МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Астраханский государственный университет»

Факультет физики, математики и инженерных технологий

Курсовая работа

По дисциплине: «Электрические и электронные аппараты»

«Расчет схемы автоматического управления электроприводом поршневого компрессора »

выполнил:

студент группы ДЭЭ-31

Милюков В.М.

проверил:

Головко. С. В.

Астрахань 2020

Оглавление

[ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ 3](#_Toc58344536)

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc58344537)

[1. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА 5](#_Toc58344538)

[1.Выбор электроприемников 9](#_Toc58344539)

[2.Выбор марки и сечения силового кабеля 10](#_Toc58344540)

[3. Выбор автоматического выключателя 12](#_Toc58344541)

[4.Выбор магнитного пускателя 13](#_Toc58344542)

[5.Выбор теплового реле 14](#_Toc58344543)

[6. Выбор понижающего трансформатора 15](#_Toc58344544)

[6.1 Трансформатор TV2 16](#_Toc58344545)

[7.Выбор предохранителя 18](#_Toc58344546)

[8. Выбор элементов схемы управления 19](#_Toc58344547)

[9.Выбор сигнальной лампы 20](#_Toc58344548)

[10.Выбор реле времени. 21](#_Toc58344549)

[11. Выбор промежуточных реле 22](#_Toc58344550)

[12.Реле промежуточное KV2,KV4 23](#_Toc58344551)

[14. Выбор датчика контроля охл. воды 25](#_Toc58344552)

[15.Выбор диодного моста VD 26](#_Toc58344553)

[16. Кабель цепи управления 27](#_Toc58344554)

[17.Заключение 28](#_Toc58344555)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 28](#_Toc58344556)

### [ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ](#_ЗАДАНИЕ_НА_КУРСОВОЙ)

Целью курсового проекта является закрепление и углубление знаний, полученных в процессе изучения курса «Электрические и электронные аппараты», а также приобретение практических навыков в использовании инженерных методов расчета систем управления.

В данном курсовом проекте необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать принципиальную схему, описать принцип ее работы;

- выбрать приводной двигатель согласно варианту по мощности, напряжению питания и скорости вращения вала;

- выбрать типы электроприемников и определить потребляемые ими токи;

- выбрать типы коммутационных и других аппаратов;

- выбрать кабели питания.

Следует отметить, что основой при выборе любого коммутационного аппарата являются расчетные токи. К числу показателей при выборе аппарата относятся также род тока и величина номинального напряжения, механическая износостойкость, коммутационная износостойкость контактов и их количество, допустимая частота включений, категория размещения и степень защиты от воздействия окружающей среды.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время под электрическими аппаратами понимают электротехнические устройства управления потоком энергии и информации. При этом речь может идти о потоках энергии различного вида: электрической, механической, тепловой и других. Потоками тепловой энергии можно управлять при помощи электромагнитных клапанов и заслонок. Однако наибольшее распространение получили электрические аппараты управления потоками электрической энергии для изменения режимов работы, регулирования параметров, контроля и защиты электротехнических систем и их составных частей. Как правило, функции таких электрических аппаратов осуществляется посредством коммутации (включения и отключения) электрических цепей с различной частотой, начиная от относительно редких, нерегулярных значений, до периодических высокочастотных, например, в импульсных регуляторах напряжения.

В электротехнических комплексах и системах применяют различные электрические и электронные аппараты. Эти аппараты отличаются между собой устройством, принципом работы, конкретным назначением и областью применения, номинальными параметрами, техническими характеристиками, а также графическими буквенными обозначениями.

Современные высокие требования к качеству технологического процесса и производительности различных механизмов могут быть обеспечены только на основании применения автоматизированных электроприводов. Успех работы автоматизированного электропривода зависит в значительной мере от индивидуальных свойств отдельных аппаратов и устройств, а также от их совместной работы.

Для понимания современных электротехнических систем автоматизированного электропривода, необходимо умение их анализировать и рассчитывать параметры и характеристики составляющих их компонентов.

### 

### 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА

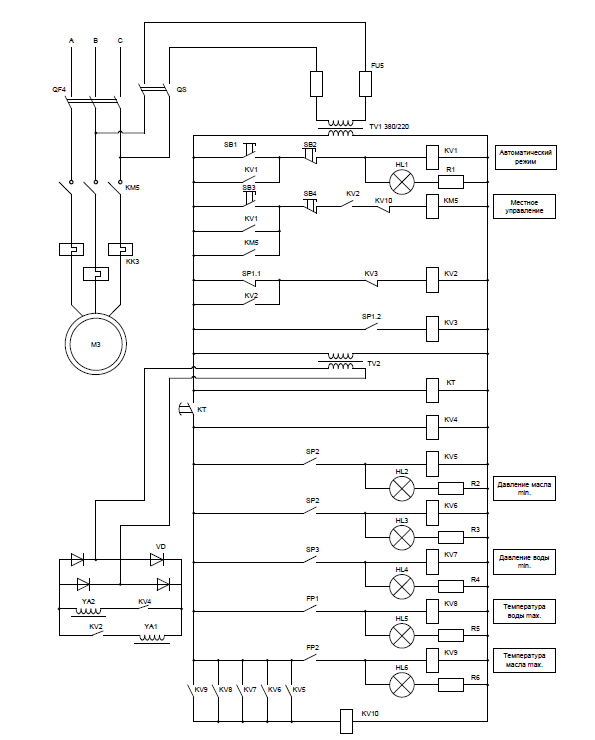


Рисунок 1- Схема автоматического управления электроприводом поршневого компрессора

QF-автоматический воздушный выключатель;

КМ - пускатель магнитный;

КК - реле электротепловое;

М - электродвигатель;

SB-выключатель кнопочный;

КV-промежуточное реле;

FU-предохранитель плавкий;

КТ - реле времени;

VD-силовой неуправляемый диод;

ТV-понижающий трансформатор;

R-резистор сопротивления;

HL-сигнальная лампа;

SP1-датчик контроля давления воздуха в ресивере;

SP2-датчик контроля давления масла в системе смазки компрессора;

SP3-датчик контроля давления воды в системе охлаждения компрессора;

FP1-датчик контроля температуры воды на выходе системы охлаждения компрессора;

FP2-датчик контроля температуры масла в системе смазки компрессора;

YA - клапан электрогидравлический.

Описание

Ресивер (воздухосборник) предназначен для накопления сжатого воздуха, который используется в процессе выполнения тех или иных технологических и производственных операций.

Датчик контроля давления воздуха в ресивере SPI имеет два контакта, положения которых определяют нижний и верхний уровни давления воздуха.

Для подачи масла в систему смазки компрессора применяют низковольтный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором небольшой мощности, приводящий в движение насос центробежного типа. Основной узел компрессора, куда полается смазочный материал, это кривошипно-шатунный механизм. Отсутствие смазочного материала при работе компрессора может привести к выходу его из строя. Поэтому для увеличения надежности за контролем давления масла в системе смазки компрессора установлены два датчика SP2.

Следует также отметить, что превышение температуры нагрева компрессора за допустимые пределы также может привести к выходу его из строя. Охлаждающая вода в компрессор подается центробежным насосом, который приводится в движение асинхронным электродвигателем.

Описание работы схемы автоматического у правления электроприводом поршневого компрессора.

Асинхронный двигатель компрессора запускается с места установки компрессора кнопкой SB3 и из диспетчерской с постановкой в режим автоматической подкачки кнопкой SB1. Кнопки SB4 и SB2 установлены соответственно по месту установки компрессора и в диспетчерской. Разрешение на пуск двигателя компрессора осуществляется с помощью реле KV2, если давление воздуха в ресивере меньше нормы. При этом контакт SP1.1 датчика давления SP1 в цепи реле KV2 замкнут. На катушку реле KV2 подается напряжение, контакт KV2 в цепи катушки управления контактора КМ5 замыкается. Контактор КМ5 включается, двигатель запускается. Получает питание также катушка UA1 электромагнита электрогидравлического клапана, который подает охлаждающую воду в компрессор.

Выдержка времени реле КТ несколько превышает время пуска двигателя.

После срабатывания реле КТ получает питание реле KV4 и катушка YA2 электромагнита второго электрогидравлического клапана. Этот клапан закрывает выход воздуха из компрессора в атмосферу, происходит нагнетание воздуха в ресивер (воздухосборник).

Если расход воздуха невелик и давление воздуха в ресивере превосходит норму, то замыкается контакт SP1.2 датчика давления SP1 в цепи катушки реле KV3. Последнее своим размыкающим контактом отключит реле KV2. Цепь катушки контактора КМ5 теряет питание, двигатель отключается от сети. Когда потребление воздуха возрастает и давление воздуха в ресивере снизится по сравнению с нормой, датчик контроля давления воздуха SP1 замкнет свой нижний контакт SPI.1 и включит реле KV2. Катушка управления контактора КМ5 снова получит питание, и двигатель компрессора запускается

### 1.Выбор электроприемников

Исходные данные:

номинальная мощность = 30 кВт;

синхронная скорость n = 1000 об/мин

Подходящим является Электродвигатель АИР 200 L6



Рисунок 2- Двигатель АИР 200 L6

Характеристики:

мощность  = 30 кВт

номинальная частота вращения = 1000 об/мин

КПД 90 %

коэффициент мощности  = 0,85

номинальный ток двигателя I= 59,3

кратность пускового тока K= 6,5

Параметры эл двигателей 30 кВт 1000 об/мин:

Тип – общепромышленный трехфазный асинхронный;

Режим работы – продолжительный S1;

Термический класс изоляции обмоток F – до 150°С;

Тип корпуса – чугун/силумин/алюминий;

Степь защиты от влаги и пыли — IP54;

Диаметр жилы обмоточного провода – 1,4 мм;

Вес медной проводки – 17 кг;

### 2.Выбор марки и сечения силового кабеля

Силовой кабель-[кабель](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) для передачи [электроэнергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) токами  промышленных частот (ГОСТ ГОСТ 15845-80 (СТ СЭВ 585-77)). Выбор проводил по ПУЭ, таблица 1.3.8.

Потребляемая двигателем активная мощность:

Номинальный рабочий ток потребителя электрической энергии:

А

Номинальный рабочий ток силового кабеля:

А

Марка кабеля по допустимой токовой нагрузке:

Кабель ВБбШв 3x10.

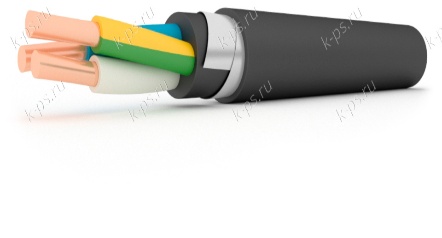
Характеристики:

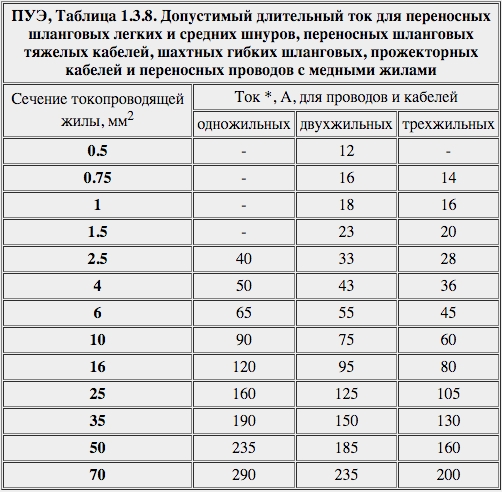
материал — медь; поливинилхлорид;

допустимый ток при прокладке по воздуху - 87 А;

допустимый ток при прокладке под землёй – 100А;

предельная эксплаутационная температура жилы t = +70º C;

номинальное сечение жилы S = 10 мм2.

Рисунок 3 Рисунок .Кабель ВБбШв 3х10

Расчет потери напряжения при длине кабеля l=10 м

### 3. Выбор автоматического выключателя

Условие определения номинального тока полупроводникового расцепителя автоматического выключателя:

Пусковой ток двигателя:

Кратковременная токовая нагрузка полупроводникового расцепителя при пуске:

Пиковый расчетный ток:

Условие несрабатывания селективного автомата от пускового тока при Ку = 10:

Марка выключателя: [Автоматический выключатель](https://market.yandex.ru/product--avtomaticheskii-vykliuchatel-iek-va-88-33-3p-35ka/42831622?nid=56396) [3п 75А 10кА EASYPACT EZC100F3075 SE](https://market.yandex.ru/product--avtomaticheskii-vykliuchatel-iek-va-88-33-3p-35ka/42831622?nid=56396)



Рис.4

Характеристики:

Номинальный ток: 75 А

Защита: IP20

### 4.Выбор магнитного пускателя

Устройства, которые предназначены (основное их назначение) для автоматического включения и отключения трехфазных электрических двигателей от сети, а также их реверсирования называют магнитными пускателями. Как правило, они используются для управления асинхронными электродвигателями с напряжением питания до 600 В. Пускатели могут быть реверсивные и не реверсивные. Кроме того, в них довольно часто встраивается тепловое реле для защиты электрических машин от перегрузки по току в длительном режиме.

Условие определения номинального тока контактора (магнитного пускателя)

Магнитный пускатель выбираем по следующим признакам:

1. Iном.п.>Iном.дв.

2. Напряжение втягиваюшей катушки должно быть равным напряжению сети

3. Должен обеспечивать нормальные условия коммутации 𝐼ном.п. ≥ 𝐼пуск.дв./6 , где 𝐼пуск.дв. – сила пускового тока двигателя

4. Степень защиты

5. Категория применения

6. Частота 50 Гц

### Марка магнитного пускателя: Пускатель ПМЛ 1100 10А-380AC-УХЛ4-Б-КЭАЗ

# Пускатель ПМЛ 1100

**Пускатель ПМЛ-1100** рассчитаны для категории применил АС3 (управления асинхронными двигателями) и АС1 (Электрические цепи неиндуктивная, малоиндуктивная нагрузка), рассчитаны для эксплуатации на номинальный ток 9А.

Рисунок 5

Характеристики:

Количество полюсов: 3

Номинальный ток: 10 А

Номин. напряжение питания цепи управления 380В

Исполнение по степени защиты IP00

### 5.Выбор теплового реле

Тепловое реле - реле, которое реагирует на изменение тепловых величин ([температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0), теплового потока и т.п.).

Существуют тепловые реле, основанные на механических, электрических, оптических и акустических принципах действия.

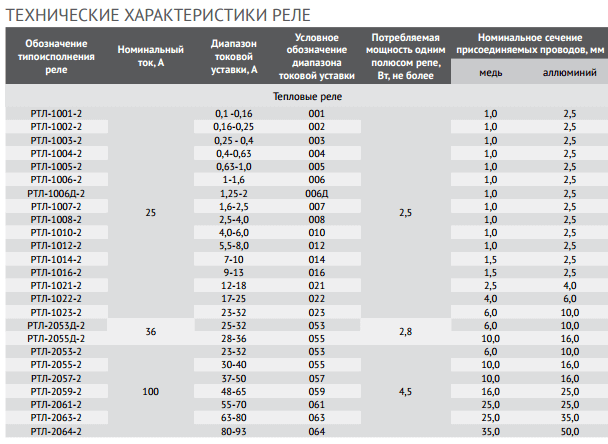
Условие определения тока срабатывания теплового реле, предназначенного для защиты электродвигателя от перегрузок по току:

Iст.р.=1.2\*Iном=71,16 А

Марка теплового реле: РТЛ-2063-2-100А-(63-80А)-УХЛ4



Рисунок 6



# 6.Ящик с рубильником ЯВЗ-31/10-У2 IP54 Iпл.в.=10А

# Ð¯ÑÐ¸Ðº ÑÐ¸Ð»Ð¾Ð²Ð¾Ð¹ Ð¯Ð Ð-32/160-Ð£3 IP31 IÐ¿Ð».Ð².=160Ð

Рисунок7 - ЯВЗ-31/10-У2

Номинальный ток, А100

Номинальное напряжение, В380

Заземление tn-C

Степень защиты ip54

Материал оболочки сталь порошковая окраска

Высота, мм450

Ширина, мм250

Масса, кг10

Глубина, мм163

### 

### 7. Выбор понижающего трансформатора

Трансформаторы — это устройства предназначенные для преобразования электроэнергии. Их основная задача — изменение значения переменного напряжения. Трансформаторы используются как в виде самостоятельных приборов, так и в качестве составных элементов других электротехнических устройств.

Понижающий трансформатор 380/220.

Тип трансформатора:



# Рисунок 8-: Трансформатор трёхфазный ТСМ-1,6 380/220

Первичное напряжение 380 В

Вторичное напряжение 220 В

Номинальная мощность – 1,6 кВА

Номинальный ток – 2 А

Степень защиты – IP00

### 

### 8 Трансформатор TV2

Ящик с понижающим трансформатором ятп-220/24/0.25

[](https://cdn.etm.ru/ipro/432/yatp-12_z.png)

Рисунок 9 ятп-220/24/0.25

Характеристики:

Первичное напряжение – 220 В

Вторичное напряжение – 24 В

Номинальная мощность – 0,25 кВА

Степень защиты – IP30

### 9.Выбор предохранителя

В процессе длительной эксплуатации температура на­грева предохранителя не должна превосходить допустимых значений. Для выполнения этого требования необходимо, чтобы патрон и плавкая вставка выбирались на номинальный ток, равный или не­сколько больший номинального тока защищаемой уста­новки.

Предохранитель FU5

Предохранитель плавкий силовой НПН2-60-10А-У3-КЭАЗ

Характеристики предохранителя:

Номинальное напряжение (переменный ток) – 380 В

Номинальный ток – 10 А

Диапазон рабочих температур – -10°С – +55°С

Потери мощности – 8 Вт

Условный ток не плавления –10А

Условный ток плавления – 31,7А

Время – 1час



### Рисунок 10 Предохранитель плавкий НПН2-60-10А-У3-КЭАЗ

### 10. Выбор элементов схемы управления

Выключатели кнопочные SB1,SB2(исп 1),SB3,SB4(исп 2)

Номинальное рабочее напряжение(AC) – 220 В

Номинальный рабочий ток – 10 А

Номинальное напряжение изоляции – 660 В

Электричекая износостойкость – 60 циклов В-О

Механическая износостойкость – 300 циклов В-О

Допустимая частота коммутации в час – 1200 циклов В-О

Степень защиты – IP54

Рисунок 11 Кнопка КЕ-011 исп1 крс.кн.



Рисунок 12 Кнопка ке-011 исп2



### 11.Выбор сигнальной лампы

Выбираем сигнальные лампы. HL1,HL2,HL3,HL4,HL5,HL6

Лампа AD-22DS сигнальная зеленая светодиодная 220В



Рисунок 13- AD22DS

Характеристики:

Номинальное рабочее напряжение: 220 В

Номинальный ток, 0.02А

Диаметр отверстия в панели: 22 мм

Степень защиты: IP44

### 12.Выбор реле времени.

Реле времени — [реле](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BB%D0%B5), предназначенное для создания независимой выдержки времени и обеспечения определённой последовательности работы элементов схемы. Реле времени применяется в случаях, когда необходимо автоматически выполнить какое-то действие не сразу после появления управляющего сигнала, а через установленный промежуток [времени](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F).



Рисунок 14- ЕВРОАВТОМАТИКА F&F PCA-512

Реле времени ЕВРОАВТОМАТИКА F&F PCA-512

Характеристики реле:

Напряжение – 220 В

Номинальный ток – 8 А

Степень защиты – IP20

### 13. Выбор промежуточных реле

Подбираем реле промежуточное KV1, KV3, KV5, KV6, KV7, KV8, KV9, KV10

Реле промежуточное PCB выводы с шагом 5мм 2 группы контактов 8A катушка АС

Характеристики реле:

Напряжение питания цепи управления– 220 В

Номинальный ток – 8 А

Количество переключающих контактов – 2

Коммутируемый ток – 8 А

Степень защиты – IP20



Рисунок 15 Реле промежуточное PCB выводы с шагом 5мм 2 группы контактов 8A катушка АС

### 14.Реле промежуточное KV2,KV4

Реле электромагнитное PK-2P 220

Характеристики реле:

Напряжение питания – 220 В

Номинальный ток – 8 А

Коммутируемый ток – 8 А

Количество переключающих контактов – 2

Степень защиты – IP40



Рисунок 16 Реле электромагнитное PK-2P 220

15.Выбор реле давления

Подбираем UNIPUMP РМ/5-3W



Рисунок 17-реле давления UNIPUMP РМ/5-3W

Характеристики:

Мин. Давление, бар: 1

Макс. давление, бар: 5

Класс защиты: IP44

Мощность, кВт: 1.5

### 16. Выбор датчика контроля охл. воды

В качестве датчиков контроля охлаждающей воды и масла выбираем индуктивный датчик типа БТП-211-24УЗ-24В.

Переключатели предназначены для коммутации цепей управления посредством реле или бесконтактных логических элементов, которая осуществляется под воздействием управляющего элемента из конструкционной стали или контролируемой детали из ферромагнитного материала без непосредственного контакта с ним. Переключатели предназначены для работы в следующих условиях:

высота над уровнем моря не более 2000 м;

температура окружающего воздуха от минус 25 до плюс 70 °С;

относительная влажность окружающего воздуха 80% при 20 °С и 98% при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;

среда, окружающая переключатели, — не содержащая агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию и допускающих выход параметров переключателей за пределы технических условий на них;

рабочее положение в пространстве — любое.  — все права принадлежат

Технические характеристики БТП-211-24У3-24В:

Режим работы ПВ 100%

Допустимая температура

Нижнее и верхнее значения температуры, при которых переключатели сохранят работоспособность, т.е. релейно срабатывают и отключаются, составляют минус 25 и плюс 70 °С;

Нижнее и верхнее значения температуры, при которых гарантированы точностные параметры, составляют минус 10 и плюс 45 °С соответственно.

Род напряжения Постоянное;

От источников с трехфазной двухполупериодной схемой выпрямления или от других источников, обеспечивающих коэффициент пульсации не более 10%

Номинальное напряжение 24 В

Ток холостого хода 20 мА

  
Рисунок 18

### 17.Выбор диодного моста VD

Диодный мост KBPC5010

Характеристики диодного моста:

Максимальное постоянное обратное напряжение – 1000 В

Максимальное импульсное обратное напряжение – 1000 В

Максимальный прямой(выпрямленный за полупериод) ток – 50 А

Максимальный допустимый прямой импульсный ток – 500 А



Рисунок 19 Диодный мост KBPC5010

### 

### 18. Кабель цепи управления

Провод ПуГВ-0,5 (ПВ3)

Характеристики провода:

Номинальное переменное напряжение450/750 В частотой до 400 Гц

Номинальное постоянное напряжение1000 В

Длительно допустимая токовая нагрузка11 А

Сопротивление изоляции при 20 °Сне менее 5 МОм·км

Сопротивление изоляции при 70 °Сне менее 0,013 МОм·км

Строительная длина не менее 100 м

Маломеры в партии не более 20% кусками от 20 м

Допустимая температура нагрева жил70 °C

Минимальный радиус изгиба5 наружных диаметров

Диапазон рабочих температур−50...+65 °C

Срок службы не менее 15 лет с даты изготовлени



Рисунок 20 Провод ПуГВ-0,5 (ПВ3)

### 19.Заключение

В результате данной работы был выполнен анализ схемы управления асинхронным двигателем, предназначенным для привода поршневого компрессора. Был проведен подбор коммутационных аппаратов и аппаратов защиты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[Электронный ресурс] <http://electronpo.ru/dvigatel_air225m>

[Электронный ресурс] <https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovyie/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/avvg/avvg-3x251x10.html>

[Электронный ресурс] <https://ekfgroup.com/catalog/products/vyklyuchatel-avtomaticheskiy-va-99-250125a-3p-35ka-ekf-proxima>

[Электронный ресурс] <https://www.etm.ru/cat/nn/3280391/>

ПУЭ 7-е издание [Электронный ресурс] <http://www.7u8.ru/pue7.php>

[Электронный ресурс] <https://msksnab.ru/p48573651-ekm-manometr-elektrokontaktnyj.html>

Интернет магазин : <https://astrakhan.220-volt.ru/>

Cайт дистрибьютора электротехники ЭТМ: <https://www.etm.ru>

Интернет магазин <https://www.chipdip.ru/>