

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2019 г.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДЪЕМНИКА
ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ГАРАЖНЫХ БОКСОВ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.19.022.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности

к.т.н., доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2019 г.

Руководитель работы

д.т.н., профессор

_____ П.Г. Вигриянов
_____ 2019 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-403

_____ А.Ю. Жмаев
_____ 2019 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2019 г.

Златоуст 2019

АННОТАЦИЯ

Жмаев А.Ю. Разработка электрооборудования подъемника легковых автомобилей для гаражных боксов – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2019 г., 50 с., 16 ил., библиогр. список – 18 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе разработан частотно - регулируемый электропривод подъемника легковых автомобилей. Создана математическая модель подъемника, а так же отдельно реализована характеристика привода в программе Vissim.

Выбранное оборудование позволяет снизить пусковые нагрузки на электродвигатель, так же избавиться от рывков в начальный момент подъема.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы в области охраны труда, микроклимата помещения, организации гражданской обороны.

13.03.02.19.022.00.00 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					Разработка электрооборудования подъемника легковых автомобилей для гаражных боксов. Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
						Д	4	50
						Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Разраб.		Жмаев А.Ю.						
Провер.		Вигриянов П.Г.						
Т. Контр.		Сандалов В.М.						
Н. Контр.		Терентьев О.В.						
Утверд.		Сергеев Ю.С.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	7
2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, УСТРОЙСТВО И КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДЪЕМНИКА.....	15
3 РАСЧЕТ СИЛОВОЙ ВИНТОВОЙ ПЕРЕДАЧИ	18
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	20
4.1 Определение параметров электродвигателя	20
4.2 Выбор магнитных пускателей	21
4.2 Выбор автоматического выключателя.....	22
5 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ЧАСТОТНО – РЕГУЛИРУЕМОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	24
5.2 Выбор частотно-регулируемого преобразователя.....	25
5.3 Общие сведения о преобразователе	26
5.4 Принципиальная схема электропривода	28
6 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА в программе vissim	32
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	36
7.1 Краткое описание производственного участка.....	36
7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	36
7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.	36
7.4 Охрана труда.....	38
7.5 Комплекс мероприятий по предупреждению опасности поражения электрическим током.....	39
7.6 Защита от механического травмирования	42
7.7 Защита от вибраций	42
7.8 Противопожарная и взрывобезопасность.....	43
7.9 Экологическая безопасность	45
7.10 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	50

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт в Российской Федерации в силу ряда причин приобретает все большее значение. Автомобили обширно используются во всех отраслях экономики, выполняют значительный объем транспортных работ - служат для перевозки грузов и пассажиров непосредственно от «дверей до дверей». Автомобили имеют широкий спектр применения в различных климатических и географических условиях и в связи с этим подвергаются разнообразным нагрузкам. Поэтому техническое состояние автомобиля, как и всякого механизма, в процессе эксплуатации изменяется. Оно ухудшается вследствие износа деталей и механизмов, поломок и других неисправностей, что приводит к понижению эксплуатационных и других качеств автомобиля. Автомобиль является источником повышенной опасности, и согласно действующему законодательству владелец несет полную ответственность за техническое состояние и эксплуатацию принадлежащего ему транспортного средства. Поддержание автомобилей в технически исправном состоянии обеспечивается путём своевременного проведения ТО и ремонта. В настоящее время проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей невозможно без применения специального оборудования. Применяя технологическое оборудование достигается качество выполняемых работ уменьшается время, затрачиваемое на обслуживание автомобиля и возрастает производительность труда.

Разборно-сборочные работы – одни из основных при текущем ремонте или обслуживании автомобиля (около 28-37% трудоемкости всех ремонтных работ). Неотъемлемой частью разборно-сборочных работ являются подъемно-транспортные и подъемно-осмотровые работы. Имея высокую трудоемкость при этих работах, необходимо использовать специальное оборудование. К этому оборудованию относятся конвейеры, грузовые тележки, тельферы и тали, передвижные краны, кран-балки, подъемники, опрокидыватели и домкраты.

Подъемники незаменимы при проведении подъемно-осмотровых работ при техническом обслуживании и ремонте автомобилей. Они значительно уменьшают их трудоемкость. Чтобы удовлетворять условиям производства подъемники должны иметь высокую производительность, малую металлоемкость, низкое энергопотребление и себестоимость, а также удовлетворять требованиям экологической безопасности и охраны труда.

Целью выпускной квалификационной работы является уменьшение энергопотребления и снижение динамических нагрузок электропривода подъемника.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

-разработка кинематической схемы двухстоечного электромеханического подъемника;

-расчет силовой винтовой передачи;

-определение параметров электродвигателя;

-выбор частотного преобразователя;

-моделирование в программе VisSim.

Объект: электромеханический подъемник.

Предмет: частотно регулируемый электропривод.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Автомобильные подъемники классифицируются по типу привода и по типу конструкции.

Классификация автомобильных подъемников по типу привода:

- электромеханический привод подъема. К достоинствам подъемников с данным типом привода относятся: низкая стоимость, благодаря которой можно реализовать самый экономичный вариант оснащения автосервиса и простота конструкции. Основным рабочим «органом» подъемника является пара винт-гайка, к периодичности обслуживания которой предъявляются высокие требования;

- электрогидравлический привод подъема. К достоинствам данного типа подъемников относят: бесшумность и плавность работы, высокая скорость подъема — опускания, возможность ручного опускания в случае отключения электроэнергии, простота конструкции и низкая стоимость обслуживания, высокий уровень безопасности;

- пневматический привод подъема. Данный тип привода в основном используется на ножничных подъемниках. В отличие от гидравлических подъемников, подъем платформы осуществляется за счет сжатого воздуха, а не давления масла в системе. Подъемник предназначен для использования на различных станциях технического обслуживания и шиномонтажных мастерских. При помощи платформы осуществляется подъем и вывешивание всех колес автомобиля одновременно. Установка подъемника на шиномонтажных мастерских позволяет, в межсезонье, проводить мелкий ремонт ходовой (замена шаровых опор, рулевых наконечников, тормозных колодок). В конструкции подъемника предусмотрен предохранительный стопор.

Автомобильные подъемники монтируются на бетонном, асфальтном или на другом подготовленном твердом и ровном полу в необходимом месте.

Классификация автомобильных подъемников по типу конструкции:

- одностоечный подъемник, который представлен на рисунке 1.1. Состоит из одной несущей стойки (колонны). Основным достоинством таких подъемников является малая занимаемая площадь помещения. Одностоечные подъемники подразделяют на стационарные и передвижные. Стационарные подъемники обладают грузоподъемностью до 2,5 тонн, когда передвижные имеют грузоподъемность до 250 килограмм. Подъем автомобиля такой конструкцией подъемника осуществляется с одной стороны автомобиля, либо за пороги, либо за колеса. Данный тип подъемников применяется для выполнения работ по техническому обслуживанию автомобиля, антикоррозионной обработке днища, для шиномонтажа на станциях технического обслуживания с ограниченной площадью и гаражах. В качестве объекта анализа принимаем одностоечный подъемник зарубежного производителя «Nussbaum». В таблице 1.1 приведены основные характеристики данного устройства;

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Таблица 1.1 – Технические характеристики одностоечного подъемника Nussbaum (Германия)

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, кг	2000
Время подъема, с	36
Высота подъема, мм	1975
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Цена, руб.	570550



Рисунок 1.1 – Одностоечный подъемник

- двухстоечный подъемник, представлен на рисунке 1.2. Он состоит из двух стоек, каждая из которых оснащена кронштейнами (лапами) для подъема автомобиля. В зависимости от типа подъемника их грузоподъемность достигает 5 тонн.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Подхват автомобиля при подъеме на двухстоечном подъемнике осуществляется за поддомкратные места автомобиля. Передние лапы подъемника имеют угол поворота 180 градусов, благодаря чему, обеспечивается быстрая подготовка автомобиля к подъему, как с длинной, так и с короткой базой.

Двухстоечные автомобильные подъемники подразделяются на симметричные и асимметричные. В асимметричных подъемниках стойки развернуты несколько к задней части автомобиля и соответственно телескопические лапы имеют разную длину, передние короче, что позволяет дверям автомобиля открываться значительно шире. Подъемники с ассиметричной конструкцией используют в основном для легковых автомобилей массой до 3 тонн. Для обслуживания автомобилей массой более 3 тонн рекомендуется использовать симметричные автоподъемники. Симметричная конструкция стоек подъемника обеспечивает большую устойчивость автомобиля на лапах при подъеме.

Двухстоечные подъемники бывают с верхней и с нижней системой синхронизации. Снизу подъемника установлена напольная рама, которая облегчает установку подъемника. Последнее время в большую популярность приобретают подъемники с верхней синхронизацией «с чистым полом». Он обеспечивает комфортный заезд автомобиля и работу автослесаря под поднятым транспортным средством. При расположении элементов синхронизации вверху, следует обратить внимание на такой важный элемент как высота верхней горизонтальной перемычки. Для обслуживания мини-вен с высокой крышей, ГАЗелей и.т.д., необходима минимальная высота от 4000мм. Подъемники применяются для общесервисных, шиномонтажных и арматурных работ. В качестве объекта анализа принимаем двухстоечный подъемник отечественного производства. В таблице 1.2 приведены основные характеристики данного устройства;

Таблица 1.2 – Технические характеристики двухстоечного подъемника

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, кг	3200
Время подъема, с	90
Высота подъема, мм	1800
Скорость подъема, м/мин	1,1
Мощность электродвигателей, кВт	1,5
Синхронная частота вращения, об/мин	1500



Рисунок 1.2 – Двухстоечный подъемник

- четырехстоечный подъемник, представлен на рисунке 1.3. Конструкция представляет четыре стойки и размещенную на них платформу для подъема автомобиля. Благодаря встроенной в платформу гидравлической системе, подъемник работает очень тихо, а низкая высота платформы позволяет обслуживать автомобили с низким клиренсом, например, спортивными автомобилям.

Подъемники оснащаются разными типами платформ: гладкой платформой, длинной гладкой платформой, платформой под развал-схождение с выемками под поворотные столы и укомплектованные скользящими пластинами под задние колеса, платформой с дополнительным микроподъемником. Данный тип автомобильных подъемников используется в основном для обслуживания грузовых автомобилей, а также на постах контроля и регулировки углов установки колес (развал-схождение). В качестве объекта анализа принимаем четырехстоечный подъемник зарубежного производителя «Nussbaum». В таблице 1.3 приведены основные характеристики данного устройства;

Таблица 1.3 – Технические характеристики четырехстоечного подъемника Nussbaum (Германия)

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, кг	3500

Окончание таблицы 1.3

Наименование параметра	Значение параметра
Время подъема, с	45
Высота подъема, мм	1840
Мощность электродвигателя, кВт	3,0
Цена, руб.	924020



Рисунок 1.3 – Четырехстоеый подъемник

- ножничный подъемник, представлен на рисунке 1.4. Преимуществом данной конструкции является то, что в не рабочем положении она занимает мало места. При наземной установке на поверхности располагаются лишь трапы и въездные аппарели. Ножничные подъемники, оснащены гидравлическими, либо пневматическими приводами, что обеспечивает бесшумность и долговечность работы оборудования. Синхронизация между обеими сторонами ножничного подъемника осуществляется либо при помощи гидравлики, которая является очень надежной, бесшумной и предельно точной, либо электронным способом. Ножничные подъемники комплектуются дополнительными подъемными столами для вывешивания колес и комплектом для стенда «развал-схождение». Подъемники ножничной конструкции используются для совместной работы со стендами установки углов колес, а также для общесервисных работ. В качестве объекта анализа принимаем

ножничный подъемник зарубежного производителя «Nussbaum». В таблице 1.4 приведены основные характеристики данного устройства;

Таблица 1.4 – Технические характеристики ножничного подъемника «Nussbaum» (Германия)

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, кг	3000
Время подъема, с	60
Высота подъема, мм	2030
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Цена, руб.	20600



Рисунок 1.4 – Ножничный подъемник

- плунжерный подъемник, представлен на рисунке 1.5. У данного типа подъемников самая простая конструкция. Подъемные лапы, трапы или платформы закреплены на концевых частях поршней (плунжеров) гидроцилиндров, которые, в свою очередь, заглублены в полы в вертикальном положении. Плунжерные подъемники могут иметь два исполнения – с наземным расположением подъемных приспособлений или с заглублением их в полы, - причем во втором случае, когда подъемник находится в нерабочем положении, на поверхности пола вообще ничего нет. Когда автомобиль находится на подъемнике, к нему имеется свободный доступ с любой стороны. Выносной блок управления позволяет эксплуатировать эти подъемники внутри помещений и на автомобильных мойках. Плунжерные подъемники являются идеальным решением при проведении общесервисных работ, в том числе при приемке и сдаче автомобиля. Предлагаются одно-, двух- или четырехплунжерные подъемники, причем последние отлично подходят для совместной работы со стендами «развал-схождение». Благодаря применению специальных схем синхронизации плунжерные подъемники могут объединяться в большие системы, для обслуживания, например, длинномерного и крупногабаритного транспорта. В качестве объекта анализа принимаем плунжерный подъемник зарубежного производителя «Nussbaum». В таблице 1.5 приведены основные характеристики данного устройства.

Таблица 1.5 – Технические характеристики плунжерного подъемника Nussbaum (Германия)

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, кг	4000
Время подъема, с	30
Высота подъема, мм	1990
Мощность электродвигателя, кВт	3,0
Цена, руб.	739073

Выводы по разделу один.

Рассмотрены конструкции подъемников для автомобилей различных зарубежных и отечественных производителей. Исходя из анализа конструкций, принято решение разрабатывать частотный привод для двухстоечного электромеханического подъемника, так как данный тип больше всего распространен на сегодняшний день.



Рисунок 1.5 – Плунжерный подъемник

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, УСТРОЙСТВО И КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДЪЕМНИКА

Исходными данными для проектирования электропривода являются[2]:

- кинематическая схема автомобильного подъемника;
- скорости движения подъемника при различной загрузке с допускаемыми отклонениями от заданного значения;
- максимальная грузоподъемность проектируемого подъемника;
- высота подъема автомобиля;
- допускаемые значения ускорения подъемника по условиям механической прочности или условиям технологического процесса;
- время работы для выполнения технологической операции и число циклов в час;
- линейное перемещение (или угол поворота вала) РО;
- линейные (или предельные) жесткости соединительных валов РО;
- система электроснабжения участка, в котором работает механизм.

Краткая техническая характеристика подъемника представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики подъемника

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, кг	3500
Время подъема, с	90
Высота подъема, мм	1800
Скорость подъема, м/мин	1,2

Устройство двухстоечного электромеханического винтового подъемника. Он состоит из двух коробчатых стоек 1 и поперечины 2. В каждой стойке размещен ходовой винт 3, по которому перемещается грузоподъемная балка 4 с раздвижными подхватами 5. Ходовые винты приводятся во вращение от электродвигателя 6 через червячный редуктор 7, установленный на одной из стоек. Вращение на другой винт передается с помощью цепной передачи 8, смонтированной внутри поперечины 2. Крепёж к полу осуществляется анкерными болтами 9. Упорные ролики 10 служат для освобождения вина от изгибающих усилий.

На рисунке 2.1 изображена схема двухстоечного электромеханического подъемника.

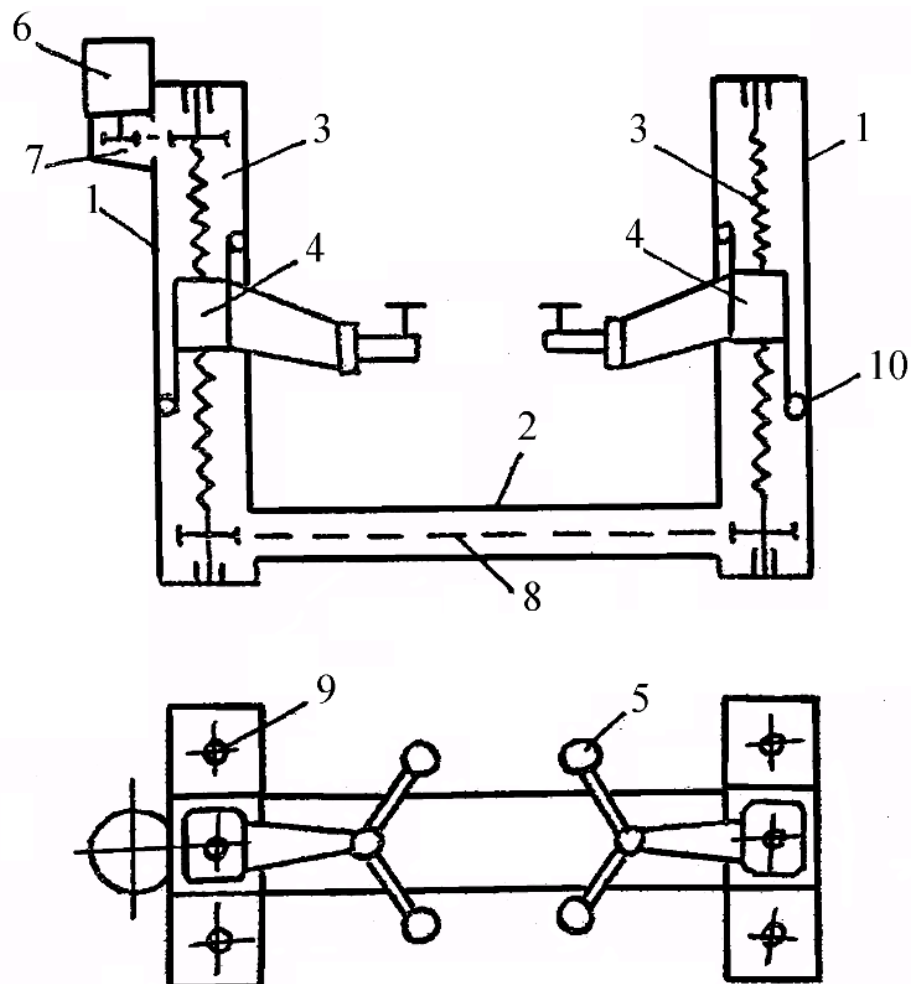


Рисунок 2.1 – Схема двухстоечного подъемника:
 1 – стойка; 2 – поперечина; 3 – винт;
 4 – грузоподъемная балка; 5 – подхваты;
 6 – электродвигатель; 7 – редуктор;
 8 – карданная передача; 9 – крепеж;
 10 – упорные ролики.

Кинематическая схема — это такая схема, на которой показана последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам и их взаимосвязь. На кинематических схемах изображают только те элементы машины или механизма, которые принимают участие в передаче движения без соблюдения размеров и пропорций[8]. Читать кинематическую схему начинают от двигателя, как источника движения всех подвижных деталей механизма. Определяя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, устанавливают его назначение и характер передачи движения. Кинематическая схема подъемника представлена на рисунке 2.2.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

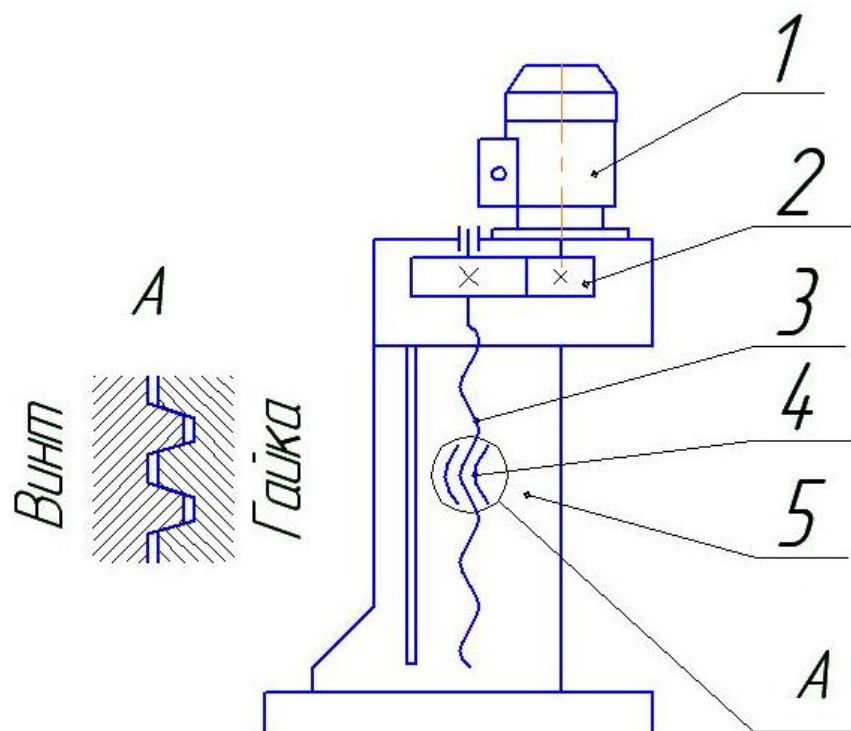


Рисунок 2.2 – Кинематическая схема электромеханического подъемника:
 1 – электродвигатель; 2 - червячный редуктор; 3 – грузовой винт; 4 – каретка с гайкой и механизмом подхвата; 5 – стойка.

Выводы по разделу два

Сформулированы технические данные проектируемого подъемника. Рассмотрено устройство и разработана кинематическая схема электромеханического подъемника. На основании технических данных будут выполнены дальнейшие расчёты.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.19.022.00.00 ПЗ

Лист

17

3 РАСЧЕТ СИЛОВОЙ ВИНТОВОЙ ПЕРЕДАЧИ

Винтовая передача скольжения состоит из ходового винта с резьбой трапецеидального профиля и соответствующей гайки. Пара винт-гайка преобразует вращательное движение в поступательное[9]. Средний диаметр резьбы винта и гайки рассчитывается по формуле:

$$d_2 = \sqrt{(Q/\pi \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot [q])},$$

где Q – вес, приходящийся на каждую стойку;

k_1 - отношение веса гайки h к среднему диаметру резьбы, $k_1=1,2\dots 2.5$ – меньшие значения для более крупного диаметра резьбы;

k_2 – коэффициент, зависящий от вида резьбы, для трапецеидальной резьбы $k_2 = 0,5$;

$[q]$ – допускаемое давление для резьбы, $[q] = 10$ Мпа[8].

При подъеме автомобиля, вес, приходящийся на одну стойку, не всегда равен весу на второй стойке. Исходя из этого вес Q , рассчитывается с учётом коэффициента неравномерности нагрузки k_z , $k_z = 1,3$:

$$Q = m \cdot g \cdot k_z \cdot H.$$

С учетом коэффициента неравномерности нагрузки, средний диаметр резьбы винта и гайки:

$$d_2 = \sqrt{(22295/3.14 \cdot 1.9 \cdot 0.5 \cdot 10)} = 27,3$$

С учетом запаса прочности, необходимого для ходового винта подъемника, принимаем трапецеидальную однозаходную правую резьбу с диаметром $d_2 = 33$ мм и шагом $h = 3,5$ мм.

Принимаем материал винтовой пары:

для винта – Сталь 45;

для гайки – Бр ОЦС-6-6-3.

Проверяем условие самоторможения винта – угол подъема винтовой линии должен быть меньше угла трения[4]:

$$L < \rho,$$

где L – угол подъема винтовой линии;

ρ – угол трения, для винтовой пары сталь-бронза $\rho = 4^\circ$.

$$L = \arctg (h/(\pi \cdot d_{cp})),$$

$$L = \arctg (3,5/(3,14 \cdot 33)) = 1,95^\circ.$$

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

где h – шаг резьбы, $h = 3,5$ мм.

Так как $1,95^\circ < 4^\circ$, то условие самоторможения выполняется[4].

Частота вращения винта:

$$n = U/p ,$$

где U – скорость подъема ;

h – шаг резьбы.

$$n = 1,2/0,0035 = 343 \text{ об/мин},$$

Передаточное число от электродвигателя к винту:

$$i = n_{\text{дв}}/n ,$$

$$i = 1500/343 = 4,37.$$

Выводы по разделу три

Винтовая передача подъемника является одним из самых нагруженных звеньев. Произведен расчет передачи с учетом запаса. Выбрана резьба диаметром 33 мм и шагом 3, мм. Произведена проверка самоторможения винта $L < \rho$, $L=1,95^\circ$. Условие самоторможения выполняется.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

4.1 Определение параметров электродвигателя

Требуемая мощность двигателя[5,6]:

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{м}} / \eta_{\text{общ}},$$

где $P_{\text{м}}$ – требуемая мощность для подъема груза;
 $\eta_{\text{общ}}$ – общий КПД привода.

$$P_{\text{м}} = V \cdot F_{\text{а}},$$

где V – скорость подъема автомобиля;
 $F_{\text{а}}$ – вес автомобиля.

$$F_{\text{а}} = m \cdot g,$$

где m – грузоподъемность;
 g – ускорение свободного падения.

$$\begin{aligned} F_{\text{а}} &= 3500 \cdot 9,81 = 34335, \\ P_{\text{м}} &= 0,02 \cdot 34335 = 686,7 \text{ Вт}, \\ \eta_{\text{общ}} &= \eta_{\text{под.к}} \cdot \eta_{\text{в-г}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{цеп.п}}, \end{aligned}$$

где $\eta_{\text{под.к}}$ – КПД подшипников качения,
 $\eta_{\text{в-г}}$ – КПД самотормозящейся передачи винт-гайка,
 $\eta_{\text{ред}}$ – КПД редуктора,
 $\eta_{\text{цеп.п}}$ – КПД карданной передачи.

$$\begin{aligned} \eta_{\text{общ}} &= 0,98 \cdot 0,4 \cdot 0,96 \cdot 0,95 = 0,36, \\ P_{\text{дв}} &= 686,7 / 0,36 = 1907,5 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Принимаем электродвигатель асинхронный короткозамкнутый трехфазный АИР90L4, $n_{\text{ном}} = 1420$ об/мин, $P_{\text{ном}} = 2,2$ кВт. Технические характеристики представлены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Технические характеристики двигателя

Электродвигатель	Мощность, кВт	$\cos \varphi$	Номинальный ток, А	КПД, %	$M_{\text{ном}}$, Н·м
АИР90L4	2,2	0,83	5,2	81,0	14,8

4.2 Выбор магнитных пускателей

Магнитные пускатели предназначены для пуска, останова электродвигателей. Выбор магнитных пускателей осуществляется по номинальным параметрам. К номинальным параметрам относят: номинальное напряжение сети, номинальное напряжение питания катушек пускателей, номинальный коммутируемый ток электроприемников.

По номинальному напряжению сети:

$$U_{\text{ном.п}} \geq U_c ,$$

где $U_{\text{ном.п}}$ – номинальное рабочее напряжение магнитного пускателя, В;

U_c – номинальное напряжение однофазной сети, В.

По номинальному напряжению питания катушек пускателей:

Напряжение питания в цепях управления двигателями средней мощности предпочтительнее 220В переменного тока.

По номинальному коммутируемому току электроприемника.

Номинальный ток главной цепи пускателя должен быть больше максимального тока нагрузки (рабочего тока электродвигателя).

$$I_{\text{конт.}} \geq I_{\text{н}},$$

где $I_{\text{конт.}}$ – номинальный ток главной цепи пускателя;

$I_{\text{н}}$ – максимальный ток нагрузки.

Номинальный ток для трехфазных электродвигателей переменного тока определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi},$$

где $P_{\text{н}}$ – номинальная мощность электродвигателя, Вт.

$U_{\text{н}}$ – напряжение питания электродвигателя, В.

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки.

Для электродвигателя АИР90L4 номинальный ток равен:

$$I_{\text{н}} = \frac{2200}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.83} = 4\text{А}$$

По номинальной коммутируемой мощности электроприемника. Номинальная рабочая мощность контактора должна быть больше или равна мощности нагрузки (мощности электродвигателя):

$$P_{\text{конт}} \geq P_{\text{н}},$$

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

где $P_{\text{конт}}$ – номинальная рабочая мощность контактора, Вт;

$P_{\text{н}}$ – номинальная мощность электродвигателя, Вт.

В качестве пускателей для электродвигателя выбраны пускатели, фирмы IEK серии КМИ технические характеристики которых приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Характеристики контакторов серии КМИ

Параметр	Значение
Номинальное рабочее напряжение $U_{\text{н}}$, В	380
Диапазон рабочей температуры, °С	от -40 до +70
Максимальная частота коммутации, включений в час	от 1200 до 1800
Мощность катушки при удержании, Вт	7,5...20

Технические характеристики выбранных контакторов приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Выбранные контакторы серии КМИ

Параметры контактора			Параметры двигателя		
Контактор	Номинальный ток, А	Номинальная мощность, кВт	Двигатель	Номинальный ток, А	Номинальная мощность, кВт
КМИ10910	9	2,2	АИР90L4	4	2,2

Контактор КМИ10910:

$9\text{А} > 4\text{А}$, $2,2\text{ кВт} = 2,2\text{ кВт}$, условия выполняется.

$380\text{ В} = 380\text{ В}$, условие по номинальному коммутируемому напряжению выполняется.

Принимаем напряжение питания катушек $U_{\text{пит}}=220\text{В}$.

Условия выбора пускателей выполняются, следовательно, пускатели выбраны верно.

4.2 Выбор автоматического выключателя

Автоматические выключатели обеспечивают функции коммутации силовых цепей и защиты электроприемника, а также сетей от перегрузки и коротких замыканий. Для защиты всех цепей двигателя устанавливается автоматический выключатель.

Автоматические выключатели выбирают по их номинальному току и по напряжению.

По номинальному току для одиночных электроприемников:

$$I_{\text{ном, а}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{н}}$$

где $I_{\text{ном, а}}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А;

$I_{\text{н}}$ – номинальный ток электроприемника, А.

По номинальному напряжению:

$$U_{\text{ном, а}} \geq U_{\text{с}}$$

где $U_{\text{ном, а}}$ – номинальное напряжение автоматического выключателя, В;

$U_{\text{с}}$ – номинальное напряжение сети, В

Аппараты серии ПРК-32 торговой марки ИЕК предназначены для защиты трехфазных асинхронных электродвигателей от перегрузки, коротких замыканий и неполнофазных режимов работы.

Управление при помощи кнопки. Включение вручную осуществляется путём нажатия кнопки пуска «I». Отключение вручную осуществляется путём нажатия кнопки останова «O». Автоматическое отключение происходит при срабатывании теплоэлектромагнитного расцепителя или внешнего расцепителя напряжения. Серия ПРК-32 выпускается на номинальный ток до 25А. Технические характеристики автоматического выключателя ПРК-32 представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.15 – Технические характеристики автоматических выключателей

Параметр	Серия ПРК-32
Номинальное рабочее напряжение, В	380
Номинальный ток, А	от 0,4 до 25
Частота тока цепи, Гц	50/60
Механическая износостойкость циклов, не менее	10 000
Электрическая износостойкость циклов, не менее	10 000
Диапазон рабочих температур, °С	от -20 до +60
Степень защиты	IP41

Выбор автоматического выключателя для защиты цепей электродвигателя:

$I_{\text{ном, а}} \geq 1,2 \cdot 4$, условие выполняется;

380 В = 380 В, условие выполняется.

Выводы по разделу четыре

Выбранное оборудование обладает всеми необходимыми техническими параметрами, кроме того существует запас по номинальным значениям. Это обеспечит надежность и необходимую функциональность подъемника.

5 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ЧАСТОТНО – РЕГУЛИРУЕМОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

5.1 О частотном регулировании

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту питающего напряжения, можно в соответствии с выражением при неизменном числе пар полюсов p изменять угловую скорость по магнитного поля статора.

Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью.

Для получения высоких энергетических показателей асинхронных двигателей (коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности) необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение. Закон изменения напряжения зависит от характера момента нагрузки M_c . При постоянном моменте нагрузки напряжение на статоре должно регулироваться пропорционально частоте.

Схема частотного электропривода приведена на рисунке 5.1, а механические характеристики АД при частотном регулировании — на рисунке 5.2.

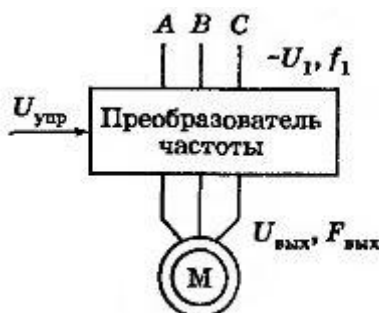


Рисунок 5.1 – Схема частотного электропривода

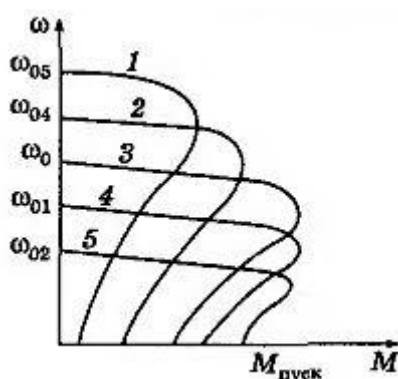


Рисунок 5.2 – Механические характеристики асинхронного двигателя при частотном регулировании

С уменьшением частоты f критический момент несколько уменьшается в области малых частот вращения. Это объясняется возрастанием влияния активно-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

го сопротивления обмотки статора при одновременном снижении частоты и напряжения.

Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя позволяет изменять частоту вращения в диапазоне (20 - 30) : 1. Частотный способ является наиболее перспективным для регулирования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Потери мощности при таком регулировании невелики, поскольку минимальны потери скольжения.

Большинство современных преобразователей частоты построено по схеме двойного преобразования. Они состоят из следующих основных частей: звена постоянного тока (неуправляемого выпрямителя), силового импульсного инвертора и системы управления.

5.2 Выбор частотно-регулируемого преобразователя

Преобразователи частоты с автономными инверторами осуществляют преобразование напряжения питающей сети в напряжение постоянного тока, а затем в трехфазное напряжение регулируемой частоты[1].

Выбор типа преобразователя зависит:

- от частоты питающей сети;
- от требуемого диапазона изменения частоты на выходе преобразователя, определенного диапазоном изменения скорости вращения электродвигателя;
- от мощности электродвигателя;
- от диапазона изменения нагрузки на валу электродвигателя;
- от наличия или отсутствия реверса;
- от режимов работы электродвигателя.

Диапазон изменения частоты преобразователя должен быть не менее требуемого диапазона изменения частоты напряжения питания электродвигателя.

Выбор преобразователя осуществляется по каталогам электротехнической промышленности на основе номинальных данных предварительно выбранного электродвигателя.

Промышленные преобразователи частоты комплектуются собственными силовыми трансформаторами. Выходное напряжение подобных преобразователей, как правило, стабилизировано с высокой точностью внутренними обратными связями, что позволяет не учитывать внутреннее сопротивление преобразователя при расчете механических характеристик электродвигателя.

В соответствии с ТЗ мощность преобразователя частоты должна превышать мощность электродвигателя на 20%. Тогда $P_{пч} \geq 2,2 \text{ кВт} \cdot 1,2 = 2,64 \text{ кВт}$ [3].

Выбираем преобразователь частоты мощностью $\geq 2,64 \text{ кВт}$

На основе вышеизложенных требований к преобразователю был выбран преобразователь частоты Danfoss VLT Micro Drive FC 51. Некоторые технические данные преобразователя приведены в таблице 5.1.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 5.1 – Технические данные преобразователя частоты VLT Micro Drive FC 51

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальная мощность, кВт	3
Номинальная мощность двигателя, кВт	2,2
Выходной ток нагрузки, А	7,4
Напряжение питания, В	380В
Выходное напряжение, В	380В
Ток перегрузки, А	150 %·I _н в течение 60 с

5.3 Общие сведения о преобразователе

Частотный преобразователь Danfoss VLT Micro Drive FC 51 - универсальный компактный общепромышленный привод мощностями от 0,18 до 22кВт, имеет векторную и скалярную системы управления двигателем. Преобразователь превосходно подходит для комплексной автоматизации, повышает энергоэффективность и производительность систем. Пригоден для большинства применений: станки, краны, мешалки, конвейеры, насосы, компрессоры и т.д. Привод обладает высокой функциональностью, надежностью, удобством для пользователя. Для оптимизации энергоэффективности и функционирования можно настроить около 100 параметров.

Данный частотный преобразователь имеет ряд преимуществ:

- отсутствие дополнительных периферийных устройств благодаря встроенному пульту управления для простого и быстрого ввода в эксплуатацию;
- экономия на внешних тормозных модулях за счет встроенного блока торможения в приводах до 15 кВт;
- длительный срок службы приводов благодаря покрытию печатных плат слоем лака, защищающим от опасных внешних воздействий;
- значительная экономия энергии и более продолжительный срок службы двигателя с помощью свободно конфигурируемой U/f-кривой, согласованной с характеристикой нагрузки;
- максимальная энергоэффективность и минимальные шумы двигателя благодаря бесступенчатому регулированию несущей частоты модуляции;
- отсутствие затрат на дополнительные интерфейсы связи за счет простой синхронизации преобразователей частоты по встроенным цифровым входам/выходам.

Частотный преобразователь способен выполнять ряд функций, таких как:

- Управление доступом к группе параметров - эта функция используется для быстрой настройки параметров или быстрого считывания значений параметров;
- Инициализация параметров - данная функция используется для восстановления настроек параметров до заводских значений в случае, если преобразователю частоты не удалось запустить двигатель из-за неверных уставок параметров.

- Репликация параметров - данная функция используется для настройки нескольких преобразователей частоты с идентичными настройками через панель управления. Эта функция позволяет пользователям задать параметры на одном преобразователе частоты (основной преобразователь), а затем реплицировать его настройки на остальные преобразователи частоты (целевые преобразователи).

Преобразователь обеспечивает защиту двигателя от:

- защита от сверхтока;
- защита от посадки/повышения напряжения;
- защита от бросков тока/короткого замыкания;
- защита от потери фазы на выходе/входе;
- защита от чрезмерной/недостаточной температуры преобразователя;
- защита от перегрузки двигателя, температурная защита двигателя.

Внешний вид преобразователя представлен на рисунке 5.3.



Рисунок 5.3 – Внешний вид преобразователя VLT Micro Drive FC 51.

Схема подключения силового оборудования показана на рисунке 5.4 :

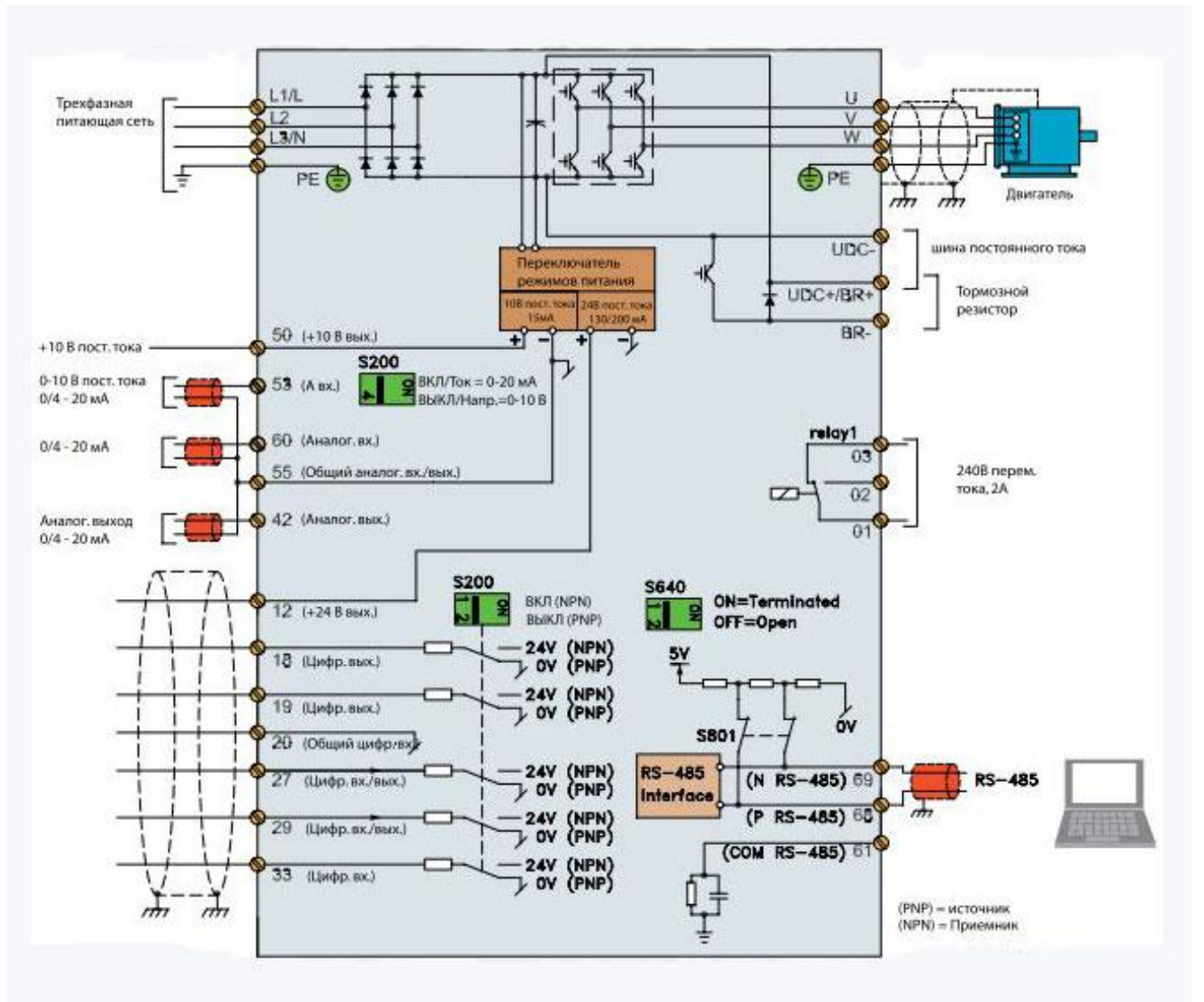


Рисунок 5.4 – Схема подключения силового оборудования

5.4 Принципиальная схема электропривода

Технологии не стоят на месте, поэтому тиристорные привода потепенно вытесняют привода транзисторные, в нашем случае – электропривод транзисторный регулируемый асинхронный, рисунок 5.5.

VLT Micro Drive FC 51– высокочастотный преобразователь, реализует четырёх - квадрантное управление приводным асинхронным двигателем, в том числе режим рекуперативного торможения с возвратом энергии в питающую сеть.

Электропривод выполнен на основе двухзвенного преобразователя частоты с транзисторным (IGBT) автономным инвертором напряжения (АИН) с широтно-импульсным (ШИМ) управлением и многофункциональной микропроцессорной системой управления с развитым интерфейсом.

В электроприводе подъемника реализовано частотное управление асинхронным электродвигателем, заключающееся во взаимосвязанном регулировании частоты F и значения U основной гармоники питающего напряжения. Закон изменения U и F программируется [3].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Обозначение элементов в схеме:

В – силовой выпрямитель;

ФС – силовой С-фильтр звена постоянного напряжения;

ТК – транзисторный ключ инверторного торможения;

БТР – тормозной резистор;

АИН – автономный инвертор напряжения;

ДТ – датчики тока;

М – асинхронный электродвигатель;

ИП – источник питания (конвертор);

ДН – датчик напряжения;

ФИ – формирователь управляющих сигналов транзисторов (драйвер);

МК – микропроцессорный контроллер;

УВ – устройство ввода / вывода внешний интерфейс);

ПУ – пульт управления.

В режиме рекуперативного торможения двигатель переводится в генераторный режим, АИН обеспечивает подачу на статор реактивного тока заданной частоты, а диодный мост АИН осуществляет выпрямление тока статора, заряжая емкость фильтра ФС.

При изменении направления тока в звене постоянного тока включается в работу транзисторный (IGBT) мост выпрямителя В, обеспечивая передачу в сеть избыточной электрической энергии. Алгоритм ШИМ обеспечивает взаимосвязанное регулирование частоты F и величины U выходного напряжения по заданному закону, а также формирует синусоидальную форму кривой тока приводного АД.

Особенностью АТО5 является включение в звено постоянного напряжения только емкостной части фильтра, а индуктивная часть фильтра L вводится во входную (со стороны сети) цепь преобразователя частоты.

Во входной цепи ПЧ устанавливается сетевой коммутационный аппарат (пускатель, контактор). В звено постоянного тока электропривода включен тормозной транзисторный (IGBT) ключ ТК и внешний блок тормозного резистора БТР для реализации режима инверторного торможения в нештатных ситуациях отключения напряжения питающей сети.

Датчики тока ДТ и напряжения ДН в силовом канале электропривода служат для контроля, регулирования и измерения электрических параметров электропривода, в том числе. для защиты от токов перегрузки и короткого замыкания, недопустимых отклонений напряжения.

Система управления электроприводом имеет два принципиально различных режимов работы:

- ручной, в котором осуществляется прямое задание выходной частоты преобразователя;
- автоматический, предполагающий работу в замкнутой системе с обратной связью по технологическому параметру с ПИД-регулятором.

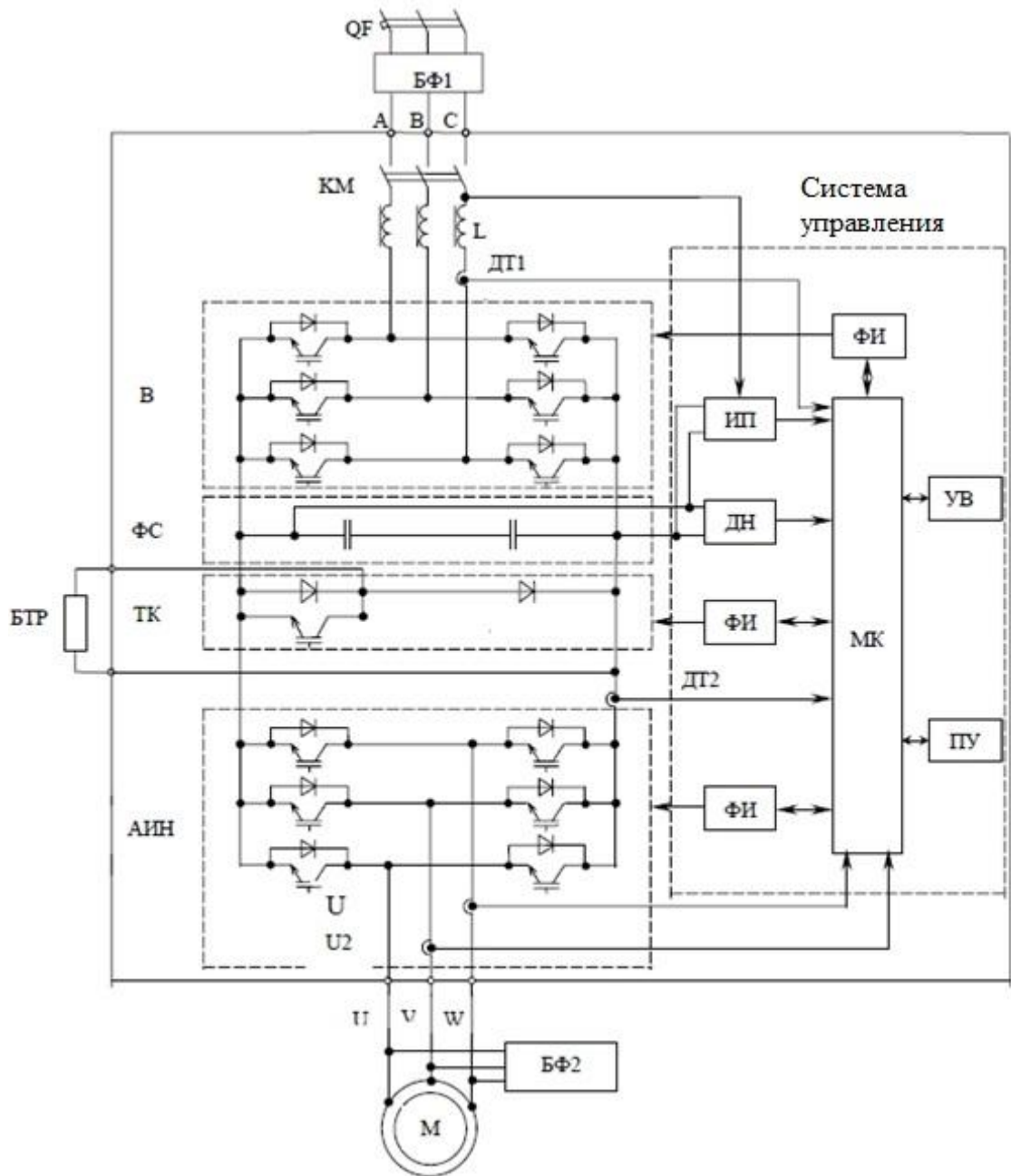


Рисунок 5.5 – Схема силовых цепей и функциональная схема управления электропривода подъемника.

Система управления предусматривает настройку привода в полном объеме с местного ПУ, дистанционного пульта или АСУТП как при наладке, так и при работе на производственном объекте. Настройка привода осуществляется с помощью редактирования соответствующих параметров, сведенных в функциональные группы.

Выводы по разделу пять

Произведён выбор частотного преобразователя VLT Micro Drive FC 51 для данного электропривода по критерию $R_{пч} \geq R_{дв} \cdot 1,2$. Представлены его техниче-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ские данные и приведены общие сведения о преобразователе. Электропривод, реализует 4–квadrантное управление приводным асинхронным двигателем, в том числе режим рекуперативного торможения с возвратом энергии в питающую сеть.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

6 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В ПРОГРАММЕ VISSIM

Момент асинхронного двигателя рассчитывается по формуле Клосса:

$$M_{\text{дв}} = \frac{2 \cdot M_{\text{MAX}}}{\left(\frac{S_{\text{НОМ}}}{S_{\text{к}}} + \frac{S_{\text{к}}}{S_{\text{НОМ}}} \right)}, \quad (6.1)$$

Значение максимального момента двигателя M_{MAX} , Н·м:

$$M_{\text{MAX}} = \lambda \cdot M_{\text{НОМ}}, \quad (6.2)$$

где $\lambda=2,2$ - коэффициент перегрузочной способности.

$$M_{\text{MAX}} = 2,2 \cdot 14,8 = 32,56 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (6.3)$$

Номинальное скольжение двигателя определяется по формуле:

$$S_{\text{НОМ}} = \frac{\omega_0 - \omega_{\text{НОМ}}}{\omega_0}, \quad (6.4)$$

где ω_0 - угловая скорость идеального холостого хода, равная 157 рад/с,

$\omega_{\text{НОМ}}$ - частота вращения ротора двигателя.

Частота вращения ротора двигателя $\omega_{\text{НОМ}}$, рад/с:

$$\omega_{\text{НОМ}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}, \quad (6.5)$$

$$\omega_{\text{НОМ}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1420}{60} = 148,6 \text{ рад/с}.$$

$$S_{\text{НОМ}} = \frac{157 - 148,6}{157} = 0,053 \text{ рад/с}. \quad (6.6)$$

Критическое скольжение:

$$S_{\text{к}} = S_{\text{НОМ}} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}), \quad (6.7)$$

$$S_{\text{к}} = 0,053 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,22 \text{ рад/с}.$$

Момент асинхронного двигателя:

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$M_{дв} = \frac{2 \cdot 32,56}{\left(\frac{0,053}{0,22} + \frac{0,22}{0,053}\right)} = 14,8 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (6.8)$$

Для анализа работы электропривода необходимо его математическое описание или математическая модель. Математическое описание представляет собой систему дифференциальных уравнений, которые характеризуют зависимость координат системы от внешних воздействий и друг от друга. Описание системы в виде дифференциальных уравнений позволяет представить структурную схему системы в виде ряда связанных между собой электрических звеньев[5]. Структурная схема модели представлена на рисунке 6.1.

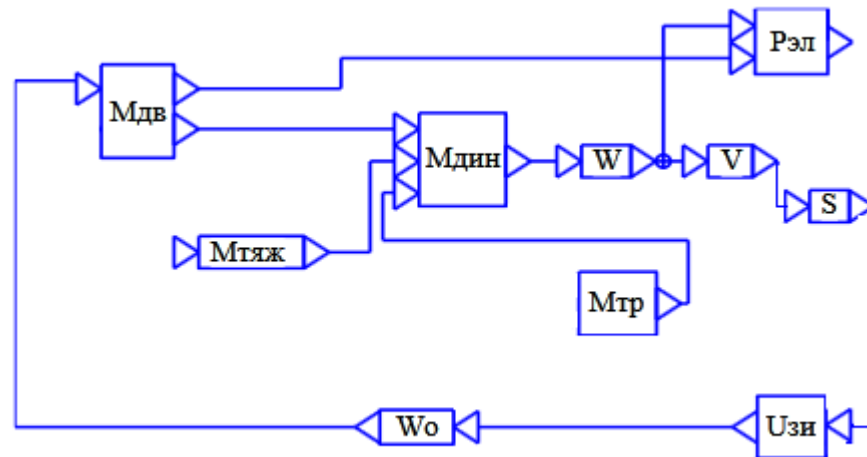


Рисунок 6.1 - Структурная схема математической модели привода подъемника

Частота вращения двигателя W зависит от динамического момента $M_{дин}$, который зависит от момента двигателя $M_{дв}$, от массы автомобиля на подъемнике $M_{тяж}$ и от момента трения $M_{тр}$. Положение грузоподъемной балки определяется линейной скоростью V , которая определяется через передаточное отношение. Снижение скорости определяется напряжением задатчика интенсивности $U_{зи}$.

На рисунке 6.2 изображена математическая модель подъемника в программе VisSim. Блок «Характеристика двигателя», который представлен на рисунке 6.3, реализует формулу Клосса для электродвигателя[6].

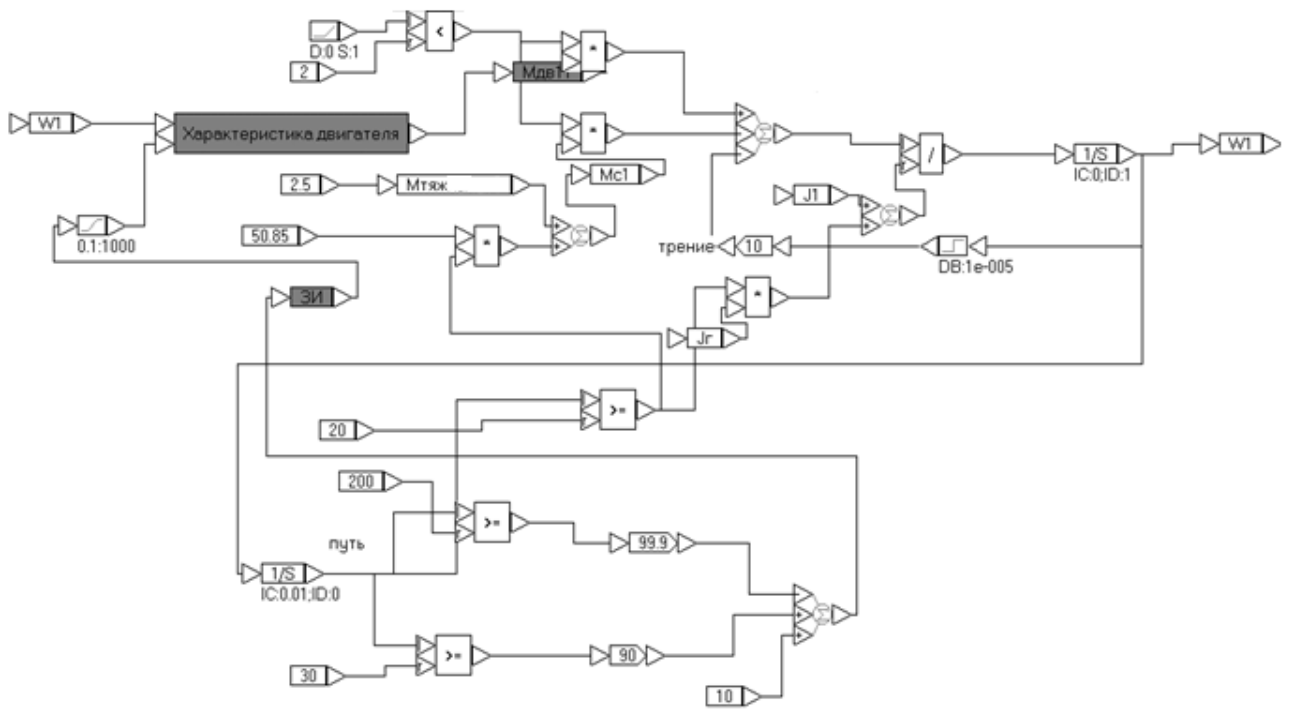


Рисунок 6.2 – Математическая модель подъемника в программе VisSim

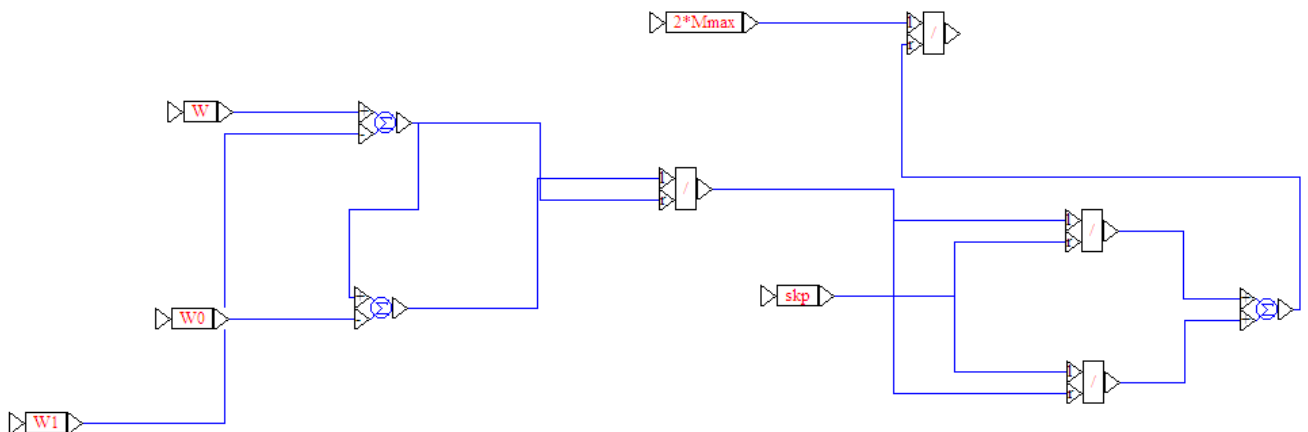


Рисунок 6.3 – Блок «Характеристика двигателя»

Произведен сравнительный анализ динамических нагрузок на привод без частотного преобразователя и с ним. Для этого применялся реализованный блок «Характеристика двигателя». В результате моделирования получен график зависимости Динамического момента от времени в момент пуска с частотным преобразователем и без него, который представлен на рисунке 6.4

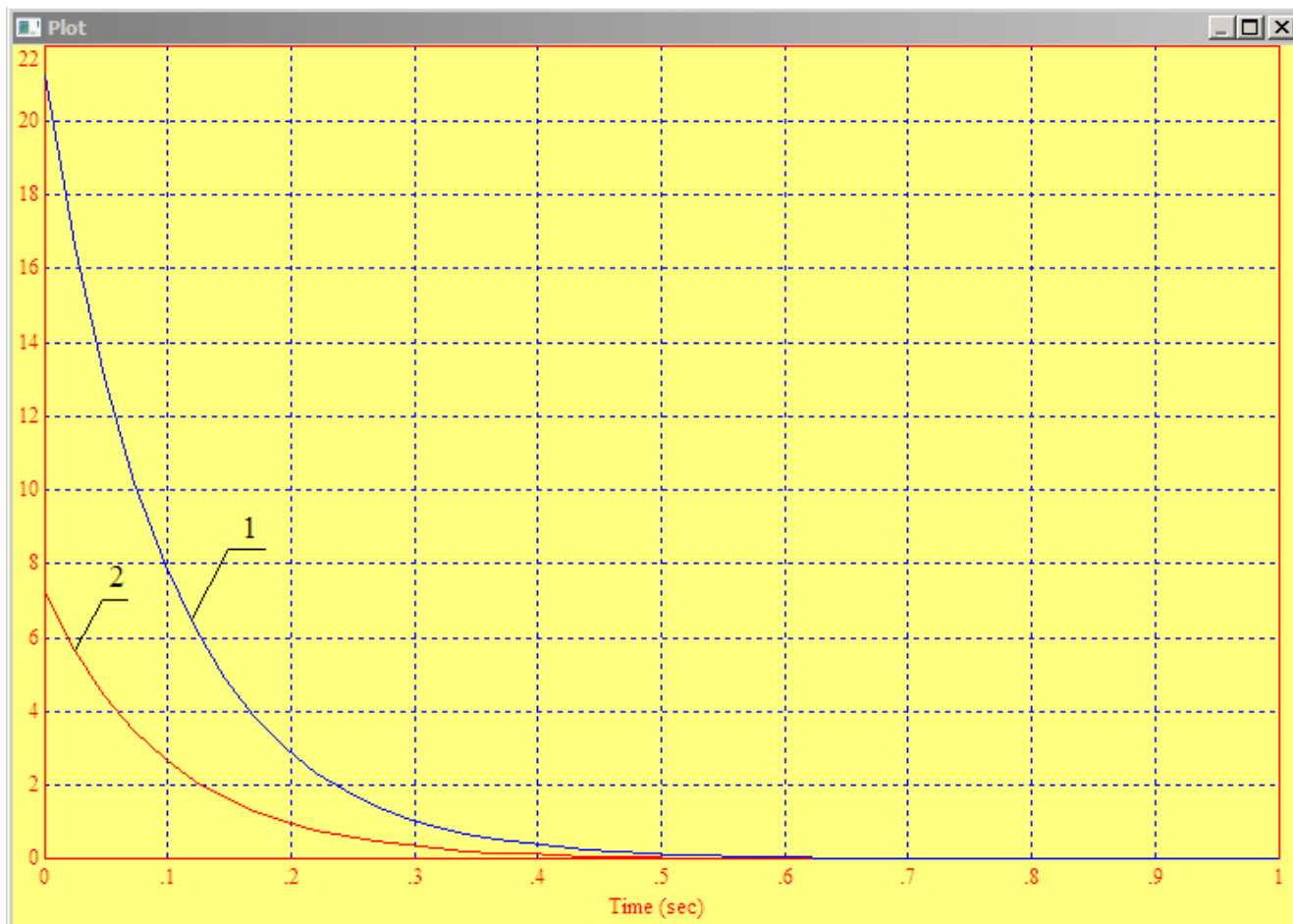


Рисунок 6.4 – Графики зависимости динамического момента от времени в момент пуска: 1 – без частотного преобразователя; 2 – с преобразователем частоты.

Из графиков видно, что при пуске без преобразователя частоты динамический момент достигает 22 Н·м, с преобразователем 7,8 Н·м, нагрузка на привод значительно снижается.

Выводы по разделу шесть

Составлена математическая модель подъемника в программе VisSim. При применении частотного преобразователя динамические нагрузки в момент пуска снизились в 2,8 раза.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Краткое описание производственного участка

Работа подъемника может осуществляться в закрытых помещениях, при температуре окружающего воздуха от +0° С до +45° С. Минимальная высота помещения - 2,5 м. Комплекс должен быть оснащен источником питания трехфазного тока (380В) с заземленной нейтралью .

7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

На работающий персонал действуют следующие опасные и вредные производственные факторы:

а) физические факторы:

1) опасность поражения электрическим током.
2) метеорологические факторы (пониженная температура);
3) светотехнические факторы (недостаточная освещенность рабочего участка, влекущая за собой утомление глаз при работе или попадание прямого солнечного освещения, ослепляющего персонал);

4) механические факторы (движущийся механизм подъема);

б) психофизиологические факторы (нервно-психические перегрузки, физические перегрузки).

К психофизиологическим вредным факторам, воздействующим на оператора в течение его рабочей смены, можно отнести следующие:

1) физические перегрузки (статические нагрузки, динамические нагрузки);

2) нервно-эмоциональные нагрузки (умственное перенапряжение, переутомление, перенапряжение анализаторов (зрительные, слуховые)).

7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.

7.3.1 Определение категории тяжести труда при работе на проектируемом объекте.

Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» включает гигиенические критерии оценки факторов рабочей среды, тяжести и напряженности трудового процесса и гигиеническую классификацию условий труда по показателям вредности и опасности. Работа оператора установки и оператора погрузочных машин относится к IIa категории тяжести, т.е. работы с затратами энергии более 175...232 Вт, т.е. работы выполняемые стоя или сидя, но не связанные с перемещением тяжестей. При данной категории работ, для комфортных условий, температура воздуха должна составлять от 20 до 22 °С при влажности порядка 40–60 %, скорость перемещения воздуха – не более 0,2 м/с.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Работа персонала, обеспечивающего функционирование технологического комплекса, относится к III категории тяжести, т.е. работы с затратами энергии более 290 Вт, связанные с систематическим физическим напряжением. При данной категории работ, для комфортных условий, температура воздуха должна составлять от 17 до 23 °С при влажности порядка 40–60 %, скорость перемещения воздуха – не более 0,3 м/с.

7.3.2 Определение оптимальных параметров микроклимата для помещений проектируемого объекта

При проведении работ на установке необходимо обеспечить соблюдение санитарных норм допустимых уровней освещенности, шума, и напряженности электромагнитного поля в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96.

Производственные и вспомогательные помещения цехов и участков должны быть оборудованы системами отопления, системами вентиляции, аспирации, кондиционирования воздуха в соответствии, обеспечивающими нормальный температурный режим и чистоту воздуха, снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-88 в соответствии с гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений [16]. Допустимый уровень шума устанавливается СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы напряженности электромагнитного поля, шума и освещенности приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Санитарные нормы напряженности электромагнитного поля, шума и освещенности

Освещенность E_H , лк.		Уровень шума, дБ	Напряженность электромагнитного поля E , кВ/М
Производственных помещений	Рабочих мест		
200	200	75	5

7.3.3 Определение характеристики зрительной работы, фона и контраста объекта различения с фоном; нормирование, выбор и расчет системы освещения по СНиП 23-05-95:

Характеристика зрительной работы – малая точность;

Наименьший или эквивалентный размер объекта различения (НРОР), мм – от 0,5 до 1;

Разряд зрительной работы – IV;

Подразряд зрительной работы – б;

Контраст объекта с фоном – средний;

Характеристика фона – средний;

Освещенность при системе общего освещения, лк – 200.

7.4 Охрана труда

7.4.1 Организационные и правовые вопросы охраны труда

К работам допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные по специальной программе, ознакомившиеся с принципом работы и конструкцией комплекса, прошедшие инструктаж.

Оператору необходимо знать:

- 1) устройство, принцип действия эксплуатируемого оборудования;
- 2) инструкцию по обслуживанию оборудования, аппаратуры;
- 3) мероприятия по предупреждению аварий и устранению возникших неполадок.

К самостоятельной работе допуск разрешен только после стажировки на рабочем месте не менее пяти смен.

Рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж. До допуска к самостоятельной работе рабочий должен пройти:

- 1) первичный инструктаж на рабочем месте;
 - 2) проверку знаний по Инструкции охраны труда;
 - 3) проверку знаний по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования;
 - 4) проверку знаний по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
 - 5) обучение по программе подготовки персонала;
 - б) ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц ПТБ.
- Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением.

Лица, обслуживающие установку, должны быть обеспечены спецодеждой:

- а) костюм хлопчатобумажный из пыленепроницаемой ткани;
- б) ботинки;
- в) рукавицы;
- г) куртка утепленная в зимнее время;
- д) брюки утепленные в зимнее время;
- е) ботинки утепленные в зимнее время.

В нерабочее время установка должна находиться в положении, исключающем возможность ее пуска посторонними лицами, для чего необходимо выключить автомат защиты. В случае внезапной остановки установки во время работы, необходимо выключить автомат защиты, затем производить работы, связанные с ремонтом установки.

Профилактический медицинский осмотр для работающих должен проводиться не реже 1 раза в год.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Для предупреждения утомляемости и повышения работоспособности в первую очередь необходимо установить рациональный режим труда и отдыха в течение рабочей смены.

7.5 Комплекс мероприятий по предупреждению опасности поражения электрическим током

Важной задачей эксплуатации электрооборудования является обеспечение безопасности при его обслуживании. Условия производства работ на действующих электроустановках и необходимые организационные и эксплуатационные технические мероприятия для обеспечения безопасности строго регламентированы «Правилами эксплуатации электроустановок».

Действующими электроустановками считаются такие, которые полностью или частично находятся под напряжением или на которые в любой момент может быть подано напряжение.

Чтобы обеспечить безопасность работ, правилами предусмотрены специальные технические и организационные мероприятия.

К техническим мероприятиям относятся:

- отключение напряжения;
- установка ограждений и вывешивание плакатов;
- проверка отсутствия напряжения;
- установка защитного заземления.

Отключение напряжения включает в себя следующее: все токоведущие части электроустановки, на которых будут производиться работы, должны быть отключены. Необходимо также отключить все токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение или приближение работников на расстояние менее 0,6 м.

Отключать напряжение следует так, чтобы отключаемое оборудование отделялось со всех сторон от токоведущих частей, находящихся под напряжением. При этом с каждой стороны должен быть видимый разрыв. Работать на оборудовании, отключенном от токоведущих частей только выключателем, запрещается.

Отключив напряжение, необходимо принять меры, препятствующие самопроизвольной подаче напряжения. Для этого из рубильников убираются плавкие вставки, вывешиваются предупредительные плакаты.

Установка ограждений и вывешивание плакатов заключается в следующем: на всех приводах выключателей и разъединителей и на ключах управления, с помощью которых напряжение может быть подано к месту работ, вывешивают плакаты «Не включать - работают люди!», «Стоять – высокое напряжение!». Такие же щиты следует установить и во всех остальных местах, куда ремонтному персоналу вход воспрещен.

У места, предназначенного для выполнения работ, после окончания его подготовки помещают плакаты «Работать здесь».

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Проверка отсутствия напряжения заключается в проверке дежурным персоналом с помощью указателя напряжения отсутствия напряжения на отключенном оборудовании.

Установка защитного заземления на токоведущие части производится непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносное заземление необходимо сначала присоединить к заземляющему устройству, а затем (после проверки отсутствия напряжения) установить на токоведущие части. Снимать переносное заземление необходимо в обратном порядке. Установка и снятие переносного заземления должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением исправного электроинструмента.

Для обеспечения защиты людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, выполняется заземление.

Внутренняя сеть заземления выполнена в виде магистралей заземления, проложенных во всех помещениях рассматриваемой электроустановки. С заземлителями внутренняя сеть соединяется в нескольких местах. Магистрали заземления выполнены стальными полосами сечением не менее 24 мм², при толщине не менее 4 мм. Все соединения заземляющих проводников между собой и с заземлителем выполняются сваркой. Наружный контур заземления соединен с внутренним контуром.

Расчет заземления.

Сопротивление заземляющего устройства при использовании естественных заземлителей, R_z , Ом:

$$R_z = \frac{R_e \cdot R_n}{(R_e + R_n)}. \quad (7.1)$$

где R_e – сопротивление естественных заземлителей, Ом.

$$R_e = \frac{\rho}{\sqrt{S}}, \quad (7.2)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м, $\rho = 200$ Ом·м;
 S – площадь, ограниченная периметром здания, м².

$$S = a \cdot b, \quad (7.3)$$

где a , b – ширина и длина здания, соответственно, м.

$$S = 10 \cdot 6 = 60 \text{ м}^2.$$

$$R_e = \frac{200}{\sqrt{60}} = 60 \text{ Ом}.$$

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

где $R_{и}$ – сопротивление искусственных заземлителей, Ом:

$$R_{и} = \frac{R_{в} \cdot R_{г}}{(R_{в} + R_{г})}. \quad (7.4)$$

Вертикальный заземлитель выполнен электродами из угловой стали $50 \times 50 \times 5$ мм и длиной 2,5 м, на расстоянии 1,25 м друг от друга. Контур выполнен из полос 40×4 мм, проложенных на глубине 0,7 м.

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя, $R_{ст.од.}$, Ом

$$R_{ст.од.} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + 1}{5 \cdot H - 1} \right), \quad (7.5)$$

$$R_{ст.од.} = \frac{200}{2 \cdot 3.14 \cdot 2.5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2.5}{0.05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 0.7 + 2.5}{5 \cdot 0.7 - 2.5} \right) = 6,9 \text{ Ом.}$$

Число вертикальных заземлителей, n , шт.

$$n = \frac{L}{a_3}, \quad (7.6)$$

где L - общая длина контура заземления, $L = 38$ м;

a_3 - расстояние между электродами, $a_3 = 1,25$ м.

$$n = \frac{38}{1,25} = 30 \text{ шт.}$$

Суммарное сопротивление всех вертикальных заземлителей, $R_{в}$, Ом:

$$R_{в} = \frac{R_{ст.од.}}{n \cdot \eta_{ст.}}, \quad (7.7)$$

где $\eta_{ст.}$ – коэффициент использования электродов, характеризующий степень использования его поверхности из-за экранирующего влияния соседних электродов, $\eta_{ст.} = 0,35$.

$$R_{в} = \frac{6,9}{30 \cdot 0,35} = 0,88 \text{ Ом.}$$

Сопротивление горизонтального заземления, уложенного на глубине 0,7 м, $R_{г}$, Ом:

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$R_r = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_r} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_r^2}{b \cdot H}, \quad (7.8)$$

где l_r – длина заземлителя, м;

b – ширина полосового заземлителя, м.

$$R_r = \frac{200}{2 \cdot 3.14 \cdot 280} \cdot \ln \frac{2 \cdot 280^2}{0.04 \cdot 0.7} = 1,77 \text{ Ом.}$$

$$R_n = \frac{0,88 \cdot 1,77}{0,88 + 1,77} = 0,59 \text{ Ом.}$$

$$R_3 = \frac{3,16 \cdot 0,59}{(3,16 + 0,59)} = 0,49 \text{ Ом.}$$

Рассчитанное сопротивление заземления удовлетворяет требованиям ПУЭ ($0,49 < 0,5$).

Каждый заземляющий элемент установки присоединяется к заземлителю при помощи отдельного ответвления. Открыто проложенные заземляющие проводники окрашиваются в фиолетовый цвет.

7.6 Защита от механического травмирования

Под механическими опасностями понимаются нежелательные воздействия на человека, происхождение которых обусловлено силами гравитации или кинетической энергией тел.

Механические опасности создаются падающими, движущимися, вращающимися объектами природного и искусственного происхождения. Носителями механических опасностей искусственного происхождения являются машины и механизмы, различное оборудование, транспорт, здания и сооружения и многие другие объекты, воздействующие в силу разных обстоятельств на человека своей массой, кинетической энергией или другими свойствами.

В результате действия механических опасностей возможны телесные повреждения различной тяжести [16].

7.7 Защита от вибраций

Конструкция и проектирование механических и технических процессов должны быть спроектированы таким образом, что в борьбе с вибрацией в источнике устраняются или уменьшаются несбалансированные силы, отсутствует ударное взаимодействие между деталями, а вместо подшипников качения используются подшипники скольжения.

Благодаря Применению специальных видов зацепления и чистоты поверхности шестеренуровни вибрации могут быть снижены на 3-4 дБ.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Устранение дисбаланса вращающейся массы достигается путем балансировки, а восстановление из резонансного режима достигается путем изменения свойств системы (массы и жесткости) или изменения угловой скорости. Свойства жесткости системы изменяются путем введения ребер жесткости в конструкцию или изменения ее упругих свойств.

Увеличение потерь энергии при демпфировании вибрации достигается различными способами. Используйте пластик, дерево и резину. Нанести слой эластичного вязкого материала (кровельный материал, фольга, мастика, пластик и т. Д.) С большой потерей внутреннего трения. Толщина покрытия принимается равной двум-трем толщинам демпфирующей структуры. Смазочные масла хорошо вибрируют. Вибрационные агрегаты часто устанавливаются на больших фундаментах, чтобы гасить вибрации. Примеры виброизоляции включают гибкие вставки в воздуховодах, «плавающие полы» и опоры виброизоляции (для изоляции машин с вертикальными возмущающими силами). Внедрение дополнительных источников энергии (сервомеханизм). С этой помощью осуществляется обратная связь от изолированного объекта к антивибрационной системе. Специальные средства индивидуальной защиты (перчатки, перчатки) для защиты от вибраций.

7.8 Противопожарная и взрывобезопасность

Потенциал пожаров в зданиях и сооружениях, а также распространение огня в них зависят от конструкции и материалов, из которых они сделаны, размера здания и их планировки.

Во избежание пожара запрещается:

- хранить в цехах горючие материалы;
- разжигать паяльные лампы вне распределительных устройств.

На месте проведения противопожарных работ должны быть предусмотрены меры пожаротушения (огнетушители, песочницы, ведра с водой), и если легковоспламеняющиеся конструкции находятся вблизи этих рабочих мест, они должны быть защищены от пожара. Запрещается пользоваться открытым огнем при работе с лаками и красками, содержащими огнеопасные и взрывоопасные летучие растворители и разбавители (ацетон, бензин).

При возгорании пожарная команда должна немедленно приступить тушить пожар со всеми мерами пожаротушения. Если невозможно потушить огонь своими силами, необходимо вызвать пожарную команду.

Правильно спроектированная, реализованная и эксплуатируемая машина не представляет опасности возгорания. Причиной прерывания нормальной работы машины может стать большое переходное сопротивление, короткое замыкание, которое перегружает сетевой провод.

Короткое замыкание происходит, когда провода электрической цепи соединены непосредственно друг с другом (или через металлический предмет). Перегрузка проводов в сети происходит во время транспортировки, и сила больше, чем допустимое отклонение проводов в этом разделе. Переходное сопротивление фор-

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

мируется там, где подключен ток провода. Если такой переход не происходит успешно, прохождение тока создает большие сопротивления и вызывает сильный перегрев в этих местах. В случае короткого замыкания или перегрузки температура провода может быстро возрасти, что может привести к срабатыванию изолятора.

Тушение электрооборудования происходит при низком напряжении, что предотвращает попадание огня в близлежащее оборудование. Когда загорается маслonaполненное устройство, вы можете использовать любое средство пожаротушения: воздушно-механическая пена, разбрызгивание воды, огнетушитель.

Не рекомендуется тушить горящее масло струей воды, чтобы избежать увеличения площади пожара. Для этого применяются огнетушители при тушении кабелей, проводов, оборудования, углекислого газа ОУ-5 или порошковых огнетушителей, огнетушителей ОП-10 и брызг воды. Если напряжение не может быть снято, разрешается тушить пожар прикосновением и струей распыленной воды. В этом случае ствол пожарного рукава должен быть заземлен, а работы должны выполняться с помощью диэлектрических ботов и перчаток.

Ответственность за пожароопасность электрооборудования возлагается на главного инженера-электрика объекта. Для состояния электрооборудования объекта необходимо установить постоянный надзор, периодически проверяя сетку с помощью внешнего осмотра и оборудования для изменения сопротивления изоляции.

Все электрические соединения, электропитание и освещение, электрические сети должны соответствовать правилам электромонтажа. Временная эксплуатация сетей с поврежденной или плохой изоляцией запрещена.

Использование некалиброванных предохранителей для защиты электрических сетей запрещено. Изгиб, скручивание или задержка проводов запрещены.

Запрещается устанавливать и подключать к сети электрические обогреватели (электроплиты, электрические котлы, электрические воздухонагреватели). Установка электронагревателя в технических целях должна производиться с разрешения главного инженера и пожарной охраны.

Электрооборудование и аппаратура защитного, закрытого и т.п. исполнения должны систематически подвергаться проверке в части степени герметизации, состояния уплотняющих прокладок и т.п.

Использование неисправных выключателей, розеток, распределительных коробок, картриджей или вилок запрещено. Неисправные электрические устройства и устройства должны быть немедленно отключены от сети. Приборы или электрические устройства к сети с отсоединенными проводами подключать запрещено.

Чтобы быстро устранить источник возгорания, средства тушения должны быть расположены близко к потенциальному месту воспламенения и должны быть доступны для быстрого реагирования. На территории завода имеется пожарная часть, которая в случае пожара может в короткие сроки прибыть к очагу возгорания.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

7.9 Экологическая безопасность

Систематические принципы обеспечения чистоты окружающей среды в обеспечении чистоты окружающей среды является научно и экономически обоснованное проектирование ее охраны, позволяющее найти оптимальные решения данного вопроса. Поэтому в сложных проектах промышленного производства необходимо создать отдел, обеспечивающий защиту окружающей среды для обеспечения чистоты воздуха, гидросферы и загрязнения ее твердыми отходами.

Существует ряд мер, направленных на одновременное снижение загрязнения окружающей и внутренней воздушной среды. Это, в первую очередь, улучшение в производстве, которое заключается в замене использованных вредных веществ нетоксичными или менее токсичными веществами при использовании выбросов для других технических процессов и производства. Устанавливают вентиляционные укрытия и отсосы, например, разжиженные зонты, бортовые отсосы, воздухоотсасывающие пакеты.

Отсосы и укрытия должны проектироваться одновременно с разработкой технического оборудования и является его неотъемлемой и очень важной частью.

Основным способом защиты вод от загрязнения сточными водами является строительство сооружений. Различные соединения, которые загрязняют сточные воды, требуют использования различных методов и оборудования для очистки сточных вод. Механические, биологические и физико-химические методы широко используются для очистки промышленных сточных вод. Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Поэтому для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют гидромеханические процессы (периодические и непрерывные) процеживания, отстаивания (гравитационное и центробежное), а также фильтрование. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, физико-химических свойств и концентрации взвешенных частиц, расхода сточных вод и необходимой степени очистки.

7.10 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Условия возникновения ЧС:

- наличие источника риска (давления, взрывчатых, ядовитых, радиоактивных веществ);
- действие факторов риска (выброс газа, взрыв, возгорание);
- нахождение в очаге поражения людей.

Анализ причин и развития ЧС различного характера показывает их общую черту – стадийность. Выделяют пять стадий (периодов) развития ЧС:

- накопления отрицательных эффектов, приводящих к аварии;
- период развития катастрофы;
- экстремальный период, при котором выделяется основная доля энергии;
- период затухания;
- период ликвидации последствий.

Задачи гражданской обороны принято условно делить на три группы.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

В первую группу входят все задачи по защите населения. Они считаются основными, базой гражданской обороны. В системе гражданской обороны применительно к теме выпускной квалификационной работы охрана населения осуществляется комплексными мероприятиями согласно организации работы предприятия, то есть проведение инструктажей, соблюдение «Должностных инструкций» [17].

Вторая группа задач – это мероприятия гражданской обороны, направленные на увеличение стабильности работы, а также снижение вероятного вреда народному хозяйству при возникновении стихийных бедствий, авариях и катастрофах.

В третью категорию вопросов входят мероприятия по подготовке сил и средств для ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий и катастроф. В структуру мероприятий входят аттестация и подготовка персонала действиям при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Из данной группы задач в сфере гражданской обороны первоначально решается одна из наиболее важных проблем – спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы в очагах поражения с привлечением всех сил и средств.

Масштабные аварии и катастрофы могут возникнуть вследствие стихийного бедствия, или нарушения технологии производства, правил эксплуатации машин, оборудования и установленных мер безопасности.

Самую большую вероятность имеет причина аварии и это сбои в системе электроснабжения, которые могут привести к остановке в работе и порче оборудования.

Катастрофа несёт за собой разрушение зданий, сооружений и гибель людей.

Для достижения полного и организованного выполнения мероприятий ГО на объекте достигается заблаговременной разработкой плана мероприятий, которые необходимо провести при возникновении чрезвычайной ситуации.

Планом ГО объекта является разработанный перечень мероприятий по защите рабочих и служащих, повышению устойчивости работы объектов в экстремальных ситуациях.

В план ГО включаются мероприятия по защите рабочих и служащих, поддержанию производственной деятельности и другие, с учетом обстановки.

План ГО объекта является программой осуществления защитных и других мероприятий. Он позволяет организованно решать задачи ГО в случае возникновения крупных аварий и катастроф или стихийного бедствия.

Для достижения плана по гражданской обороне, заводом производится закуп средств индивидуальной защиты, медикаментов, аптек. Непригодные медицинские препараты утилизируются в установленном порядке. Препараты, содержание в своём составе наркотические вещества, передаются для утилизации специализированным организациям.

Для ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф на заводе организовано оповещение рабочих и служащих работающей смены. Использование сети внутреннего радиовещания, телефонной диспетчерской связи. Разработаны мероприятия по организации и проведению эвакуации

рабочих, указываются маршруты и пункты эвакуации. Определяются методы и средства для проведения работ по устранению последствий масштабных аварий и катастроф, порядок управления, силы и средства связи, обеспечивающие управление. Предусматривают организацию обеспечения питанием, порядок ГМС техники и ее ремонт, а также обеспечение общественного порядка и охраны материальных ценностей и личного имущества граждан.

Ликвидация пожаров состоит из остановки огня, его локализации тушения и последующей охраны места возгорания.

Главным мероприятием по тушению пожаров является тушение его водой или растворами огнетушащих химикатов, отжиг (пуск встречного огня).

Спасение людей – главная задача спасательных работ при пожарах. Из зон возможного распространения пожара эвакуируются люди и материальные ценности. В первую очередь спасают людей, оказавшихся в горящих зонах зданий и сооружений. Поиск людей осуществляется парами в целях безопасности: один спасатель разыскивает, а второй страхует его с помощью веревки, находясь в более безопасном месте. При сильном задымлении помещения спасательные работы выполняются с использованием противогаза.

7.10.1 Эргономика

Эргономика учитывает, что в течение различных периодов времени (смены, недели, года и т. д.) наблюдаются изменения производительности труда человека, которые зависят от физических факторов, утомления, режима труда и отдыха. Наиболее продуктивным является время с 7 до 9 ч; с 18 ч начинается второй период такого времени. В 14-15 ч, а также около 3 ч утра происходит критический спад производительности, в это время наблюдается наибольшее число ошибок. Человек не всегда одинаково хорошо способен выполнять операции управления, так как основные психофизические характеристики, определяющие его способность к управлению (внимание, восприятие, время, реакция, мышечная сила), не могут держаться на одном уровне длительное время. Они имеют периодические подъемы и спады, которые называются биоритмами и касаются различных проявлений жизни человека от ритмов дыхания и сердечной деятельности до многолетних ритмов творческой активности. Основным считается суточный биоритм изменения психологических характеристик и работоспособности.

К настоящему времени уже достаточно изучены максимальные и оптимальные возможности и скорости движения частей человеческого тела, скорости реакции на сигналы органов чувств, зрительной информации и др. Их и берут в основу проектирования и оборудования пультов и кабин управления, а также оснащения рабочих мест средствами визуальной информации, сигнальными и профилактическими устройствами различного назначения.

Установлено, что скорость реакций на сигналы «к себе» выше, чем «от себя»; сигнал «сверху вниз» тоже выполняется быстрее, чем «снизу-вверх». Скорость же рук в горизонтальной плоскости меньше, чем в вертикальной. Для правой руки скорость движения «слева направо» больше, чем в обратном направлении. Кроме

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

того, установлены целесообразные с точки зрения минимального расхода энергии позы при выполнении работ различных видов. Например, точные движения лучше выполняются сидя, чем стоя; сидя удобнее выполнять операции с усилиями до 50 Н (при небольшом размахе движений рук); операции, требующие значительного размаха рук и усилий более 100 Н, целесообразно выполнять стоя.

Выводы по разделу семь

Произведен анализ вредных и опасных факторов, возможных чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены правила при обслуживании подъемника автомобилей. Рассмотрены основные правила в области охраны труда, техника безопасности при обслуживании и при работе с данным подъемником. Рассмотрены меры противопожарной, экологической безопасности, а так же эргономические требования.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработано электрооборудование подъемника легковых автомобилей для гаражных боксов.

Выбран электродвигатель АИР90L4 мощностью 2,2 кВт. Под данный двигатель выбраны пускатели серии КМИ10910 фирмы ИЕК, номинальное напряжение которых 380 В. Выбран автоматический выключатель серии ПРК – 32 на напряжение 380 В и ток до 25 А.

Выбран частотный преобразователь VLT Micro Drive FC 51, производителя Danfoss (Дания) мощностью 3 кВт.

Моделирование в VisSim показало, что при работе электропривода с преобразователем частоты динамический момент на валу двигателя снижается в 2,8 раза. Благодаря этому нагрузка на привод значительно снижается, пуск становится плавным.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены основные вопросы в области охраны труда, экологической, противопожарной безопасности, эргономические требования. Рассмотрены вредные и опасные производственные факторы.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуляев, И.В. Системы векторного управления электроприводом на основе асинхронизированного вентильного двигателя: справочник / И.В Гуляев, Г.М Тутаев. - Саранск : Издательство мордовского университета, 2010.
2. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т. 2/ Под общ.ред. И.П. Копылова. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 688 с.:ил.
3. Чебовский, О.Г. Силовые полупроводниковые приборы: справочник / О.Г Чебовский. - Мн., 1988.
4. Анфимов М.И. Редукторы: конструкция и расчёт: Альбом.– М.: Машиностроение, 1993. – 432 с.
5. Драчев Г.И. Теория электропривода: Учебное пособие к курсовому проектированию. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 160 с.
6. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
7. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона: Учебник для вузов - М.: Высшая школа, 1986 - 207 с.
8. В. П. Нестеренко, А. И. Зитов, С. Л. Катанухина, Н. А. Куприянов, В. В. Дробчик. Техническая механика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 175 с.
9. Ю.И., Шляховецкий Д.В. Передача винт-гайка: Учебно-методическое пособие. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. - 41 с.
10. «Правила устройства электроустановок». Издание 7. От 08.07.2002г
11. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р.Т Шрейнер. - Екатеринбург: изд-во УРО РАН, 2000.
12. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В.Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 3 – е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2001.
13. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. / М.М Соколов. - М.: Энергия, 1976. - 487 л с ил.
14. Фираго, Б.И. Учебно-методическое пособие для студентов специальности Т11.02. - Мн, 1993.-125л с ил.
15. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утв. Минэнерго РФ 13 января 2003 г.
16. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
17. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
18. Федеральный закон "Об основах охраны труда в Российской Федерации" от 17 июля 1999 г. № 181 – ФЗ / Собрание законодательства Российской Федерации – 1999 – № 29 – ст. 3702.

					13.03.02.19.022.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50