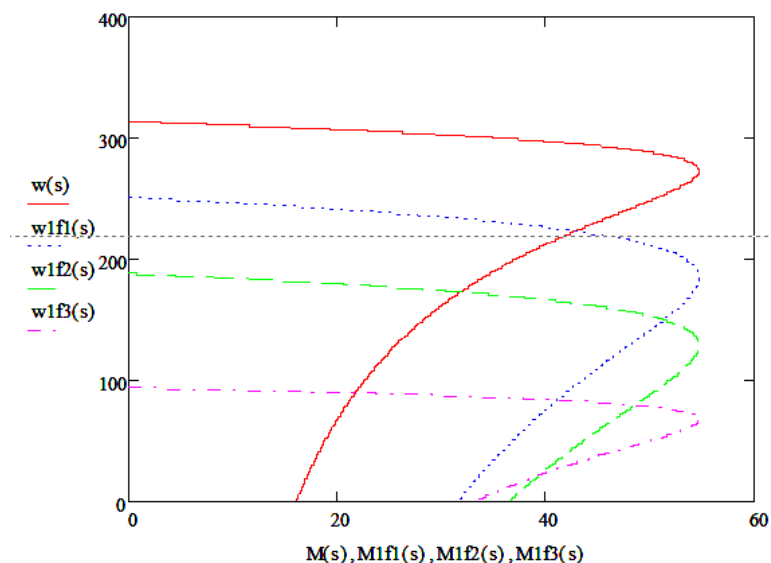


Рисунок 3.4 – Механические характеристики при постоянных значе

3.5 Расчет параметров модели для системы преобразователь частоты - асинхронный двигатель, при законе регулирования $U/f=\text{const}$

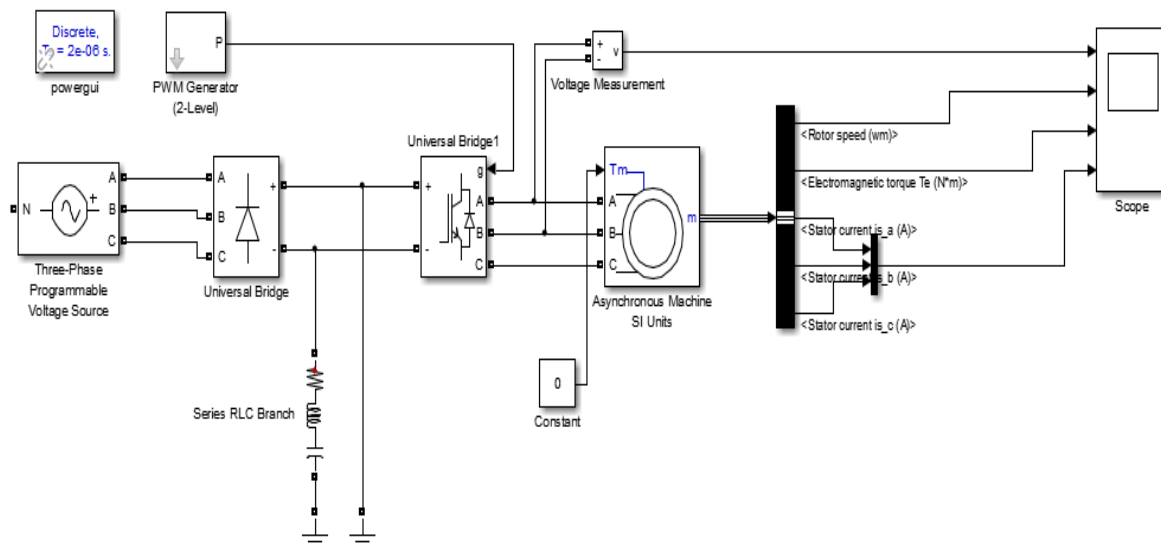


Рисунок 3.5 – Модель ПЧ-АД в Matlab

В данном случае осуществляется прямой пуск.

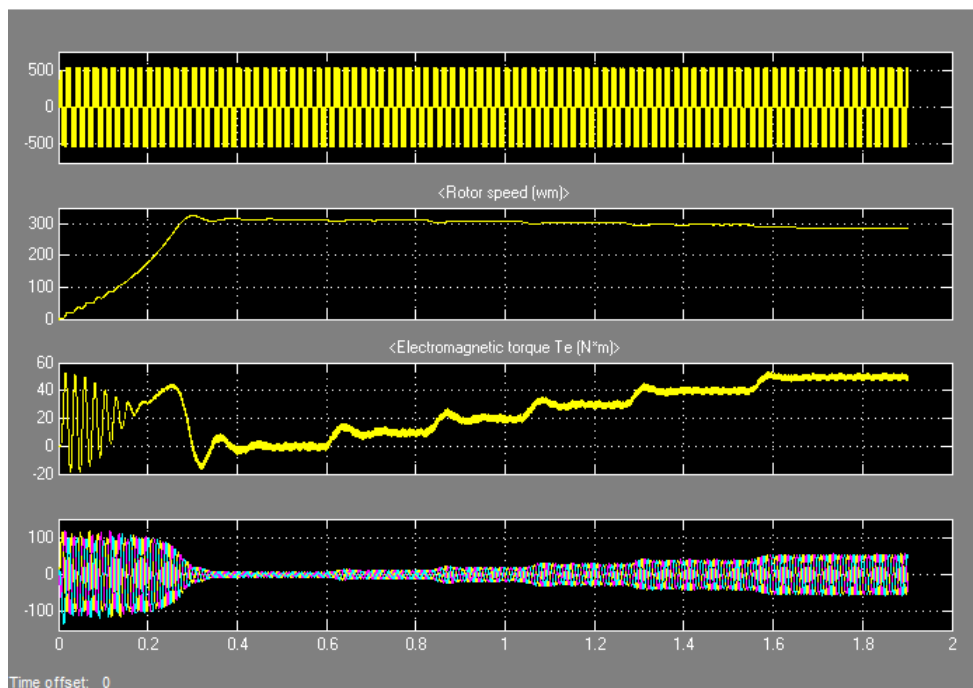


Рисунок 3.6 – Осциллограмма: 1) напряжение на выходе инвертора, В; 2) скорость вращения двигателя, рад/с; 3) электромагнитный момент, Н·м; 4) токи в фазах АВС, А.

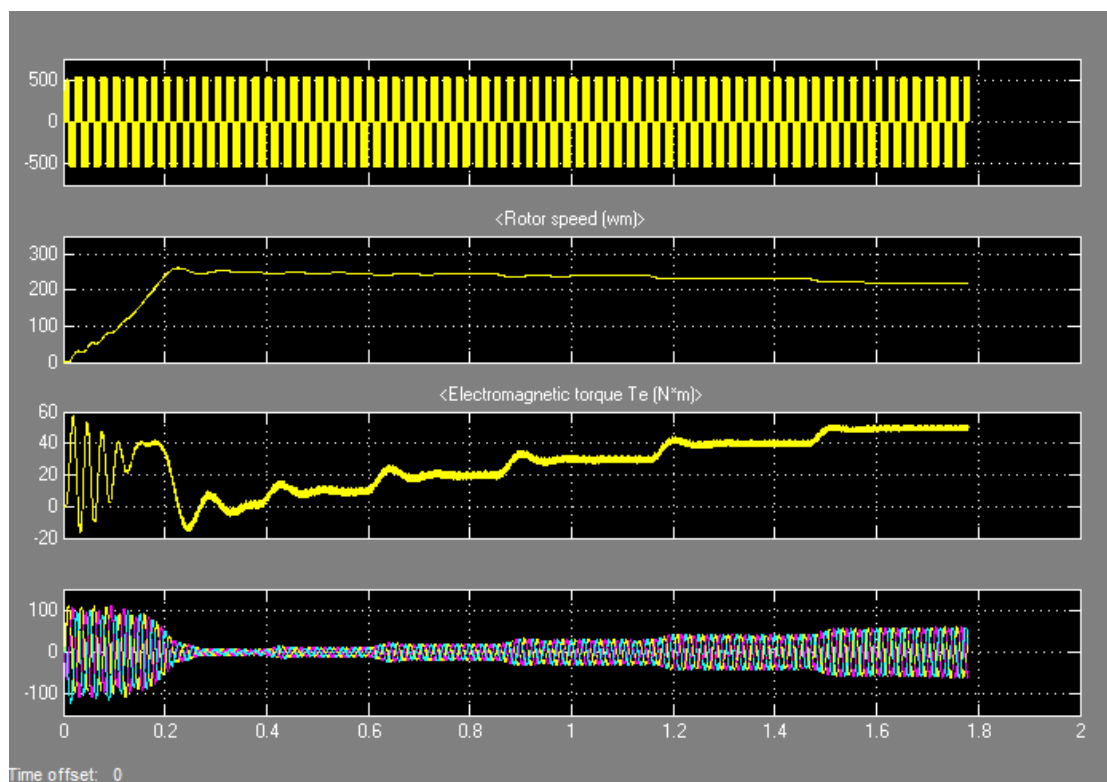


Рисунок 3.7 – Осциллограмма: Modulation index – 0.784, частота – 40 Гц.

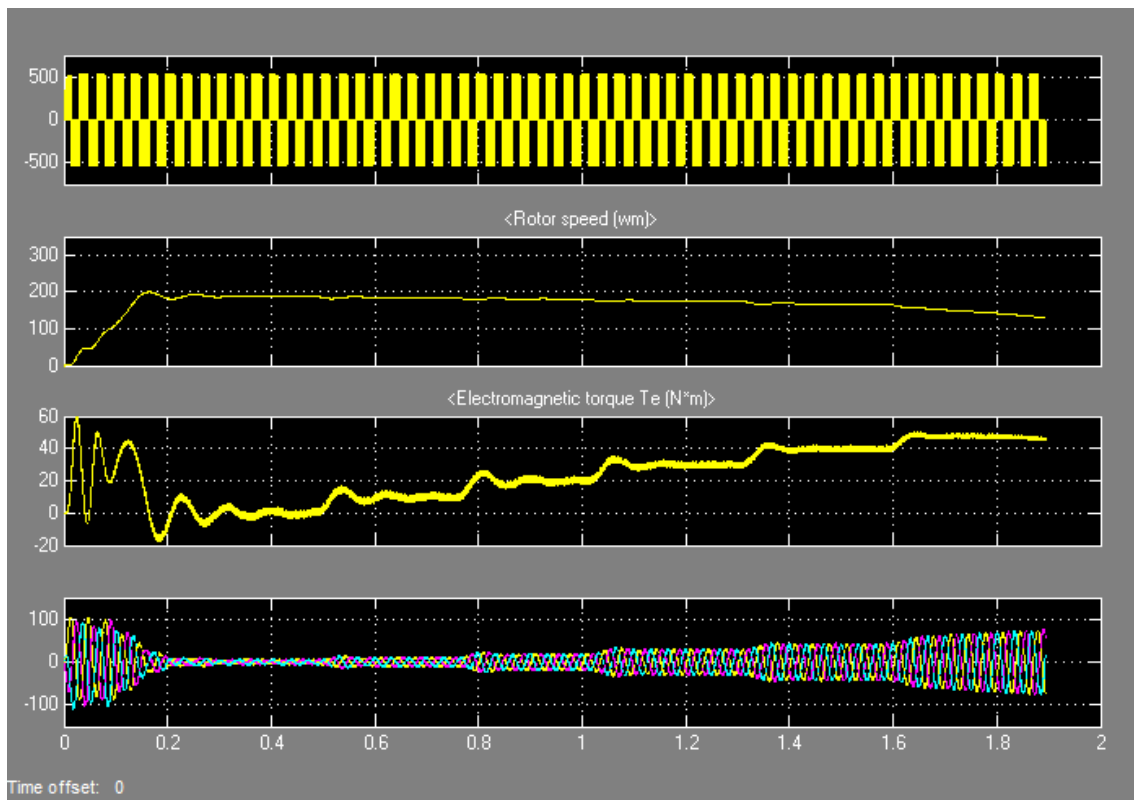


Рисунок 3.8 – Осциллограмма: Modulation index – 0.588, частота – 30 Гц.

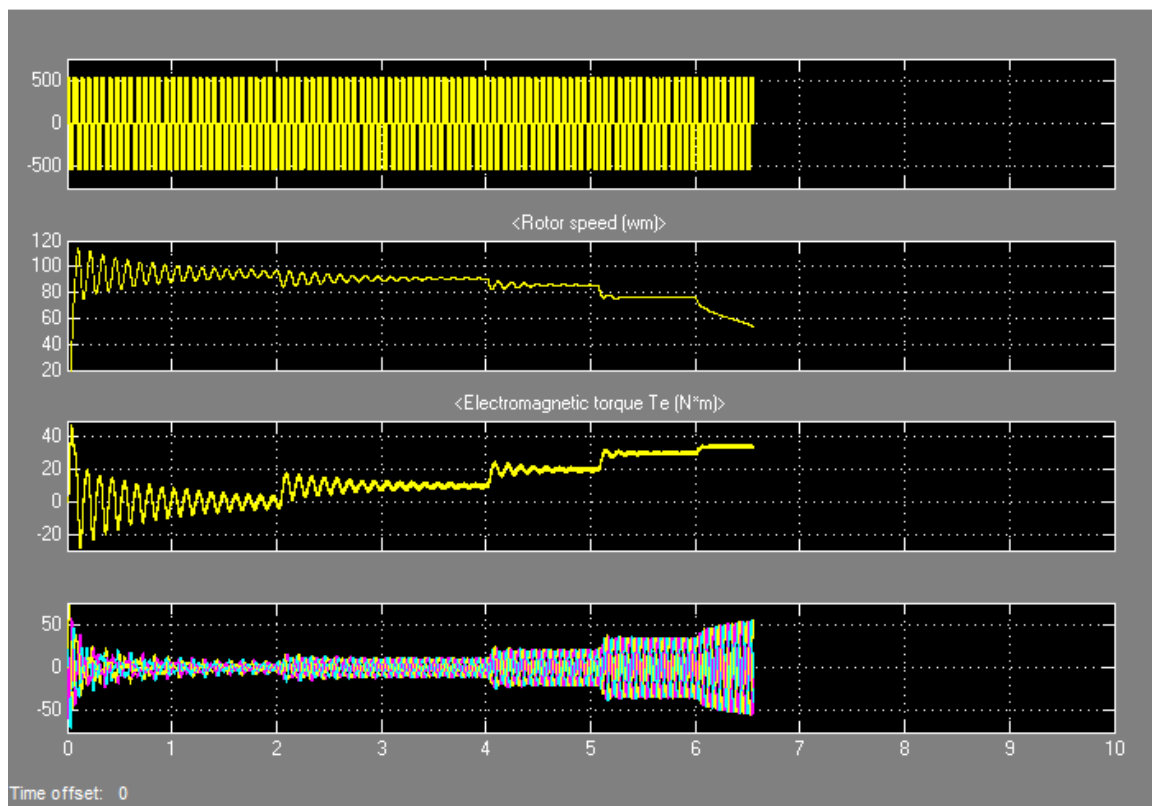


Рисунок 3.9 – Осциллограмма: Modulation index – 0.294, частота – 15 Гц.

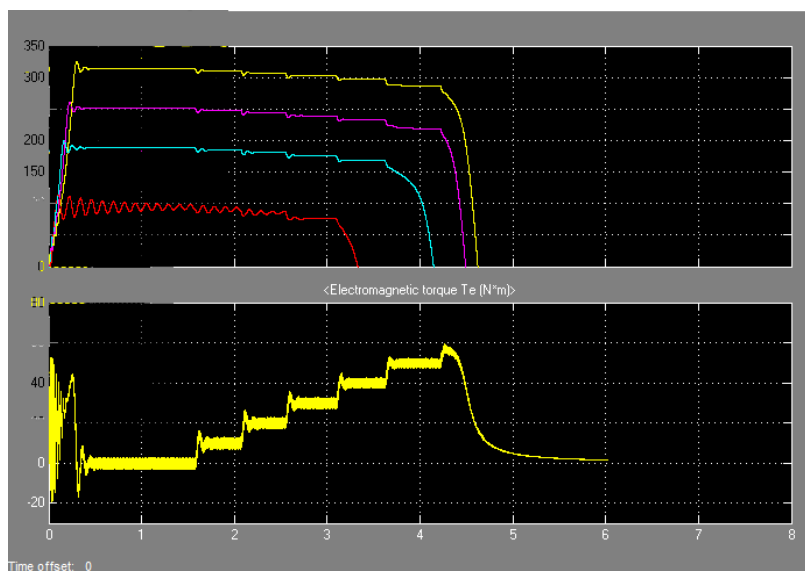


Рисунок 3.10 – Сравнение механических характеристик на разных частотах

Полученные характеристики не обеспечивают постоянную перегрузочную способность, отношение максимального момента к номинальному моменту падает на всех частотах и при снижении частоты она интенсивно падает. Это может привести к невозможности плавного пуска шнекового питателя, для которого необходим значительный момент при пуске. Для надежного запуска двигателя в нашем случае, при уменьшении частоты вращения необходимо сохранять постоянные значения критического момента, что обеспечит сохранение перегрузочной способности двигателя во всем диапазоне регулирования.

3. Механические характеристики ПЧ-АД при сохранении постоянства перегрузочной способности

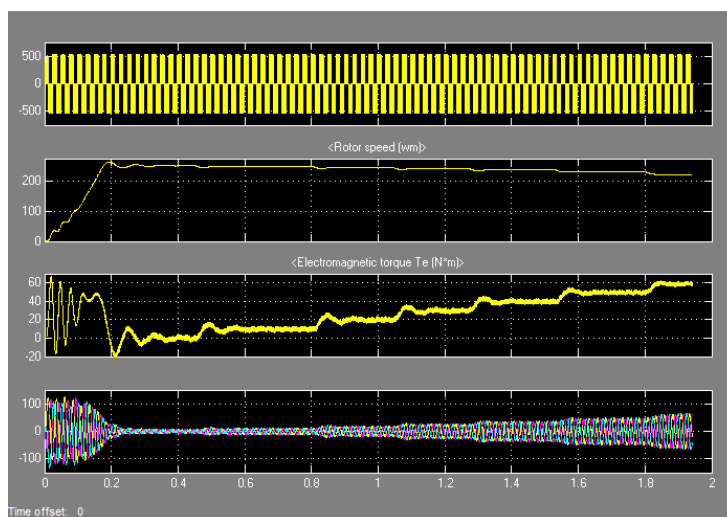


Рисунок 3.11 – Осциллограмма: Modulation index – 0.853, частота – 40 Гц.

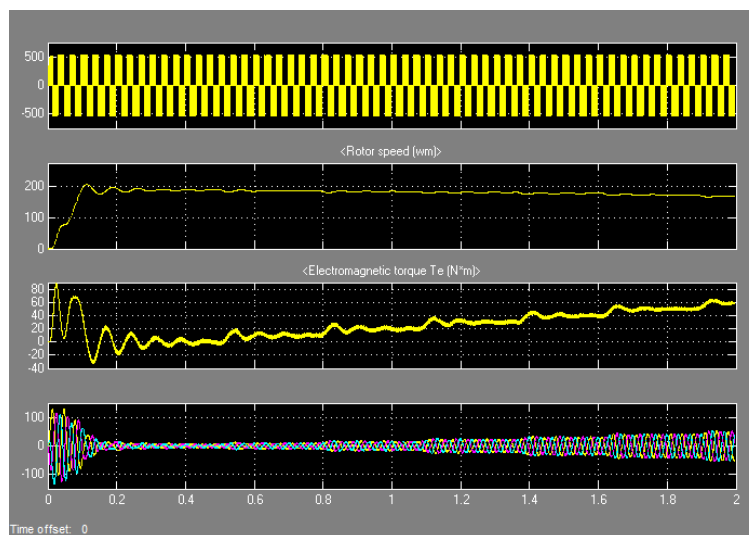


Рисунок 3.12 – Осциллограмма: Modulation index – 0.72, частота – 30 Гц.

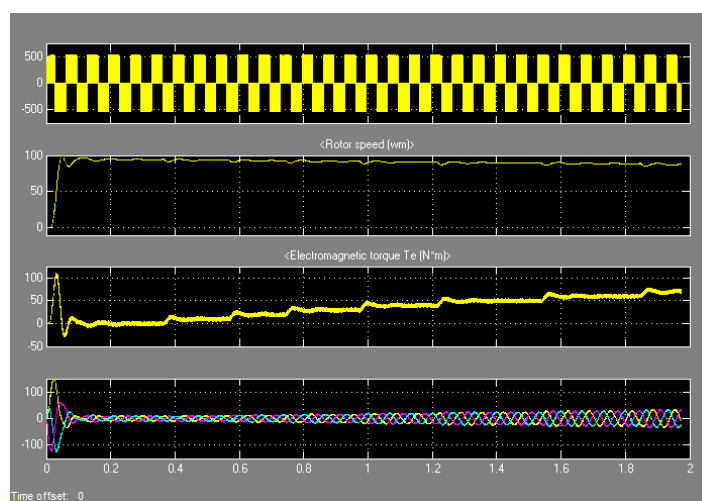


Рисунок 3.13 – Осциллограмма: Modulation index – 0.607, частота – 15 Гц.

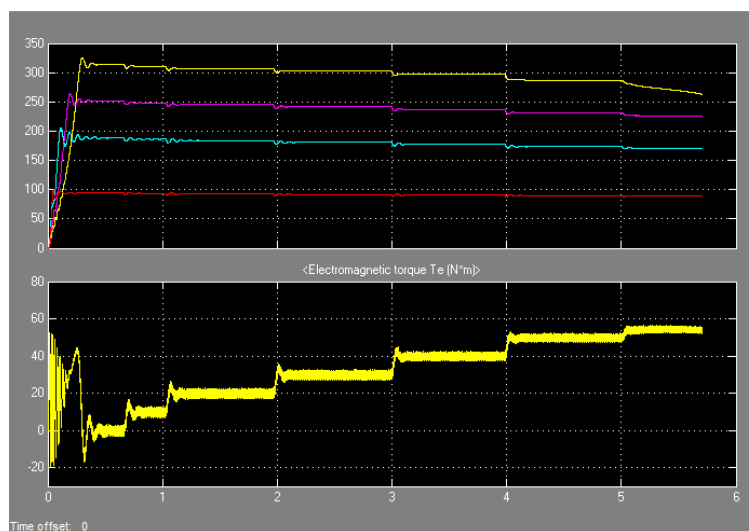


Рисунок 3.14 – Сравнение механических характеристик

По построенным механическим характеристикам асинхронного короткозамкнутого для разных частот двигателя видно, что при изменении частоты угловая скорость уменьшается, и при этом значение критического момента остается постоянным. В результате во всем диапазоне регулирования обеспечивается постоянная перегрузочная способность.

Модель включает в себя четыре асинхронных двигателя, нагрузка в которых регулируется с помощью одного блока «Constant». В каждом АД установлены параметры, соответствующие частотам 50, 40, 30, 15 Гц. В осциллографе отображается скорость вращения 4-х АД при изменении одновременно нагрузки на них.

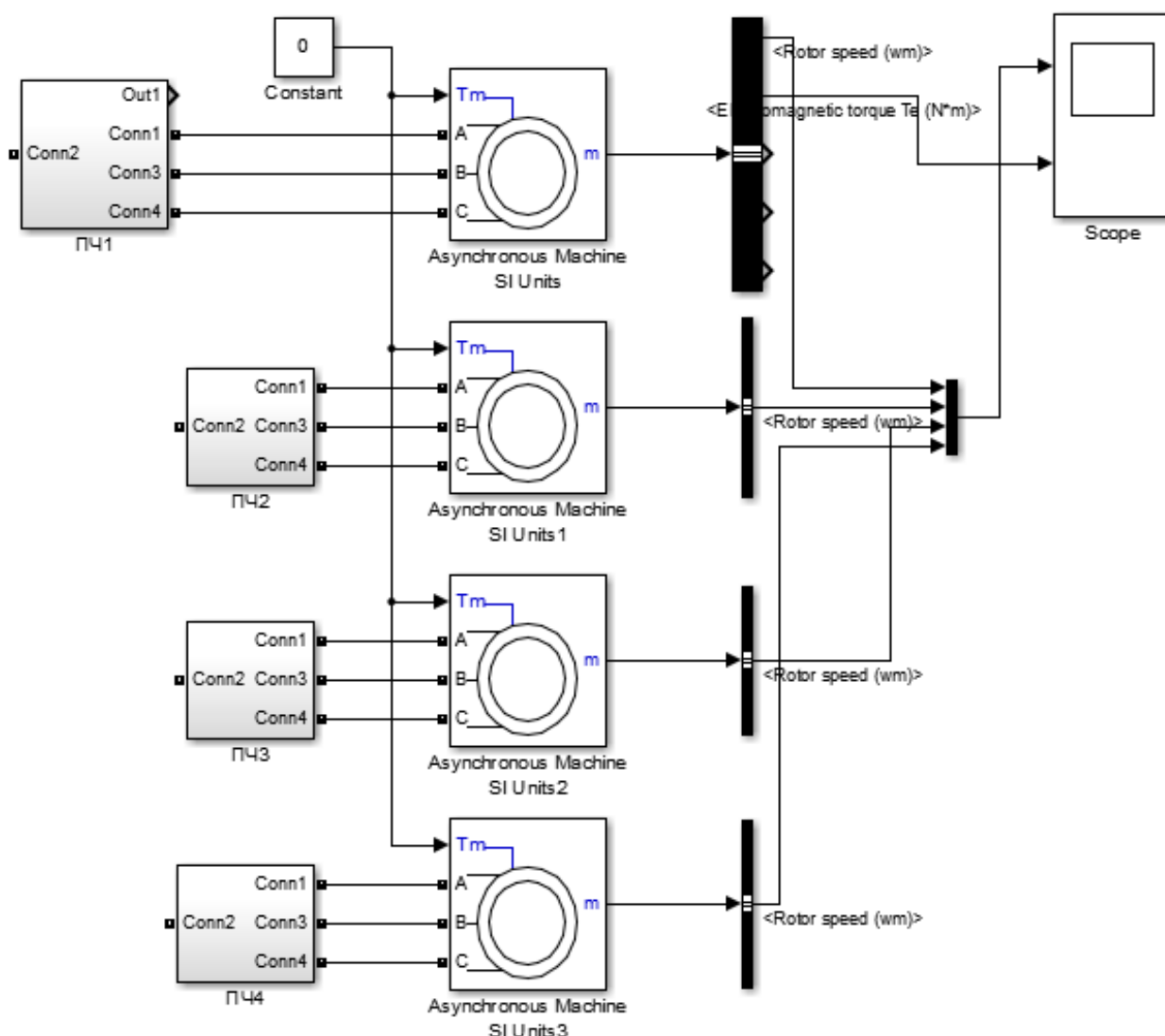


Рисунок 3.15 – Модель для сравнения механических характеристик АД

3.6 Выбор серийного преобразователя частоты с микропроцессорной системой управления

Все частотные преобразователи ведущих производителей имеют схожую элементную базу, и как следствие, практически одинаковые характеристики. На рынке широко применяется оборудование фирмы Mitsubishi. Оно обслуживается в авторизованных центрах и обеспечивается технической документацией на русском языке. На основе полученных расчётных данных и технологических требований выбираем ПЧ фирмы Mitsubishi FR-A740-02160, который способен обеспечить требуемый диапазон регулирования скорости при законе $U/f = \text{const}$, и имеет все современные виды защит от аварийных режимов.

ПЧ FR-A740 сочетают надёжную технологию и инновационные функции, образуя максимум мощности, гибкости и экономичности. Преобразователи FR-A740 являются серийными преобразователями для регулирования трёхфазных двигателей. Модельный ряд FR-A740 имеет диапазон мощностей от 0,4 до 630 кВт в подъемном режиме. FR-A740 пригодны для использования в самых требовательных производственных задачах, например, для центрифуг или намоточных машин, кранов и подъёмных механизмов, лифтов.

FR-A740 безостановочно рассчитывает оптимальный магнитный поток для каждого рабочего состояния. Например, при очень низкой выходной частоте 0.3 Гц, может вырабатываться крутящий момент до 200 %. С помощью этой новой технологии «бессенсорного векторного управления» (Real Sensorless Vector Control RSV), разработанной Mitsubishi Electric, возможна даже регулировка крутящего момента. При работе с энкодером, FR-A740 во всём диапазоне регулирования поражает прецизионным регулированием частоты (точность $\pm 0,01$ %) и момента (точность $+10$ % и стабильность повторения ± 5 %).

Преобразователь FR-A740 обладает очень разносторонними возможностями коммуникации. В него серийно встроен разъем USB и соединение для RTU Modbus. Возможно также подключение к сетям PROFIBUS, CC-Link, CANopen и сети управления движением SSCNET III.

FR-A740 имеет конструкцию модульного типа. Пульт управления и модуль PROFIBUS могут быть заменены без применения какого-либо инструмента. FR-A740 характеризуется большим резервом мощности. Так, например, даже при больших частотах и высокой номинальной температуре в 50°C выходную мощность FR-A740 уменьшать не требуется. Это становится возможным из-за применения высококачественных силовых модулей. Благодаря встроенному фильтру электромагнитной совместимости, преобразователь соответствует стандарту EN 61800-3.

Внутренние функции контроллера, заложенные в FR-A740, гарантируют оптимальное приспособление преобразователя к запросам пользователя. Кроме того, благодаря этим функциям преобразователь способен

самостоятельно справляться с некоторыми прикладными задачами, без управления извне.

Концепция преобразователей FR-A740 охватывает сразу четыре диапазона перегрузок. Это максимально оптимизирует выбор необходимого преобразователя для конкретного применения.

FR-A740 легко вводится в эксплуатацию и прост в использовании. С помощью программы FR-Configurator можно параметризовать преобразователь, а также считывать, загружать и сохранять данные под конкретные прикладные задачи. Функции графического анализа механизма и осциллографа позволяют оптимизировать электроприводную систему. Можно непосредственно переносить и конвертировать данные и настройки из предшествующей модели ПЧ.

Текущие сообщения и рабочие данные отображаются на удобном съемном пульте управления FR-DU07 с 7-сегментным светодиодным дисплеем и наборным диском (в одно касание), обеспечивающим быстрый доступ ко всем нужным параметрам электропривода.

Отдельно предлагается пульт управления FR-PU07 с дисплеем (выводящим понятные тексты на восьми языках), числовой клавиатурой и расширенным перечнем функций для сохранения до трёх наборов параметров и их передачи на другие преобразователи частоты. Научиться работать с этим преобразователем очень просто – как в случае первого знакомства с преобразователями, как таковыми, так и переходе на новое поколение с предыдущего.

ПЧ поддерживает 3 вида пультов: FR-DU07, FR-PU04 и FR-PU07. ПЧ используют самые современные технологии с IGBT модулями транзисторами (Insulated Gate Bipolar Transistor = биполярный транзистор с изолированным затвором) и оснащены микропроцессорной системой управления.

Вследствие этого, преобразователи разнообразны и надёжны. Оригинальный способ широтно-импульсной модуляции с выбором частоты коммутации дает возможность бесшумной работы электродвигателя. Обширные функции защиты обеспечивают эффективную защиту электродвигателя и преобразователя. FR-A740 с заводскими установками, за счет большого списка параметров настроек, является идеальным для широкой области регулирования скорости.

Основные особенности:

- простой пуск в эксплуатацию;
- малое время отклика на сигналы управления;
- особо гибкая конфигурация благодаря модульной конструкции;
- бесшумная работа двигателя благодаря высокой частоте импульсов;
- новейшая технология IGBT и цифровое микропроцессорное управление;

- U/f-управление линейное;
- U/f-управление квадратичное;
- параметрируемая кривая зависимости U/f;
- компенсация скольжения;
- автоматический повторный запуск при пропадании сети или нарушениях режима;
- сглаживание кривой пуска;
- быстродействующее токоограничение (FCL) для безаварийной работы;
- частоты пропускания против резонанса.

Как было отмечено выше, предлагаемый автоматизированный электропривод имеет цифровое микропроцессорное управление, поскольку оснащён программируемым контроллером (ПК). Принцип действия ПК объясняется его общей функциональной схемой (рисунок 3.16). Вначале ПК работает в режиме записи программы, которая набирается на программной панели (загрузчике программы) и записывается (загружается) в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Далее ПК переключается в режим работы, в котором сканнер (генератор тактовых импульсов) последовательно опрашивает ПЗУ и входные и выходные регистры устройств сопряжения с входами и выходами, и согласно адресу программы (операнда) выбираются соответствующие ячейки регистров ввода и вывода и подключаются к процессору. Процессор в соответствии с командами (шагами) программы, поступающих из ПЗУ, совершает логические операции над сигналами входов и выходов и преобразует состояние входов в состояние выходов. Если состояние входов не изменилось по сравнению с предыдущим циклом опроса, то процессор подтверждает текущее состояние выходов; если изменилось, то процессор изменяет состояние выходов, согласно программе, записанной в ПЗУ. Опрос участков программы производится циклично, один за другим, в порядке размещения их в программе, с возвращением к началу программы после окончания полного цикла опроса.

Центральной частью ПК является процессор, структура которого определяет параметры ПК: быстродействие, число входов и выходов, количество таймеров и счетчиков, систему команд, объем памяти для хранения программы. Процессором выполняются операции считывания и обработки команд, запроса операндов из памяти, передачи управляющих команд на выходные устройства. Процессор состоит из арифметическо-логического устройства АЛУ, которое осуществляет логические операции программы; устройства управления процессора УУП, обеспечивающего преобразование кода программы в код управления АЛУ; регистра памяти результата вычисления R; счетчиков адресов шагов программы (САШП) и адресов запоминающего устройства САЗУ, считывающих соответственно шаги программы и операнды (адреса входа); шин адреса для передачи адреса шагов программы и шин данных для передачи операндов.

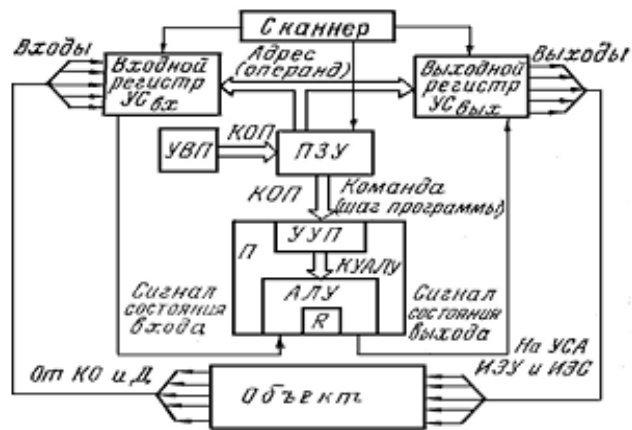


Рисунок 3.16 – Общая функциональная схема программируемого контроллера

На рисунке 3.17 представлена функциональная схема ПК, которым оснащен ПЧ фирмы Mitsubishi FR-A740-02160. Сигналы с датчиков скорости, температуры, влажности и т.д. или с газоанализаторов о состоянии вредных примесей в воздухе производственного цеха поступают на аналоговые или цифровые входы ПК.

Таким образом, микропроцессорное управление частотно-регулируемым электроприводом осевого вентилятора на базе ПК обеспечивает:

- автоматическое и плавное регулирование скорости осевого вентилятора в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, а также наличия вредных веществ в воздухе производственного цеха;

- плавный пуск вентилятора с минимальным и сглаженным пусковым током двигателя, что значительно снижает динамические перегрузки в кинематических звеньях механических передач: муфте, редукторе и др.

- уменьшение электромагнитных усилий в обмотках статора двигателя

и, как следствие, повышается срок службы статора за счёт уменьшения вибрации торцевых витков и разрушения изоляции обмотки;

- автоматический повторный запуск при пропадании сети или нарушениях режима;

- быстродействующее токоограничение (FCL) для безаварийной работы;

- автоматическое и плавное регулирование скорости осевого вентилятора в зависимости от температуры и влажности окружающей среды, а также наличия вредных веществ в воздухе производственного цеха;

– плавный пуск вентилятора с минимальным и сглаженным пусковым током двигателя, что значительно снижает динамические перегрузки в кинематических звеньях механических передач: редукторе, муфте и др.

Рабочий цикл ПК разделяется на три этапа. На первом этапе, называемом сканированием входных сигналов, происходит загрузка в ПЗУ опрашиваемых входных модулей. На втором этапе обеспечивается обработка программы, а на третьем, заключительном – передача управляющих сигналов выходные модули. Возможно, совмещение во времени этих этапов. Время цикла определяется длиной программы. Окончание программы и переход к другому циклу в ПК осуществляются двумя способами: командой конца программы и обработкой всего объема ПЗУ.

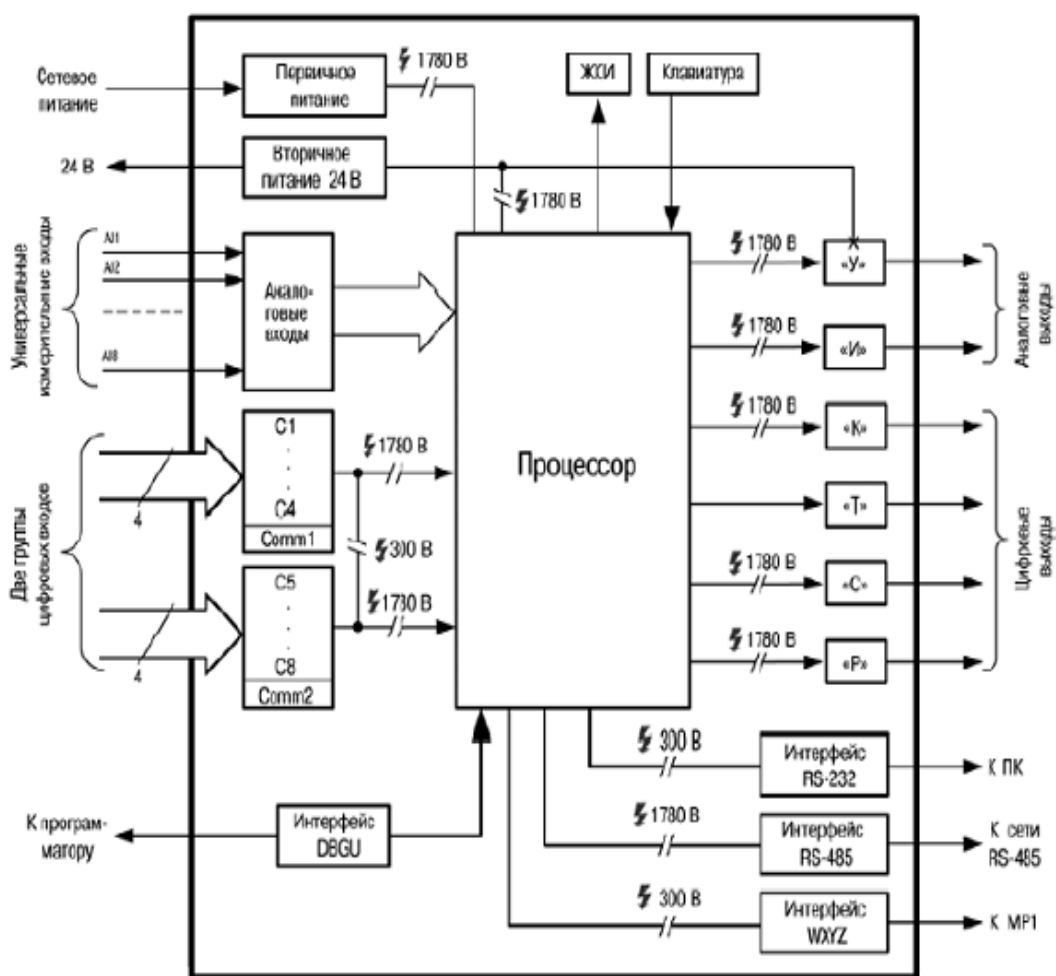


Рисунок 3.17 - Функциональная схема ПК ПЧ Mitsubishi FR-A740-02160

На рисунке 3.18 представлена схема подключения оборудования ПЧ Mitsubishi FR-A740-02160. Связь процессора с модулями входа – выхода реализуется через модули процессора, называемые адаптерами, с их помощью осуществляются передача текущего значения входного сигнала в ПЗУ, и

выдача управляющих воздействий на выходные модули, адрес которых задан операндом. Если управление в модулях выхода выполняется не исполнительными дискретными сигналами, а аналоговыми, то используются аналого-цифровые (АЦП) и цифроаналоговые преобразователи (ЦАП).

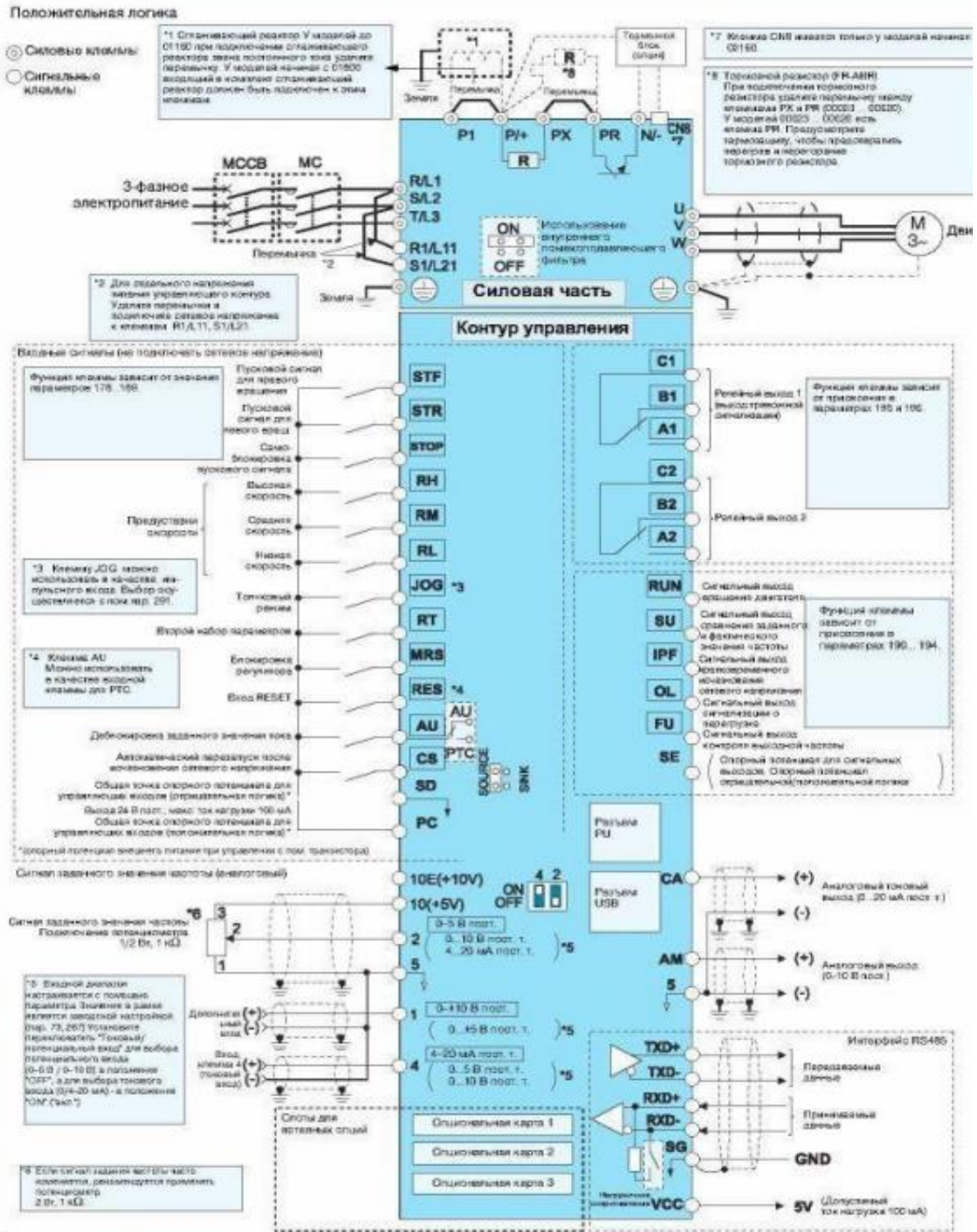


Рисунок 3.18 – Схема подключений оборудования ПЧ Mitsubishi FR-A740

4 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда

4.1 Анализ условий труда

Лифт дружественного представления выдвигений в технологию, позволяющие персоне естественно завоевать большие высоты в деле секунд. Сегодня ни одно современное здание, муниципальное жилье, офисы, небоскребы невозможно построить без лифта. Лифт круговой кран предназначен для вертикального подъема людей и грузов. Бронирование пассажирских, грузовых, больничных, грузовых на лифте. В зависимости от скорости лифт делится на комнаты: низкоскоростные (0,71 м / с), высокоскоростные(1 + 1. 6м/с), быстрый ход(2~4М/с) и быстрый ход(4~10м / с). Пассажировместимость лифта колеблется от 320 до 1600кг, грузового-от 160 до 5000кг. В Скорости 1. До 6м / с, электрический двигатель, соединенный через редуктор к шкиву кабеля если скорость выше, то безредукторная передача использована. В них лебедки, канаты, кабины, противовесы, механические тормозные устройства для пассажирских и грузовых лифтов, основное комплектующее оборудование для различных вариантов конструкции. Современный лифт представляет собой сбалансированную канатную систему подвески с блоком управления. Структурно, привод с лифтом, дверью вала, ямой и комнатой машины. Под мою волю попадет механизм перемещения кабины в пространстве и установки блока управления, а также спроектированный привод вала от двигателя к салонной части. Трос в кабине и в блоке управления подвешен. Мотор привода, переключатель, вытягивая усилие сделан на веревочке. Тормоз при использовании в неподвижном состоянии. Буфер ограничения скорости помещен в прямой линии прибора напряжения. Ограничение скорости подключается к помещению от установленного двигателя. Расположенный в движении, чтобы управлять блоком кнопок кабины в этой кабине. В общем, лифт бывает двух скоростей-высокой и низкой. Переключитесь на высокую и низкую скорость, выполнив переключатель пола. В датчике сигнала, пунш электрического двигателя и разъединение электромагнита катушки тормоз электрической сетью, или положение стопа, Котор держат в низком тормозя, пока привод двери такси электрического двигателя поставлен с электричеством. Автоматическая дверь открыта с моей дверью открыта указанный короткий промежуток времени через реле времени и схему управления лифтом после того, как пассажир покинет кабину. Реле времени после этого закрывает контакты и электропитание к мотору привода двери кабины для того чтобы закрыть дверь. Лифт может похвастаться дизайном каждого этажа, который устанавливается на розетку светофора проверенными готовыми к работе звонками.

Структурно, привод с лифтом, дверью вала, ямой и комнатой машины. Под мою волю попадет механизм перемещения кабины в пространстве и установки блока управления, а также спроектированный привод вала от

двигателя к салонной части. Трос в кабине и в блоке управления подвешен. Мотор привода, переключатель, вытягивая усилие сделан на веревочке. Тормоз при использовании в неподвижном состоянии. Буфер ограничения скорости помещен в прямой линии прибора напряжения. Ограничение скорости подключается к помещению от установленного двигателя. Расположенный в движении, чтобы управлять блоком кнопок кабины в этой кабине. В общем, лифт бывает двух скоростей-высокой и низкой. Переключитесь на высокую и низкую скорость, выполнив переключатель пола. В датчике сигнала, пунш электрического двигателя и разъединение электромагнита катушки тормоз электрической сетью, или положение стопа, Котор держат в низком тормозя, пока привод двери такси электрического двигателя поставлен с электричеством.

Автоматические двери открываются вместе с шахтой, и через короткое время пассажир выходит из кабины открытым, чтобы установить реле времени и схему управления лифтом. Реле времени после этого закрывает контакты и электропитание к мотору привода двери кабины для того чтобы закрыть дверь. Лебедки и шкафы управления в лифтовом помещении, закрытые от проникновения посторонних людей. Главная панель управления установлена в шкафу управления. Серийные данные делятся на передаточные и проходные хижины и шахты. В распределительной коробке имеется трос подвески с маркировкой такси, который соединяет такси с проездом.

Существуют определенные компоненты, которые подразумевают наличие лифтового оборудования, например лифтов, независимо от принципа работы. Кабину(или платформу)пассажирского лифта закрепляют на стальном тросе и перекидывают на шкив приводного механизма (на рифленые обода колес по окружности)системы передачи мощности с одного места на другое. Приводной механизм с устройством управления лифтом расположен в верхней части шахты машинного отделения, при этом сигнал передается из кабины лифта.

Это машинное отделение от кабины и консоль от клавиатуры, протягивающая электрический кабель через сигнальную передачу, соединяющую вал внутри. Один конец стального кабеля балансировки нагрузки лифта электрического такси или платформы.

Таким образом, кабина лифта приводится в движение электродвигателем(привод лифта может быть гидравлическим не с помощью управляющего устройства или воздуха), блок управления опускается и поднимает кабину(а не наоборот: помещения, изделие выключено). В то же время, за счет того, что эта работа по энергопотреблению значительно сокращается, управление устройством происходит за счет именно того, что делается в такси зверя.



Рисунок 1- Кабина пассажирского лифта

Шкив сброса кабеля дальше, под влиянием трения, преобразование, кабель колеса перехода, т. е., высокое усилие тракции кабеля со шкивом, больше силы поставлено к кабелям, и больше веса может. Для обеспечения надежной и безопасной работы грузового лифта, грузовой лифт, чем пассажирский лифт или прозрачный, путем установки другого шкива, который соединен с первым шкивом для увеличения трения тросового шкива, и ведущих колес упаковочного троса. Может трос (он может быть разным) из-за требований безопасности и надежности входа, хотя конструкция кузова, для каждого из них предназначена весовая кабина и перевозка грузов, подлежащих уничтожению. Есть лифт, беспроводной доступ в интернет предоставляется бесплатно, так как нет редуктора. Если лифт используя конструкцию редуктора, вращение вала электрического привода, установил шкив веревочки в движение так называемым колесом глиста, то переднее движение оси для того чтобы преобразовать вращательное движение колес. Как правило, груз с помощью этого механизма находится на небольшой высоте и низкой скорости. Поэтому при строительстве загородных коттеджей, где работает пассажирский лифт, будет целесообразно использовать именно этот тип лифта. Безредукторный механизм приводит в движение вал двигателя, расположенный непосредственно в шкиве, и в этом случае скорость лифта, приводимого в движение этими машинами, может достигать-750м / мин.

Электробезопасность пассажирских лифтов.

Безопасная и безаварийная работа лифта осуществляется за счет опоры в большей степени на правильную эксплуатацию, технически грамотно систематически выполняемое и техническое обслуживание, соответствующее всем механизмам. Согласно «правилам безопасной эксплуатации оборудования и лифта», деятельность по контролю за эксплуатацией системы монтажа, технического обслуживания, ремонта, модернизации и диспетчеризации лифта осуществляется специалистами, занимающимися соответствующей работой технических средств и квалифицированными

специалистами организации технического диагностирования и осмотра, а также системы диспетчерского управления лифтом. Технический надзор за персоналом по обслуживанию лифтов должен обеспечивать возможность прохождения медицинского освидетельствования в возрасте не менее 18 лет и наличие у персонала по надзору за лифтами практического опыта работы (электромеханического среднего) менее 6 месяцев в области машиностроения и электротехники, а также работы с монтажным или обслуживающим лифтом персоналом с практическим опытом работы более 6 месяцев.

Электрические все, что нужно знать правила оборудования инспекции безопасности труда, лифт может использовать электроизмерительное оборудование для определения степени износа каната и для целесообразности проведения дополнительных работ по степени износа.

Каждый электрический лифт специфический, который необходимо разрешить. Количество лифтов, выделяемых на каждую электроэнергию, должно определяться путем регулярной проверки времени, скорости, с которой она рассчитывается, и типа счета восстановления.

Кран, проводник, кран, оператор, кран, гусеничный движитель и электрики, осуществляющие технический надзор за лифтом, должны пройти обучение соответствующим процедурам и сертификационную проверку со стороны Управления образования или корпоративного производственного обучения. Необходимо выдать сертификат, который передается лицом. Электрическая аттестация должна проводиться с участием представителей технического надзора.

Лифт должен регулярно проверяться каждый месяц в соответствии с запланированным регулярным профилактическим обслуживанием и осмотром. Ежемесячную проверку можно поручить для удерживания, направляющего выступа, крана на гусеничном ходе, или электротехники. Человеку поручается ежемесячный осмотр лифта, такой как обязанность, проверить кабину, освещение шахты, площадь машинного отделения в передней части шахты, а также точность работы шахты, замки, дверные контакты, системы управления и сигнализации для остановки кабины на полу. Результаты испытаний должны быть занесены в журнал.

Регулярные осмотры будут проводиться лифтом, который объяснит объем работ в лифте электрического и технического надзора и обеспечит лифт, который может использовать инструкции завода. Регулярные лифты осмотра в журнале к результатам осмотра журнала и больше.

При техническом обслуживании и надзоре за лифтами должны быть тщательно соблюдены все требования безопасности. В частности, это запрещено:

- 1) Запуская лифт на этаж, откройте дверь с шахты или кабины,
- 2) Для того чтобы начать оборудование доступа лифта сразу, мотор подачи напряжения,
- 3) Отключение работы лифта и предохранительного устройства,

- 4) Переносной светильник напряжение 36 в,
- 5) Электрический инструмент, лампы освещения или другие электрические продукты, подключенный к цепи управления лифта, в дополнение к измерению,
- 6) За исключением случая с помещениями на крыше, лучше всего такси, установив регулятор скорости лифта, не превышает последнего 0. Прибор кнопки 35М / С если,
- 7) Скалолазание-это веревка, которая без осевых лесов, лестниц и падений.

Когда осмотр лифта или отказ предохранительного устройства во время деятельности аварийная система или освещение подвергли опасности безопасную пользу или обслуживание лифта перед любой другой ошибкой должны извлекаться, повреждение утечки исключения дополнительный стоп в случае повреждения начала лифта к лицензии исключения.

Для обеспечения нормальной работы лифта необходимо периодически (не реже двух раз в месяц) проверять все компоненты детальный осмотр. Этот осмотр, части износа определяет и ремонтирует или заменяет.

4.2 Расчет искусственного освещения

Разумное освещение производственной площадки один из важнейших факторов профилактики травматизма и профессиональных заболеваний. Правильная организация освещения для условий труда для повышения эффективности и производительности. Осветительные работы, без которых работники, находящиеся на работе, могут выполнять приемлемые для глаза затраты, медицинские средства и электроэнергию. Данный дипломный проект включает в себя проектирование системы электропривода лифта, мы рассчитали, что искусственное освещение для этих систем.

Размеры комнаты: длина комнаты 5м, ширина 3М и высота 3М. Использование вкладки работоспособность как вычислить. Общее равномерное освещение, рассчитанное с помощью этого метода, может быть низким без ровной поверхности помещения. Расчет освещения с использованием метода по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot z}{N \cdot \eta} \quad (4.2.1)$$

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 и 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;

- 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:

$$S = A \cdot B, \quad (1.2)$$

где S - освещаемая площадь, (кв м)

A - длина помещения, (м)

B - ширина помещения, (м)

$$S = 5 \cdot 3 = 15, \frac{\text{кв}}{\text{м}}.$$

Расположение светильников в здании осветительной системы, рассчитанное в соответствии с их высотой, которая обычно определяется размером банки. Наиболее благоприятное соотношение расстояния между освещенностью рассчитывается по высоте подвески:

$$\lambda = \frac{L}{h},$$

Находим расчетную высоту подвеса по следующей формуле:

$$h = H - h_{\text{подв}} - h_{\text{р}}.$$

где H - высота помещения, (м)

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

$h_{\text{р}}$ - высота рабочей поверхности над полом, (м)

Принимаем $H=3$, м $h_{\text{подв}}=0.7$, м, $h_{\text{р}}=0.8$ м

$$h = 3 - 0,7 - 0,8 = 1,5, \text{ м}.$$

Расстояние между светильниками определим из формулы:

$$h = \lambda \cdot h.$$

$$h = 1,4 \cdot 1,5 = 2,12, \text{ м}.$$

Определяем количество светильников для установки:

$$N = \frac{S}{L^2},$$

$$N = \frac{15}{2,11^2} = 3,5 \approx 3.$$

Для определения коэффициента использования находим индекс для помещения i :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

где A и B - соответственно длина и ширина помещения, (м)
 h - расчетная высота подвеса, (м)

$$i = \frac{5 \cdot 3}{1,5 \cdot (5 + 3)} = 1,24.$$

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

Оцениваем коэффициенты отражения поверхностей помещения потолка помещения, стен и рабочей поверхности.

Принимаем: $\rho_{\text{пот}}=70\%$, $\rho_{\text{стен}}=50\%$, $\rho_{\text{р}}=30\%$.

По полученным значениям i определим величину коэффициента использования светового потока для выбранного светильника.

Выбираем светильник типа ПВЛМ - Д, для которого $=72\%$.

По формуле (4.2.1) определяем необходимый световой поток ламп в каждом светильнике:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,73} = 3390, \text{ Лм.}$$

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.

К упомянутому выше из-за отсутствия естественного освещения расчет искусственного освещения является одним из важнейших факторов безопасности кабины лифта, шахты лифта и самого машинного зала. Согласно первоначальным данным, ПВЛМ - D-тип процент отражения 72% три лампы, установленные на расстоянии двух метров друг от друга на улице будет установлен ЛХБЦ40-4 формат двух газоразрядных ламп способом с

использованием выбранного коэффициента $l_{сbc40-4}$ формат двух газоразрядных ламп.

5 Экономическая часть

5.1 Эффективность использования

С помощью этих систем управления эффективностью пассажирских лифтов можно повысить производительность труда, обеспечить гибкость и производительность труда при более высоком технико-экономическом эффекте. Производительность снижается за счет обеспечения вспомогательной машины временем обработки, автоматизированной установкой упражнений, например, трудоемкостью. Точность будет увеличена, если, должный к удалению человеческой ошибки возможной с ручной обработкой.

Опыт работы элеваторного электропривода с поставленной задачей по изучению и применению технико-экономической эффективности, правильному выбору параметров системы управления, показателей экономической эффективности по умолчанию в режиме непрерывной регрессии. Себестоимость продукции снижается в 7-10 раз, производительность труда повышается в 2-5 раз, трудозатраты также снижаются, качество значительно улучшается.

Энергосберегающая асинхронная электрическая система управления лифтом в разработке данной статьи. Разработанная система управления ПЧ-АДС имеет более широкий диапазон осевых, регуляторов оборотов двигателя. Это экономит энергию и улучшает ее качество.

В рабочих документах приведены исходные данные для расчета экономического эффекта, а также техническая часть работы.

Также на время расчета вводим условное обозначение: основной технологический процесс литейной машины, технический процесс проектирования-ТПБ.

5.2 Экономическое обоснование проекта

Для того чтобы обеспечить лифт для пассажиров асинхронного электропривода оптимизации системы управления, обслуживание потребления энергии увеличивается, увеличение электродвигателя и воздействовать снаружи, чтобы уменьшить влияние асинхронного двигателя службы.

Потребляемая мощность является значительной величиной, которую необходимо учитывать при проектировании для определения мощности главного двигателя и по возможности передачи всего трансмиссионного оборудования.

Работа в ожидаемом режиме работы и связанная с этим нагрузка отдельных компонентов двигателя и привода. В этих условиях для инструментов, необходимых для определения, широко используются существенные данные, основанные на различных технологиях. Однако во многих случаях теоретические расчеты являются обоснованными.

Расчеты выполнены по методикам определения экономической эффективности с использованием нового оборудования, изобретений и предложений по рационализации народного хозяйства.

В выборе аппаратных средств решающим фактором является основа элементов высокой надежности. В дополнение к электромеханической аналоговой системе управления формированием входного сигнала, которая обеспечивает устройство и вспомогательный преобразователь для суммирования датчиков скорости, это аппаратное обеспечение, которое было выбрано для его устройств отображения и функций управления. По этой причине он состоит из нескольких компонентов, которые обеспечивают получение экономических выгод.

- энергосбережение до 41%
- увеличение $\cos\phi$ до 0.89-0.95
- увеличить КПД до 98%
- совместное управление регуляторами

5.3 Расчет затрат на разработку изготовления готовой продукции

Стоимость разработки готового продукта для зарабатывания денег на новых или существующих основных фондах для реконструкции. В стоимость входят затраты на приобретение оборудования и затраты на монтаж, транспортные расходы, отходы монтажа. Смета на основании: монтаж оборудования, прайс-листы, прайс-листы технических условий.

Капитальные затраты на создание системы управления складываются из следующего:

- затраты на приобретение средств автоматизации;
- заработная плата разработчиков (с отчислениями на социальные нужды);
- затраты на монтаж.

5.4 Расчет капиталовложений и экономической эффективности по варианту ТПБ

Задача была введена в систему "ПЧ-ад" -регулятор частоты вращения асинхронного двигателя, тиристорный преобразователь частоты, датчик частоты вращения, Пускорегулирующие устройства.

- Акционерное общество «АЗТМ» предлагает следующий комплект;
- асинхронный двигатель-BAO2-280-S6, цена 1 134 000 тенге;

-тиристорный преобразователь частоты- GD100-7R5G-4, цена - 100100тенге(в цену входит пускорегулирующая аппаратура).

Суммарные капиталовложения (система ПЧ-АД):

$$\sum K = K_0 + K_M \quad (5.4.1)$$

где K_0 -затраты на приобретение оборудования, включающие в себя расходы на транспортировку;

K_M -затраты на монтаж.

$$Ц = Ц_{АД} + Ц_{ПЧ} \quad (5.4.2)$$

где $Ц_{АД}$ -цена асинхронного двигателя;

$Ц_{ПЧ}$ -цена преобразователя частоты (в комплекте с пускорегулирующей аппаратурой).

$$Ц = 1\,134\,000 + 100\,100 = 1,2351 \text{ млн. тенге.}$$

Затраты на транспортировку системы «преобразователь частоты асинхронный двигатель» принимаются равными 10% от его стоимости:

$$K_0 = 0.1Ц + Ц = 0,1 \cdot 1,2351 + 1,2351 = 1,35862 \text{ млн. тенге}$$

Затраты на монтажные расходы составляют примерно 7% от стоимости оборудования:

$$K_m = 0,07Ц = 0,07 \cdot 1,2352 = 0,0864, \text{ млн. тенге}$$

Тогда суммарные капиталовложения составляют:

$$\sum K = 1,35872 + 0,0864 = 1,4451 \text{ млн. тенге}$$

5.5 Расчет текущих годовых эксплуатационных издержек по варианту ТПБ

Текущие годовые издержки на эксплуатацию.

$$И = И_{\text{ФОТ}} + И_{\text{СН}} + И_{\text{М}} + И_{\text{Э}} + И_{\text{А}} + И_{\text{Н}}$$

где $И_{\text{ФОТ}}$ - фонд оплаты труда (основная и дополнительная заработные платы);

$И_{\text{СН}}$ -социальный налог(11%);

I_M -материальные затраты и запасные части (0,5% от капитальных вложений);

$I_Э$ -электроэнергия для производственных нужд;

I_A -амортизационные отчисления (нормы амортизационных отчислений для отрасли 5-10%);

I_H -Косвенные затраты (косвенные затраты включают все расчеты, управление затратами, экономические, расходы на образование и обучение, транспортные расходы). Обычно это 15% от всех прочих расходов. Рассчитав заработную плату, мы представляем среднемесячную заработную плату сотрудников.

Таблица 5.1 -Среднемесячные оклады

Список персонала	К ол-во	Должностная ставка рабочих,тыс тенге	З/п в год рабочих,тыс тенге
Механик	1	60	720
Итого:			720

Фонд оплаты труда за год составит:

$$I_{\text{ФОТ}}=720, \text{ тыс.тенге.}$$

Издержки на социальный налог:

$$I_{\text{СН}} = (I_{\text{ФОТ}} - 10\% \times I_{\text{ФОТ}}) \cdot 11\%,$$

где 10%-пенсионные отчисления.

$$I_{\text{СН}} = (720 - 0,1 \times 720) \times 0,11 = 648, \text{ тыс. тенге}$$

Издержки на материальные затраты и запасные части (0,5% от капитальных вложений).

$$I_M = K \cdot 0,005 = 1,4451 \cdot 0,005 = 7,225, \text{ тыс. тенге}$$

Определение издержек годовых затрат на электроэнергию с учетом потерь(для системы ПЧ-АД):

$$I_Э = W \cdot I_{yЭ} \cdot N,$$

где W -годовое потребление электроэнергии ПЧ-АД,
 $I_{yЭ}$ -тариф на электроэнергию, $I_{yЭ} = 14,36 \text{тг/кВт}$,

N-количество двигателей (в нашем случае N=3)

Потери электроэнергии

$$\Delta W = \Delta P_C \cdot T_\Gamma = 1,36 \cdot 1404 = 1909,43 \text{ кВт.}$$

где ΔP_C - средние потери активной мощности рассматриваемого элемента электропривода;

T_Γ -годовое время работы($T_M - 10\%T_M$).

Средние потери активной мощности:

$$\Delta P_C = \Delta P_M \cdot \tau = 1,76 \cdot 0,77 = 1,35 \text{ кВт.}$$

Где ΔP_M - максимальные потери активной мощности;

τ -относительное время использования максимума потерь;

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{T_M}{T_\Gamma}$$

Где T_M -годовое число часов использования максимума нагрузки, 5дней в неделю по 6 часов.

$$T_M = 5 \cdot 6 \cdot 52 = 1560 \frac{\text{ч}}{\text{год}},$$

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{1560}{1560 - 0,1 \cdot 1560} = 0,78$$

Макимальные потери активной мощности определяются:

$$\Delta P_M = \Delta P_{XX} + \Delta P_{HH} \cdot K_3^2 = 0,99 + 1,2 \cdot 0,8^2 = 1,76 \text{ кВт},$$

где ΔP_{XX} -потери холостого хода

$$\Delta P_{XX} 0,55 \cdot \Delta P_H = 0,55 \cdot 1,8 = 0,99 \text{ кВт},$$

K_3 –коэффициент загрузки, $K_3=0,8$.

$$\Delta P_H = P_H \cdot \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot K_3 = 30 \cdot \frac{1 - 0,93}{0,93} \cdot 0,8 = 1,7 \text{ кВт},$$

$P_H=18,5$ кВт(по паспортным данным).

Годовое потребление электроэнергии:

$$W = T_M \cdot P_H = 1560 \cdot 18,5 \cdot 3 = 86570 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}},$$

Потребление электроэнергии плюс потери:

$$W_{\Pi} = W + \Delta W = 86580 + 1909.44 = 88.488 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}}$$

$$И_{\text{э}} = W \cdot И_{\text{уэ}} \cdot N = 86580 \cdot 14,36 = 1,242 \text{тыс. тенге}$$

Издержки на амортизацию

$$И_{\text{А}} = \sum K \cdot 0,05 = 1,4451 \cdot 0,05 = 721 \text{тыс. тенге}$$

Издержки на накладные расходы

$$И_{\text{Н}} = 0,15 \cdot (И_{\text{зп}} + И_{\text{сн}} + И_{\text{м}} + И_{\text{А}} + И_{\text{Н}})$$
$$И = 720 + 648 + 722 + 315 = 2,406 \text{ тыс. тенге.}$$

$K_{\Pi} 1,05$ —; коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети
 $\text{Ц}_{\text{э}} = 16,276 \text{тенге./кВт} \cdot \text{ч}$ —стоимость электроэнергии;

$T_{\text{э}}$ —эффективный фонд времени работы электропривода в планируемом периоде;

$n=3$ —сменность работы электропривода;

$t=8$ ч.—средняя продолжительность смены;

$\beta=5,8\%$ —планируемые потери рабочего времени на ремонт и обслуживание электропривода.

5.6 Расчет эффективности инвестиций

Так как развитие и обслуживание элеватора является капиталоемкой отраслью (срок окупаемости капитальных вложений может составлять более 3-х лет), и, как правило, не наблюдается существенного влияния, то для создания долгосрочных инвестиций (инвестиций) с этой целью будут рассчитываться следующие показатели:

- чистая приведённая стоимость – NPV (Net Present Value);
- индекс рентабельности инвестиций – PI (Profitability Index);
- внутренняя норма доходности – IRR (Internal Rate of Return);
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций – DPB (Discounted Payback Period).

Достаточные расчеты для изучения целесообразности моих рамок NPV и PI.

Международная практика оценки эффективности проекта основана на концепции ценности денег во времени. Влияние инвестиционного капитала оценивается путем сопоставления денежного потока, сформированного в ходе

реализации инвестиционного проекта к первоначальным инвестициям. Проект считается эффективным, если они возвращают первоначальную сумму инвестиций и возвращают необходимые инвестиционные решения, чтобы выручить имущество.

Также можно инвестировать, как и денежный поток, в данный день или конкретный год (как правило, начало предстоящего проекта).

Инвестиции в проект принять систему критериев оценки, которые можно сверить с допустимыми вариантами в нескольких инвестиционных проектах, с точки зрения инвестора определить рентабельность денежного потока, выбрать наиболее приемлемый капитал, наиболее подходящий метод финансирования, наиболее подходящий способ.

Особенности стандарта системы, следующим образом:

Инвестиционно-денежный поток-это инвестиционный проект времени и места реализации в сравнении. Минимальный период оценки.

Система имеет несколько методов оценки, в том числе: в каждом проекте должна быть проведена оценка, существует набор методов оценки.

Для улучшения совместимости валютных индикаторов необходимо:

- а) при инфляции;
- б) при существовании различных инвесторов;
- в) в этом случае на инвестиции и инвестиционный проект будет сформирован денежный поток
- г) когда реализовать разное время:

Инвестиционной практике денежные потоки могут быть либо чистый отток или приток.

Чистый отток превышает стоимость различных видов доходов"-"

Чистый доход-это различные формы затрат, подписанные "деньгами" через различные виды доходов"

Расчеты эффективности, как правило, основаны на или в первый год этого инвестиционного проекта. Стоимость инвестиций и денежных потоков рассматриваются как годовые величины.

Будущая стоимость скидки(скорректированная) - это стоимость валюты (современная).

Процесс дисконтирования капитальных вложений и денежных потоков осуществляется по различным ставкам дисконтирования в зависимости от особенностей инвестиционного проекта. Ставка дисконтирования может быть установлена над доходностью годовой ставки на основе инвестора инвестированного капитала, который он может пожелать иметь.

Процесс инвестирования капитала и денежного потока за счет создания различной учетной ставки зависит от уникального проекта, в который вложены средства. Начиная с того, что инвесторы могут устанавливать более учетную ставку, а доходность годовой ставки, проект, вносящий вклад в капитал, может быть установлен по собственному желанию или.

Коэффициент дисконтирования, α_t находится по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (5.6.1)$$

где t – время расчета дисконтирования, год;

r – минимальный обязательный уровень доходности проекта (7 %).

Рассчитайте, когда вы можете конвертировать r , например, уровень инфляции или процентную ставку по банковскому кредиту или депозитную ставку.

Возврат текущего значения (PV):

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (5.6.2)$$

где r – норма дисконта;

n – число периодов, со времени реализации проекта;

CF_t – чистый поток платежей в периоде t , тенге.

Поток денег находится по формуле:

$$CF = \Pi_{\text{ч}} + I_{\text{а}}, \text{тенге} \quad (5.6.3)$$

Чистая текущая стоимость проекта (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (5.6.4)$$

где I_0 - полная сумма инвестиции.

Индекс доходности PI-уменьшение процента консенсуса о влиянии на величину инвестиционной стоимости, рассчитываемого по формуле:

$$PI = \sum_t^n \frac{CF}{(1+r)^t} / I_0,$$

5.7 Расчёт окупаемости

Прибыль рассчитывается по формуле:

$$П = И \cdot 20\% = 2,405 \cdot 0,2 = 0,481$$

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитываем по формуле:

$$T_{OK} = \frac{K}{\Pi} = \frac{1,4441}{0,481} = 2,9 \text{ года}$$

Процесс расчета NPV является положительным знаком. Скидка без учета возврата инвестиций приведет к получению дохода на второй год, поскольку скидка как счет приведет к получению дохода за год. В его экономической жизни есть начальные затраты, предложения, прибыль, а также некоторые резервы, которые возмещают проект. Проект должен быть принят, например, индекс рентабельности $PI > 1$.

Явный случай:

$PI > 1$, следующие проекты должны быть приняты;

$PI < 1$, проект должен быть отклонен;

$PI = 1$, проект также прибыльный или прибыльный.

В отличие от производительности индекса, NPV

Это относительное указание. По этой причине удобно выбирать проект из множества альтернатив, так как проект имеет практически одинаковое значение NPV при заполнении портфеля с максимальным суммарным значением NPV. В результате вы можете услышать расчеты электроприводов и короткозамкнутых роторов и преобразователей частоты, но это эффективный выбор.

Заключение

Дипломная работа выполнена на тему: «Разработка автоматизированного электропривода лифта» .

В основной части диплома были проанализированы и исследованы такие вопросы как классификация лифтов, их устройство; проведены расчеты потери мощности в шахте, механические рабочие параметры, усилий в тяговых канатах, статические нагрузки.

В специальной части дипломной работы выполнены для выбранного электродвигателя электропривода лифта расчет и построение естественной механической характеристики, и механические характеристики при законе частотного регулирования асинхронного двигателя, механические характеристики ПЧ-АД при сохранении постоянства перегрузочной способности и выбраны преобразователь частоты с микропроцессорной системой управления

В разделе безопасность жизнедеятельности анализированы условия труда, рассчитаны искусственное освещение зданий.

Экономическая часть дипломной работы посвящена на оценке экономической эффективности автоматизированной системы управления электропривода лифта.

Список использованных литературы

- 1 Ушаков П.Н., Бродский М.Г. Краны и лифты промышленных предприятий. Справочник. - М.: Металлургиздат, 1977.- 352 с.
- 2 Егоров К.А. Системы управления пассажирскими лифтами. - М.: Стройиздат, 1977. - 236 с.
- 3 Шеховцов В.П. «Расчёты проектирования осветительных устройств и электроустановок промышленных механизмов». - 2009 г.
- 4 Радченко Т.Б., Киселев В.С., Радченко М.В. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов: Справочные материалы к курсовому проекту для студентов специальности 140604 /АлтГТУ им. И.И. Ползунова.- Барнаул: АлтГТУ, 2011. - 33 с.
- 5 Справочник по электрическим машинам: В 2 т./ С74 Под общ. ред. И. П. Копылова и Б. К. Клокова. Т. 1. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 456 с.
- 6 ГОСТ 5746 - 2003. «Лифты пассажирские. Основные параметры и размеры»
- 7 Исаханов М.Ж. И 85 Электр жетегі негіздері: Техникалық мамандық алушы студенттерге арналған//,-Алматы, 2009.- 178 бет.
- 8 СНиП РК 2.04.-05.2002 Естественное и искусственное освещение. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства.
- 9 Справочная книга для проектирования электрического освещения/ Под.ред. Г.М. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
- 10 ПБ 10-558-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов. Госгортехнадзор РФ, 2003 г.
- 11 Экономика, организация и управление на предприятии Учебник/ Корсаков М.Н., Ребрин Ю.И., Федосова Т.В., Макареня Т.А., Шевченко И.К. и др.; Под ред. М.А. Боровской. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008. – 440с.
- 12 Жандаулетова Ф.Р., Бегимбетова А.С. Методические указания к выполнению раздела «Защита от производственного шума» в выпускных работах для всех специальностей. Алматы: АУЭС, 2009.-34с
- 13 Жакупов А.А., Валиева Л.Ш., Соколова И.С. Экономика отрасли. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800-Электроэнергетика – Алматы: АУЭС. 2013.-50с.