

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

по профессиональному модулю:

**ПМ.05. «ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ
ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ
РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ»**

ПМ.05.МДК.05.01. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Специальность: 35.02.08

Электрификация и автоматизация сельского хозяйства

г. Грязовец


2018 г.

Рассмотрено

цикловой комиссией по общепрофессиональным
дисциплинам и профессиональным модулям
отделения «Электрификация
и автоматизация сельского хозяйства»

Согласовано

зам. директора по ОМР

 Е. А. Ткаченко
« 30 » августа 2018 г.

Протокол №__1__ от « 30 » августа 2018 г.

Председатель комиссии:

 Т. В. Невзорова

Пояснительная записка

Пакет инструкционных карт для выполнения практических работ разработан на основании междисциплинарного курса программы профессионального модуля «Электрооборудование» по специальности 35.02.08. «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства». Междисциплинарный курс предусматривает теоретическую часть модуля, в которой рассматривается оборудование сельскохозяйственных предприятий, его электроснабжение, аппаратура для управления и защиты электрооборудования и электропроводки.

При изучении профессионального модуля следует постоянно обращать внимание на необходимость выполнения практических работ, т.к. практические навыки могут быть использованы в будущей практической деятельности.

Студентам необходимо знать обозначения и единицы измерений основных элементов схем, расчетных формул. Также будущие специалисты должны знать формулы для расчета сетей и систем электроснабжения, методику выбора электрооборудования. Поэтому при составлении инструкционных карт представлены такие задания, в которых студентам необходимо самостоятельно написать формулы для расчета.

В результате реализации программы профессионального модуля студент усваивает следующие профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Выполнять монтаж электрооборудования и автоматических систем управления.

ПК 1.2. Выполнять монтаж и эксплуатацию осветительных и электронагревательных установок.

ПК 2.2. Выполнять монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций.

ПК 2.3. Обеспечивать электробезопасность.

В результате изучения профессионального модуля студент должен:

уметь:

- проводить выбор сечения внутренней электропроводки;
- проводить выбор аппаратов управления и защиты электроприводов;
- проводить расчёт электроснабжения осветительных электроустановок;
- проводить выбор электрооборудования.

знать:

- устройство и назначение аппаратов управления и защиты;

- защиту двигателей от коротких замыканий и перегрузок;
- осветительные приборы и аппаратуру;
- пусковую и защитную аппаратуру, оборудование ремонтных мастерских;
- электрооборудование в животноводческих комплексах и птицеводстве;
- электрооборудование цеха приготовления кормов.

Практические занятия проводятся в группе. Студенты работают индивидуально по инструкционной карте. Практические работы рассчитаны на 2 часа, что отражено в тематическом плане.

**Перечень практических работ по МДК.05.01
«Электрооборудование» в соответствии с паспортом ФОС:**

п/п	Название практической работы	Профессиональные и общие компетенции
1	Изучение устройства и применения аппаратуры ручного управления.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
2	Выбор аппаратуры ручного управления.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
3	Изучение устройства, принципа действия, назначения предохранителей.	ПК 1.1, ПК1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
4	Выбор плавких предохранителей для защиты электродвигателей.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
5	Выбор плавких предохранителей для защиты силовой электропроводки.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
6	Изучение устройства, принципа действия, назначения автоматических выключателей.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
7	Изучение схем подключения автоматических выключателей.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
8	Выбор автоматических выключателей.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
9	Расчет осветительной электропроводки.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
10	Составление монтажной таблицы силовой сети.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
11	Изучение устройства и принципа действия магнитных пускателей.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
12	Выбор магнитных пускателей. Подключение в схему.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
13	Изучение устройства и принципа действия трансформаторов.	ПК 2.1, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.

14	Условия выбора трансформаторов. Схемы включения трансформаторов.	ПК 2.1, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
15	Изучение устройства, назначения и принципа действия разъединителей, выключателей нагрузки.	ПК 2.1, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
16	Изучение оборудования РУ низкой стороны.	ПК 2.1, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
17	Изучение оборудования РУ высокой стороны.	ПК 2.1, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
18	Комплектация силового и осветительного щита.	ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
19	Расчет и выбор защиты силового трансформатора.	ПК 2.1, ПК 2.3, ОК 1. – ОК 9.
20	Комплектация трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.	ПК 2.1, ПК 2.3, ОК 1. – ОК 9.
21	Изучение и расчет искусственных источников света предприятий с/х назначения.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
22	Изучение и расчет электрооборудования ремонтных мастерских.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
23	Изучение и расчет электрооборудования животноводческих комплексов.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
24	Изучение и расчет электрооборудования птицеводческих комплексов.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
25	Изучение и расчет электрооборудования кормоцехов.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
26	Изучение и расчет электрооборудования свиноферм.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
27	Изучение и расчет электрооборудования телятников.	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3 ОК 1. – ОК 9.
	Всего 27 практических работ	

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 1

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение устройства и применения аппаратуры ручного управления.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить устройство и применение коммутационной аппаратуры ручного управления. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

Теоретическая часть

Рубильники, переключатели, силовые ящики, пакетные, барабанные переключатели, выключатели, контроллеры относятся к неавтоматическим коммутационным аппаратам. Открытые рубильники, переключатели с центральной рукояткой применяют для замыкания и размыкания цепей *без нагрузки*, с боковой рукояткой — *под нагрузкой*.

1. Рубильники служат для нечастых неавтоматических включений, отключений в электрических цепях и предназначены для вертикальной установки на панелях различных распределительных устройств. Рубильники являются простейшими аппаратами ручного управления, которые используются в цепях переменного тока при напряжении до 660 В и постоянного тока при напряжении до 440 В. Рубильники с центральным или боковым рычажным приводом применяют в силовых распределительных пунктах и центральных распределительных щитах для включения и отключения электрических цепей под нагрузкой.

По количеству полюсов рубильники подразделяются на одно-, двух- и трехполюсные, по роду тока управления бывают с центральной и боковой рукояткой, по способу присоединения – с передней и задней стороны аппарата. Устройство с центральным расположением рукоятки отключают электрические

цепи, в которых нет напряжения. С боковым расположением рукоятки производит отключение сетей, находящихся под напряжением.



Маркировка рубильников и переключателей:

Р — рубильник с центральной рукояткой, РБ — рубильник с боковой рукояткой, РПЦ — рубильник с центральным рычажным приводом, РПБ — рубильник с боковым рычажным приводом. Цифры обозначают: первые (1, 2 и 3) - число полюсов, вторая - номинальный ток (1 - 100 А, 2 - 250 А, 4 - 400 А и 6 - 600 А).

П - переключатель; вторая буква - П - переднее присоединение проводов; Б - с боковой рукояткой; Ц - с центральным рычажным механизмом.

Переключатели ППБ-22 — переключатель с боковым рычажным приводом, первая цифра 2 — двухполюсный, вторая цифра 2 — ток 250 А. РПЦ-36 — рубильник с центральным рычажным приводом, трехполюсный на ток 600 А.

Рубильники серии Р и рубильники переключающие серии РП применяются для неавтоматической коммутации силовых электрических цепей переменного тока напряжением до 660 В и постоянного тока напряжением до 440 В.

Классификация рубильников:

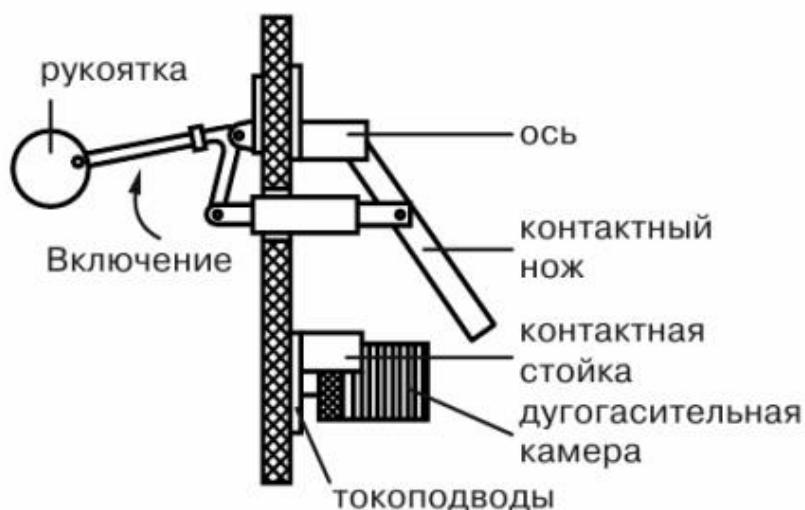
- по номинальному току,
- по виду рукоятки привода (1-боковая непосредственно на рубильнике; 2-боковая вынесенная, находящаяся в шкафу; 3-с боковой поверхности шкафа; 4-передняя для управления рубильником в шкафу),
- по числу полюсов (1, 2 и 3),
- по расположению плоскости присоединительных зажимов относительно контактной плоскости,
- наличию или отсутствию дугогасительных камер,
- по степени защиты и климатическому исполнению.

Конструкция рубильников

В стандартную конструкцию рубильника входят основные составляющие: Контактные ножи, плавкие вставки, контактные и совмещенные стойки. Для подключения на стойках имеются специальные выводы. Все составляющие монтируются на одной общей панели. В каждом рубильнике имеется один ряд совмещенных и один ряд контактных стоек. Специальные пружины, в случае необходимости, обеспечивают нажатие контактов. Нажатие на совмещенных

стойках производится сферическими шайбами. Контактные ножи у них связаны общей осью.

Рубильники и переключатели с боковой рукояткой и с рычажным приводом выпускают как с дугогасительными камерами, так и без них. Рубильники с центральной рукояткой выпускают без дугогасительных камер с искрогасительными контактами. Плотность прилегания контактных поверхностей ножа и неподвижных контактов обеспечивается за счет пружинящих свойств материала губок (у рубильников до 100 А) и за счет стальных пружин (у рубильников более 200 А).



Для предохранения ножей от оплавления дугой при отключении рубильники на большие токи выполняют с искрогасительными или дугогасительными контактами.

Искрогасительные контакты, которыми снабжены ножи, при отключении отходят от губок под действием своих пружин независимо от скорости движения рукоятки и привода рубильника.

Дугогасительные контакты рубильников расположены открыто или внутри дугогасительных камер. Они служат для обеспечения быстрого гашения электрической дуги.

Рисунок 1. Рубильники:

а — с центральной рукояткой: 1 — подвижный контакт; 2 — шарнирная стойка; 3 — контактная стойка; 4 — разрезное кольцо; 5 — выпуклые шайбы;

б — рубильник-предохранитель: 1 — предохранитель; 2 — рукоятка; 3 — контактная стойка; в — с рычажным приводом: 1 — центральный рычажный привод; 2 — дугогасительная камера; 3 — подвижный контакт.

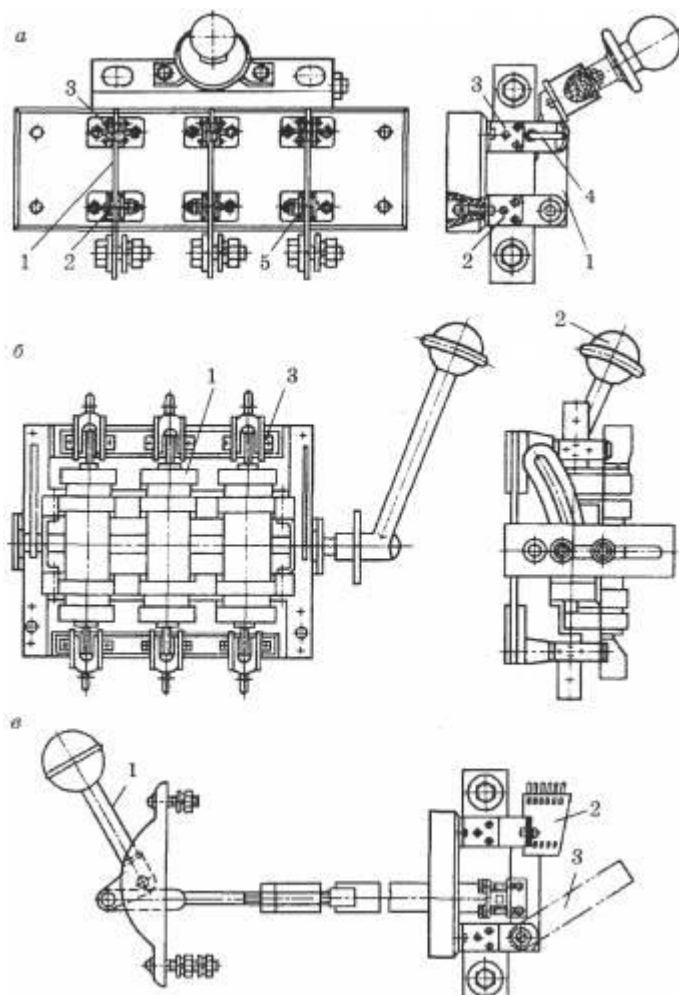


Рисунок 1. Рубильники:

В некоторых конструкциях рубильники совмещают с предохранителями или используют предохранители в качестве ножей. Каждый полюс содержит плавкий предохранитель, представляющий вместе с полюсом единое целое на панели электрощита. Такая конструкция, позволяющая выполнять функции коммутации и защиты, называют блоком предохранитель-выключатель (БПВ). В целях безопасности для обслуживающего персонала рубильники заключаются в металлический защитный кожух.



Применение рубильников.

Применяются при включении и выключении отдельных участков сети с большой силой тока. Для включения и выключения сетей под напряжением используют рубильники с дугогасительной камерой. Без дугогасительной камеры используют для выключения и включения электрических сетей, которые обесточены заранее. Устанавливаются их только в закрытых помещениях, в специальных местах, с применением шкафов и щитов.

2. Пакетные выключатели и переключатели

Пакетные выключатели и переключатели предназначены для нечастых включений в сетях постоянного тока напряжением до 220 В, а также в сетях переменного тока напряжением не больше 380 В. Они компактны, имеют высокую разрывную способность, надежно работают при тряске и вибрациях. Применяются для управления маломощными асинхронными двигателями, переключения вольтметров на различные фазные и линейные напряжения, переключения обмоток электродвигателя со звезды на треугольник. В открытом и защищенном исполнении устанавливаются в сухих не пыльных помещениях, не опасных в отношении пожара или взрыва, на щитах, в закрытых ящиках, нишах и т.п.



Рисунок: пакетный переключатель

Пакетные выключатели, переключатели предназначены для работы в электрических цепях напряжением до 380 В переменного тока частотой 50, 60 Гц и 400 Гц и до 220 В постоянного тока в качестве:

- вводных выключателей и переключателей в цепях управления электроустановок распределения энергии;
- коммутационных аппаратов с ручным приводом для нечастых включений и отключений;

- для ручного управления асинхронными электродвигателями в электрических цепях переменного тока.

Пакетный выключатель — это низковольтный электрический аппарат, предназначенный для коммутации в электрических цепях. Конструктивно данные аппараты могут быть выполнены одно-, двух- и трехполюсными.

Основные конструктивные элементы пакетного выключателя:

- корпус, выполненный из изоляционных шайб;
- переключающий механизм;
- рукоятка;
- контактная система, состоящая из подвижных и неподвижных контактных групп.

Электрическая дуга, которая образуется при коммутации электрической цепи под нагрузкой, гасится благодаря пружинному механизму быстрого переключения.

Пакетные переключатели могут применяться для пуска электродвигателей вентиляционных устройств, приводов конвейеров, подъемных устройств и т.п. Пакетные переключатели используются для управления электродвигателями. Например, при помощи данного аппарата можно осуществлять ступенчатый пуск асинхронного двигателя: в первом положении двигатель будет обесточен, во втором положении обмотка двигателя будет соединена в звезду, в третьем — в треугольник, а в четвертом по схеме двойной звезды.

Кроме того, данные аппараты часто используют в сетях освещения производственных помещений, в распределительных электрических щитках гражданских сооружений. Рассматриваемый электрический аппарат не осуществляет защиту цепи от аварийных режимов.

Пакетные переключатели



Пакетные переключатели имеют несколько положений, каждому из которых соответствует замкнутое положение той или иной группы контактов.

Устройство и принцип действия

Пакетный выключатель состоит из двух основных узлов: переключающего механизма и контактной системы, состоящей из отдельных изоляционных секций, в пазах которых находится два неподвижных контакта с внешними контактными винтами для подключения проводов. Секции устанавливаются одна над другой. На изолирующем валике квадратного сечения укреплены подвижные пружинящие контакты с фибровыми дугогасительными шайбами. Пакетный выключатель добирают на скобе и стягивают двумя шпильками вместе с переключающим механизмом, который помещается в его крышке. Переключающий механизм снабжен пружинным устройством, которое обеспечивает мгновенный разрыв контактов независимо от скорости поворота рукоятки.

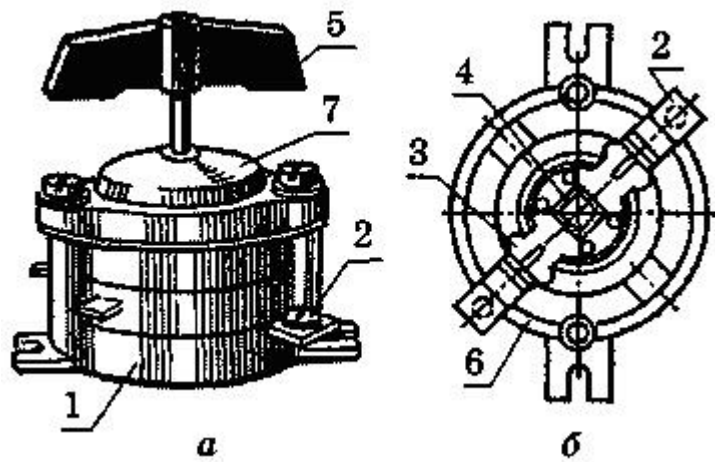


Рисунок 2. — пакетный выключатель: а — общий вид; б — полюс (вид сверху); 1 — изоляционные секции (пакеты); 2 — неподвижные контакты; 3 — подвижные контакты; 4 — четырехгранный валик; 5 — рукоятка; 6 — фибровые шайбы; 7 — крышка.

Пакетные выключатели обозначаются буквами ПВ, а переключатели — ПП. Первая цифра после букв указывает на число полюсов, вторая (после дефиса) — отключаемый ток в амперах при напряжении 220 В.

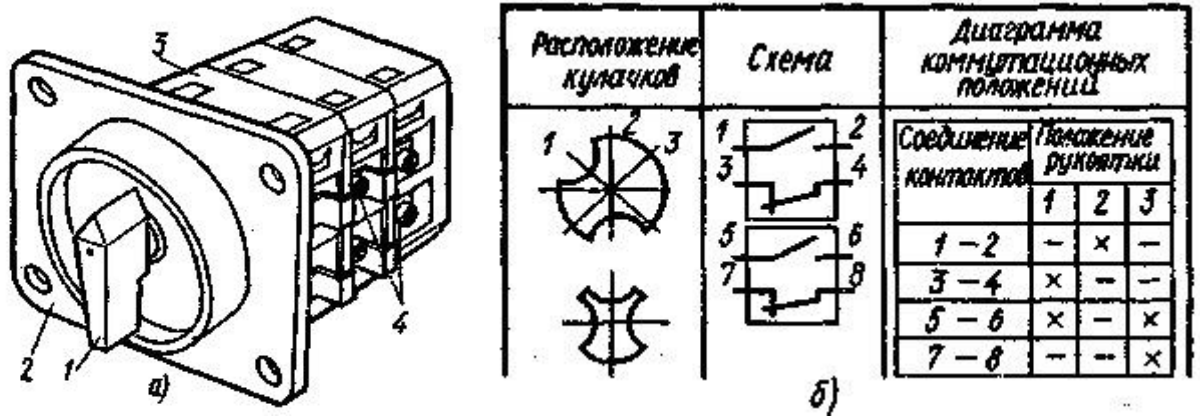


Рисунок: переключатель ПКП: а — общий вид, б — диаграмма включений.

Переключатель ПКП позволяет одновременно переключать две электрические цепи. Механизм переключателя расположен в корпусе, образованном из изолирующих шайб, и принципиально не отличается от пакетного выключателя. Пакетные выключатели и переключатели состоят из двух основных узлов: контактной системы и переключающего механизма.

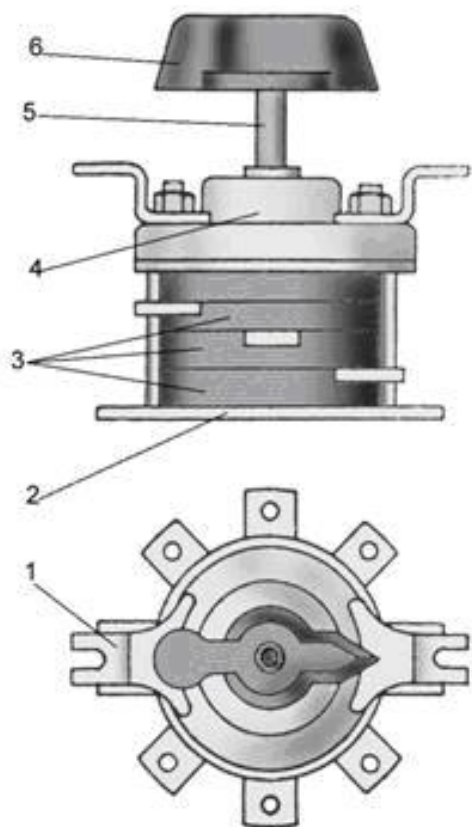


Рисунок – переключающий механизм: 1-верхняя скоба, 2-скоба со шпилькой, 3-изолятор (пакет), 4-переключающий механизм, 5-вал, 6-рукоятка. Механизм переключения состоит из заводной пружины, валика с рукояткой, пружинной шайбы (или упора) и фиксирующих выступов, ограничивающих поворот пружинной шайбы (упора) и вместе с ней подвижных контактов при переключении.

Выпускаются закрытые пакетные переключатели в пластиковых и силуминовых корпусах. Достаточно широко используются пакетные выключатели во взрывозащищённом исполнении.



Рассмотрим пакетные кулачковые переключатели. Они тоже формируются на базе набора пакетов. Однако в этом случае конструкция самого пакета другая. Здесь также имеются неподвижные контактные пластины, конструктивно связанные с корпусом пакета (4).

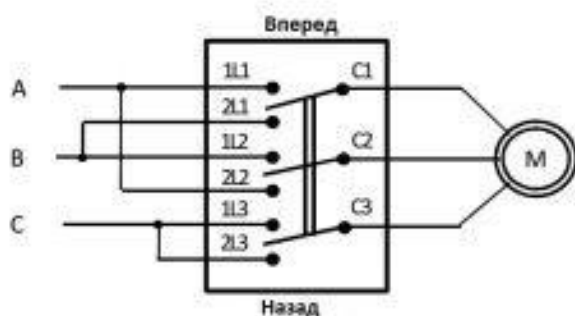


Рис. Подключение электродвигателя с возможностью управления реверсом при помощи пакетного переключателя (3 полюса, 2 направления).

На этих пластинах имеются контактный вывод с внешней стороны пакета (1) и неподвижный контакт внутри его (8). Подвижные контакты выполнены в виде подпружиненного контактного мостика (7). Положением контактного мостика управляет шток (5), перемещающийся под воздействием кулачка (3). Положение кулачка задаётся вращающимся валом (2) с ручкой. Так же, как в случае галетного переключателя, вал имеет ограниченное количество фиксированных положений (от двух до восьми).

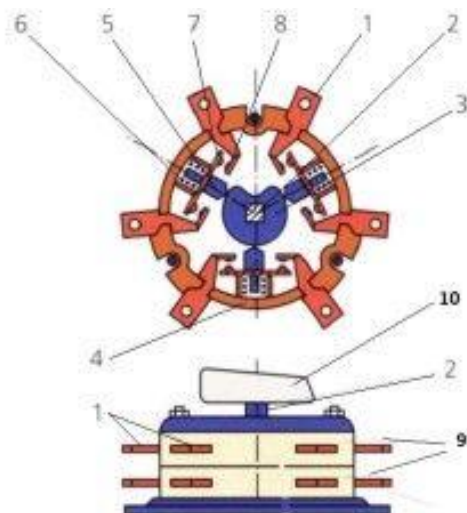


Рис. Пакет кулачкового переключателя.

1 – контактный вывод, 2 – вал, 3 – кулачок, 4 – шайба (корпус пакета), 5 – шток, 6 – пружина, 7 – контактный мостик, 8 – неподвижный контакт, 9 – пакет, 10 – рукоятка.

Кулачковые пакетные переключатели компактней традиционных. Гибкость конструкции кулачковых переключателей очень велика.

Недостатки переключателя: Сам пакетный переключатель отключить от сети невозможно. Так как его конструкция этого не позволяет. Это делает **пакетный выключатель**.



Назначение пакетных выключателей

Пакетный выключатель это ручной аппарат, который предназначен для коммутации (включения/отключения) небольших нагрузочных токов, применяются в электрических сетях переменного тока до 660 В и постоянного – до 440 В. Устанавливают их на панелях распределительных щитов, а также в шкафах как вводные выключатели.

Пакетный выключатель представляет собой приспособление для коммутации электрического тока в сетях. Он имеет ручной привод с переключающим устройством в виде изоляционной платы, на которой закреплены изолированные друг от друга подвижные контакты и неподвижные контакты с клеммами.

Для того чтобы включить или отключить пакетный выключатель необходимо повернуть его рукоятку на 90°. Данная манипуляция фиксирует подвижные контакты в нужном положении с помощью пружинного механизма.

Благодаря наличию фиксирующих выступов, ограничивающих разворот пружинного механизма и вместе с ним подвижных контактов, пакетный выключатель имеет четкую фиксацию положений при повороте рукоятки на 90°.

В зависимости от степени защиты, пакетные выключатели классифицируют на три типа изготовления:

- 1) открытое;
- 2) защитное;
- 3) герметичное.

Пакетный выключатель открытого исполнения предназначен исключительно для установки в сухих, не запыленных помещениях с отсутствием вероятности пожара и других защищенных местах (щиты, ящики, ниши), препятствующих случайному прикосновению к неподвижным контактам.

Защищенное исполнение пакетного выключателя подразумевает наличие пластмассовой оболочки. Она защищает пакетный выключатель не только от случайного прикосновения, но и от попадания посторонних предметов на токоведущие части.

Герметическое исполнение пакетного выключателя реализовано путем его защиты алюминиевым или пластмассовым корпусом, который препятствует попаданию влаги внутрь него.

Структурное обозначение пакетных переключателей

Сокращенно *пакетные выключатели* обозначаются буквами ПВ, а переключатели – ПП. Цифра, следующая за сокращением – число полюсов, а после дефиса – отключаемый ток в амперах при напряжении 220 В.



Конструкция пакетного выключателя состоит из двух главных узлов: механизма переключения и контактной системы. В зависимости от числа рабочих полюсов (1-4) он имеет в своем составе несколько коммутационных пакетов.

Отдельный пакет содержит подвижные и неподвижные соединения с фибровыми шайбами, которые способствуют гашению дуги. Подвижные пружинящие контакты расположены на поворотном штыре.



Он в свою очередь выполнен из изолирующего материала, при повороте которого происходит фиксация по 90 градусов за каждый оборот. Неподвижные контакты, имеющие вид ножей, расположены в пластмассовых шайбах.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

ЗАДАНИЕ № 1.

1. Записать в рабочую тетрадь тему, название работы, цель занятия.
2. Оформить схему структурного обозначения рубильника. Привести пример маркировки.
3. Оформить схему структурного обозначения пакетного переключателя. Привести пример маркировки.

ЗАДАНИЕ № 2.

1. Начертить схематическое устройство рубильника. Перечислить элементы устройства, показать на схеме.
2. Начертить схематическое устройство пакетного переключателя. Обозначить элементы схемы переключателя.

ЗАДАНИЕ №3.

Расшифруйте маркировки: РБ-400; РПЦ-100; РПБ-250; ППБ-23; РПЦ-34.

ЗАДАНИЕ №4.

Начертите схемы подключений рубильника и переключателя в сеть.

ЗАДАНИЕ №5.

Начертите диаграмму включений пакетного переключателя, представленного преподавателем.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Название темы.
2. Цель практического занятия.
3. Оформление выполненных заданий.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение рубильников.
2. Маркировка рубильников.
3. Классификация рубильников.
4. Каким способом обеспечивается устойчивый контакт между подвижным и неподвижным контактом?
5. Описать применение рубильников.
6. Что добавляется в конструкцию рубильника для дополнительной функции – защиты?
7. Назначение пакетных переключателей.
8. Конструкция пакетных переключателей.
9. Способ гашения электрической дуги в пакетных переключателях.
10. Описать примеры применения пакетного переключателя.
11. Структурное обозначение пакетных переключателей.
12. Особенности переключателя ПКП, описать устройство ПКП.
13. Устройство кулачкового переключателя.
14. Отличие пакетных переключателей и пакетных выключателей.
15. Описать принцип действия пакетных выключателей.
16. Описать особенности применения разной конструкции пакетных выключателей.
17. Описать структуру пакетных выключателей.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 2

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Выбор аппаратуры ручного управления.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора аппаратуры ручного управления. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Краткие теоретические сведения

Аппараты ручного управления Рубильники Р и переключатели П – простейшие коммутационные аппараты с рубящего типа контактами, предназначены для нечастых включений, отключений и переключений (перекидные переключатели) электрических цепей до 440 В постоянного тока и 660 В переменного.

Перекидные переключатели в отличие от рубильников имеют двойной комплект неподвижных контактов. Их применяют для переключения обмотки статора АД со звезды на треугольник, для реверсирования ЭД и т.д.

Рубильники и переключатели различаются по:

- номинальному току (100-5000 А);
- числу полюсов контактной системы - одно-, двух-, трехполюсные;
- виду привода - с центральной - Р или боковой -РБ рукояткой, с центральным - РПЦ или боковым - РПБ рычажным приводом и др.;
- способу гашения дуги - без дугогасительного устройства, с разрывными моментными ножами на пружине, с дугогасительной решеткой;
- виду исполнения - открытые, защищенные, закрытые;
- числу коммутационных положений - «включено - отключено» для рубильников, «включено отключено - переключено» для переключателей.

Пакетные выключатели ИВ и переключатели ППВ применяют в качестве вводных выключателей и переключателей цепей управления электроустановок для распределения электроэнергии и управления ЭД постоянного (10-400 А до 220В) и переменного (6,3-250 А до 380 В) тока. Аппараты состоят из отдельных, сложенных вместе двух - семи секций (пакетов) с контактной системой (двух- или трехлолюсной) и дугогасящим устройством с шайбами из фибры. Подвижные контакты в пакетах (в каждом по два пружинящих контакта, расположенных по окружности) насажены на изолированный поворачивающийся вал квадратного сечения с рукояткой. Аппараты обеспечивают быстрое и независимое от скорости поворота рукоятки, переключение контактов и ускоренное гашение дуги выделяющимися из фибры хлором и ионами цинка.

Путевые и конечные выключатели и переключатели используют для автоматической остановки и изменения направления вращения ЭД в электроприводе подъемно-транспортных механизмов, а также в устройствах сигнализации и блокировки. Они имеют контактную систему, которая переключается с помощью управляемых механизмов рычажного, нажимного, вращающегося действия, а также с использованием индукционных и магнитных датчиков, воздействуя на электрические цепи постоянного или переменного тока.

Порядок выполнения работы

ЗАДАНИЕ 1.

Определить номинальный и пусковой ток двигателя по следующей формуле:

$$I_{н.д.} = P_{н.д.} / \sqrt{3} * U_n * \eta * \cos \varphi$$

$$I_n = I_{н.д.} * k_n.$$

Записать формулы, пояснив каждый символ формул. Рассчитать значения токов по своему варианту (таблица данных).

ЗАДАНИЕ 2.

1. Записать условия выбора рубильника.
2. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку рубильника и заполнить таблицу.

Технические характеристики рубильника:

Тип (марка) рубильника	Номинальное напряжение,	Номинальный ток, А	Число полюсов	Ток динамической	Категория размещения
------------------------	-------------------------	--------------------	---------------	------------------	----------------------

	В			устойчивости	

4. Начертить схему подключения рубильника.

ЗАДАНИЕ 3.

1. Записать условия выбора разъединителя.

2. Определить расчетный ток на стороне установки разъединителя.

3. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку разъединителя и заполнить таблицу.

Технические характеристики разъединителя:

Тип (марка) разъединителя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Число полюсов	Ток термической стойкости	Категория размещения

4. Начертить схему подключения разъединителя.

ЗАДАНИЕ 4.

1. Записать условия выбора переключателя.

2. Определить расчетный ток на стороне установки переключателя.

3. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку переключателя и заполнить таблицу.

Технические характеристики переключателя:

Тип (марка) переключателя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Число переключений	Время переключения	Категория размещения

4. Начертить схему подключения переключателя.

ЗАДАНИЕ 5.

Составить и начертить принципиальную электрическую схему управления электродвигателем.

Форма отчета.

Отчет должен содержать:

1. Краткие теоретические сведения

2. Таблицы с указанием выбранного электрооборудования

3. Принципиальную электрическую схему управления электрическим двигателем
4. Выводы.
5. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Классификация аппаратов.
2. Что относится к аппаратам ручного управления.
3. Назначение, конструкция, принцип действия рубильников и переключателей.
4. Назначение, конструкция, принцип действия пакетных выключателей и переключателей.
5. Назначение, конструкция, принцип действия путевых и конечных выключателей.
6. Порядок выбора аппаратов ручного управления,
7. Требования, предъявляемые ко всем видам аппаратуры.

Варианты заданий

Таблица данных.

Вариант	Мощность двигателя, кВт	Коэффициент полезного	Коэффициент мощности
---------	----------------------------	--------------------------	-------------------------

		действия, %	
1	15	90	0,88
2	11	88	0,9
3	7,5	70	0,82
4	5	85	0,81
5	30	81	0,83
6	21	92	0,82
7	11	86	0,84
8	9	91	0,85
9	4,5	84	0,85
10	37	86	0,81
11	15	80	0,82
12	11	82	0,88
13	7,5	81	0,9
14	5	85	0,82
15	21	88	0,81
16	20	90	0,83
17	4,5	91	0,82
18	30	92	0,84
19	22	89	0,85
20	11	88	0,85
21	15	90	0,81
22	17	92	0,82
23	30	84	0,82
24	37	88	0,84
25	15	83	0,85

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 3

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Устройство, принцип действия, назначение предохранителей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучение конструкций и принципа действия основных типов предохранителей до 1000 В. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

Теоретическая часть

Плавкий предохранитель представляет собой однополюсный коммутационный аппарат, предназначенный для защиты электрических цепей от сверхтоков (токи перегрузки и токи КЗ). Действие его основано на плавлении током металлической вставки небольшого сечения и гашении образовавшейся дуги. В защищаемую цепь предохранитель включается последовательно.

Протекание тока, превышающего наименьший испытательный ток, приводит к перегоранию плавкой вставки. Наименьший испытательный ток превышает ток плавкой вставки в 1,3...1,5 раза.

Достоинства:

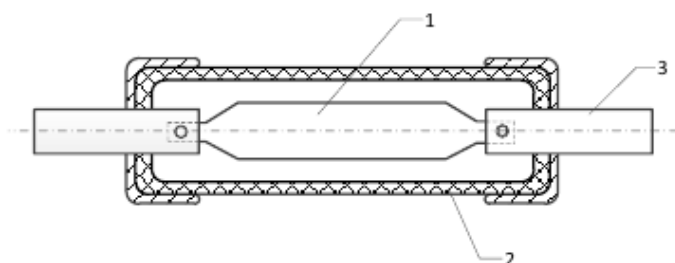
- при возникновении тока короткого замыкания перегорают быстро и являются в этом случае простой и дешевой защитой
- в большинстве плавких вставок предусмотрена возможность замены под напряжением
- малогабаритность
- способность отключать большие токи короткого замыкания.

Недостатки:

- однократность действия и необходимость замены после каждого срабатывания;
- ограничения по току нагрузки, рабочему напряжению и отключающей мощности;
- возникновение неполнофазного режима питания нагрузки при перегорании одного или двух предохранителей.
- при возникновении незначительного тока перегрузки, долго не срабатывает.

Несмотря на разнообразие конструкций предохранителей, все они имеют следующие основные части: корпус (2) из электроизоляционного материала, плавкую вставку (1), клеммы (3) для подключения к защищаемой цепи. Для изготовления плавких вставок применяют медь, серебро, цинк, свинец. Плавкая вставка выполняется либо в виде тонкого проводника круглого сечения либо в виде ленты. Плавкие вставки выполняют из медной ленты и разделяют на несколько параллельных ветвей для лучшего охлаждения. Использование меди, имеющей низкое удельное электрическое сопротивление, позволяет уменьшить сечение вставки, что облегчает дугогашение (так как дуга загорается в парах металла расплавившейся вставки, чем меньше этих паров в дуговом промежутке, тем легче погасить дугу).

Примеры конструктивного исполнения предохранителя ПР-2 показаны на рис.

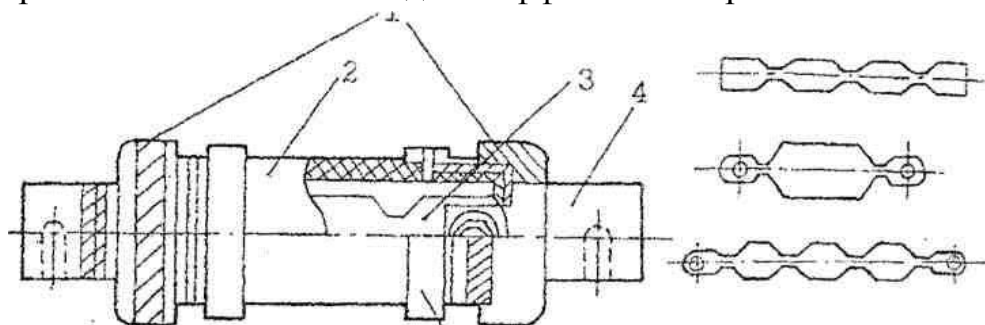


Плавкие предохранители с гашением дуги в закрытом объеме ПР-2



Предохранители ПР-2 на токи от 15 до 60 А имеют упрощенную конструкцию. Плавкая вставка 3 прижимается к латунной обойме колпачком, который является выходным контактом. Плавкая вставка штампуется из цинка, являющегося легкоплавким и стойким к коррозии материалом. Такая форма вставки позволяет получить благоприятную времятоковую (защитную) характеристику. В предохранителях на токи более 60 А плавкая вставка присоединяется к контактным ножам 4 с помощью болтов.

Принцип действия предохранителей ПР-2. Процесс гашения дуги в плавком предохранителе ПР-2 происходит следующим образом. При отключении сгорают суженные перешейки плавкой вставки, после чего возникает дуга. Под действием высокой температуры дуги фибровые стенки патрона выделяют газ, в результате чего давление в патроне за доли полупериода поднимается до 4-8 МПа. За счет увеличения давления поднимается вольт-амперная характеристика дуги, что способствует ее быстрому гашению. Плавкая вставка предохранителя ПР-2 может иметь от одного до четырех сужений в зависимости от номинального напряжения. Суженные участки вставки способствуют быстрому ее плавлению при коротком замыкании и создают эффект токоограничения.



1 - контактные держатели, 2 - фибровая трубка, 3 - плавкая вставка, 4 - контактный нож, 5 - медная шайба.

Поскольку гашение дуги в плавком предохранителе ПР-2 происходит очень быстро (0,002 с), можно считать, что уширенные части вставки в процессе гашения остаются неподвижными. Давление внутри патрона плавкого предохранителя в момент плавления вставки может достигать больших значений. Поэтому фибровый цилиндр должен обладать высокой механической прочностью, для чего на его концах установлены латунные обоймы 4. Диски 6, жестко связанные с контактными ножами 2, крепятся к обойме патрона 4 с помощью колпачков 5.

Предохранители ПР-2 работают бесшумно, практически без выброса пламени и газов, что позволяет устанавливать их на близком расстоянии друг от друга. Плавкие предохранители ПР-2 выпускаются двух осевых размеров — короткие и длинные. Короткие предохранители ПР-2 предназначены для работы на переменном напряжении не выше 380 В. Они имеют меньшую отключающую

способность, чем длинные, рассчитанные на работу в сети с напряжением до 500 В.

Технические характеристики предохранителей ПР-2.

В зависимости от номинального тока выпускается шесть габаритов патронов различных диаметров. В патроне каждого габарита могут устанавливаться вставки на различные номинальные токи. Так, в патроне на номинальный ток 15 А могут быть установлены вставки на ток 6, 10 и 15 А.

Плавкие предохранители с мелкозернистым наполнителем ПН-2



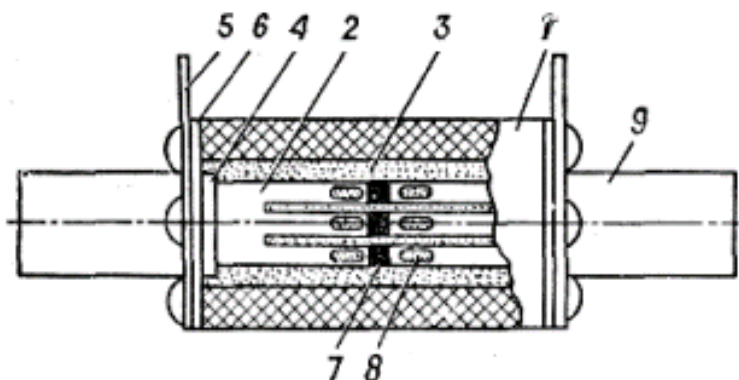
Эти предохранители более совершенны, чем предохранители ПР-2. Корпус квадратного сечения 1 предохранителя типа ПН-2 изготавливается из прочного фарфора или стеатита. Внутри корпуса расположены ленточные плавкие вставки 2 и наполнитель — кварцевый песок 3. Плавкие вставки привариваются к диску 4, который крепится к пластинам 5, связанным с ножевыми контактами 9. Пластины 5 крепятся к корпусу винтами.

В качестве наполнителя в предохранителях ПН-2 используется кварцевый песок с содержанием SiO_2 . Плавкая вставка предохранителей ПН-2 выполняется из медной ленты толщиной 0,1–0,2 мм. Для получения токоограничения вставка имеет суженные сечения 8. Плавкая вставка разделена на три параллельных ветви для более полного использования наполнителя. Соединение нескольких суженных участков последовательно способствует замедлению роста тока после плавления вставки, так как возрастает напряжение на дуге предохранителя. Для снижения температуры плавления на вставки наносятся оловянные полоски 7 (металлургический эффект).

Принцип действия предохранителя ПН-2. При коротком замыкании плавкая вставка предохранителя ПН-2 сгорает и дуга горит в канале, образованном зернами наполнителя. Из-за горения в узкой щели при токах выше 100 А дуга имеет возрастающую вольт-амперную характеристику. Этим обеспечивается гашение дуги за несколько миллисекунд.

После срабатывания предохранителя плавкие вставки вместе с диском 4 заменяются, после чего патрон засыпается песком. Для герметизации патрона под пластины 5 кладется асбестовая прокладка 6 что предохраняет песок от

увлажнения.



Технические характеристики предохранителей ПН-2.

Предохранители ПН-2 выполняются на номинальный ток до 630 А. Предельный отключаемый ток короткого замыкания, который может отключаться предохранителем, достигает 50 кА. Малые габариты, незначительная затрата дефицитных материалов, высокая токоограничивающая способность являются достоинствами плавкого предохранителя ПН-2.

При нагреве олово расплавляется гораздо раньше, чем медь. В месте соприкосновения олова с лентой начинается процесс растворения меди и уменьшение сечения ленты (металлургический эффект). Это вызывает увеличение сопротивления ленты на этом участке и увеличение потерь в нем. Процесс заканчивается расплавлением медной ленты в месте расположения олова. Основной характеристикой предохранителя является времятоковая характеристика, представляющая собой зависимость времени плавления плавкой вставки от протекающего по ней тока. Времятоковая характеристика предохранителя должна быть согласована с характеристикой защищаемой цепи. Правильно подобранный предохранитель имеет времятоковую характеристику, пересекающую характеристику объекта при токе $(1,5-2) \cdot I_{\text{ном}}$. При этом цепь не отключается при токах близких к номинальному значению и отключается в случае значительных перегрузок.

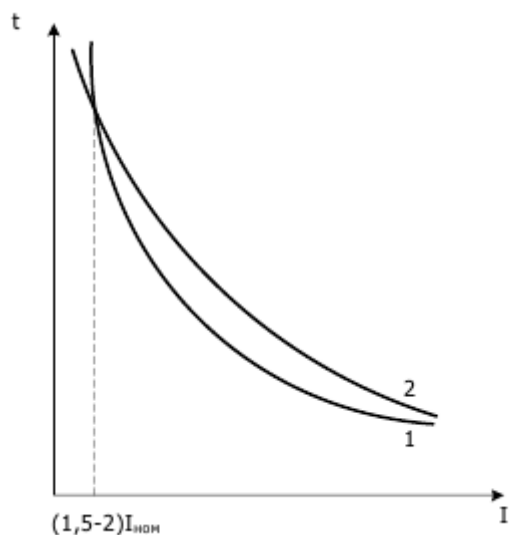


Рис. Временнoвая характеристика предохранителя (1) и защищаемого объекта (2).

Обычно между источником электрической энергии и потребителем устанавливается несколько предохранителей, каждый из которых при срабатывании должен отключать только поврежденный участок энергосистемы

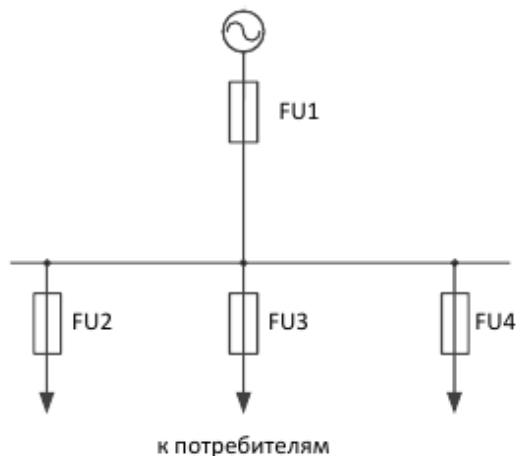


Рис. Схема защиты линий предохранителями.

Предохранитель FU1 должен быть рассчитан на больший ток, чем любой из предохранителей FU2–FU4. При коротком замыкании у одного из потребителей должен сработать один из предохранителей FU2–FU4. Предохранитель, расположенный ближе к источнику (FU1), должен остаться в проводящем состоянии. Такая согласованность работы предохранителей называется *селективностью защиты*. Для обеспечения селективности полное время срабатывания каждого из предохранителей FU2–FU4 должно быть меньше времени нагрева предохранителя FU1 до температуры плавления его вставки. При выборе предохранителя по условиям селективности руководствуются следующим соотношением: $t_{ср. б} > 3 t_{ср. м}$,

где $t_{ср. б}$, $t_{ср. м}$ — времена срабатывания предохранителя на больший и меньший номинальные токи соответственно. Таким образом, селективность защиты обеспечивается правильным согласованием времен срабатывания предохранителей различных уровней.

Параметры и характеристики предохранителей

Номинальный ток предохранителя ($I_{ном}$) — ток, который может протекать через предохранитель бесконечно долго без перегрева его отдельных частей. Величина этого тока обусловлена теплофизическими и геометрическими параметрами предохранителя. Номинальный ток вставки ($I_{в.ном}$) — ток, при котором вставка длительно работает, не нагреваясь выше допустимой температуры.

В один и тот же предохранитель могут быть установлены плавкие вставки на разные номинальные токи (но не больше номинального тока предохранителя).

Условный ток плавления ($I_{пл}$) — ток, при протекании которого в течение определенного времени плавкая вставка должна гарантированно перегорать.

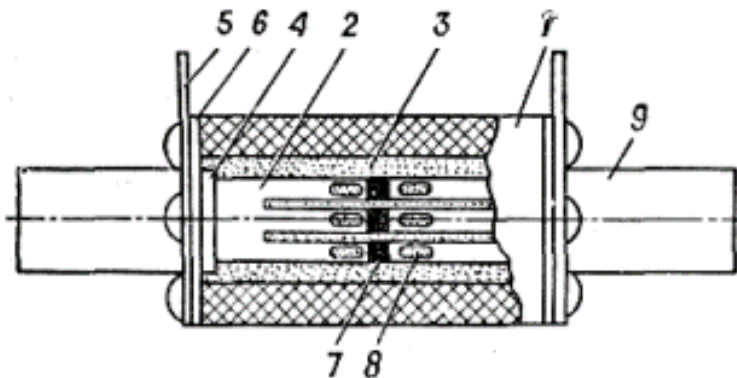
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

ЗАДАНИЕ № 1.

1. Записать в рабочую тетрадь тему, название работы, цель занятия.
2. Оформить схему структурного обозначения предохранителей ПР-2 и ПН-2. Привести пример маркировки.

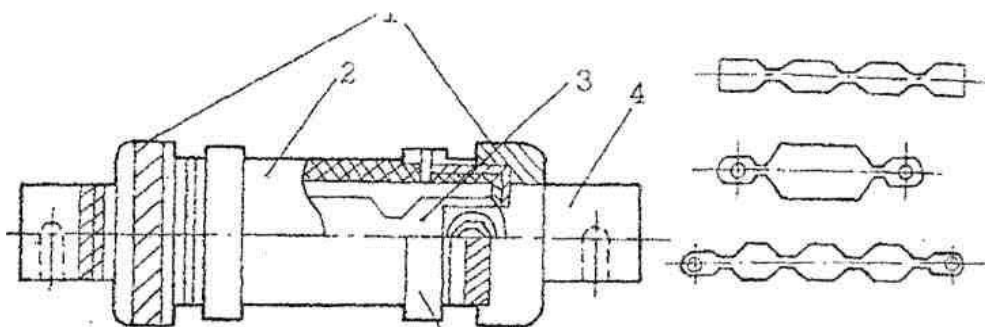
ЗАДАНИЕ № 2.

1. Начертить схематическое устройство предохранителя. Перечислить элементы устройства, показанные на схеме.
2. Назвать марку предохранителя и расшифровать.



ЗАДАНИЕ №3.

1. Начертить схематическое устройство следующего предохранителя. Перечислить элементы устройства, показанные на схеме.
2. Назвать марку предохранителя и расшифровать.



ЗАДАНИЕ №4.

Начертите схемы подключений предохранителя в сеть в однолинейном исполнении.

ЗАДАНИЕ №5.

Начертите времятоковую характеристику предохранителя и защищаемого объекта. Поясните характеристику.

ЗАДАНИЕ №6.

Начертите устройство плавких вставок разборного и неразборного предохранителей. Опишите материал, применяемый для изготовления вставок. Опишите принцип срабатывания вставок при:

- коротком замыкании,
- перегрузке.

ЗАДАНИЕ №7.

Поясните принцип гашения электрической дуги, возникающей при коротком замыкании в разборных и неразборных предохранителях.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты.
2. Справочная литература.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Название темы.
2. Цель практического занятия.
3. Оформление выполненных заданий.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Применение плавких предохранителей.
2. Схема включения предохранителя в сеть (начертить).
3. Дать определение: номинальный ток вставки предохранителя...
4. При каком токе проводят испытания предохранителей.
5. Перечислите устройство предохранителя ПР-2.
6. Назначение медной шайбы у предохранителя ПР-2.

7. Способы присоединения вставки к контактным ножам в предохранителе ПР-2.
8. Для чего предназначены сужения в конструкции плавких вставок ПР-2?
9. Пояснить способ гашения дуги при перегорании ПР-2.
10. Начертить конструкции вставок ПР-2 и пояснить материал при разных токах.
11. Перечислить устройство предохранителя ПН.
12. Пояснить принцип гашения дуги в ПН.
13. Конструкция вставок в предохранителе ПН.
14. Назначение оловянных полосок.
15. Начертить схему защиты линий предохранителями и пояснить, что такое селективность срабатывания защиты.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 4

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Выбор плавких предохранителей для защиты электродвигателей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора аппаратуры защиты электродвигателей. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Проводить выбор аппаратов управления и защиты электроприводов.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Краткие теоретические сведения

Отстройка плавких вставок предохранителей от пусковых токов электродвигателей. Основным условием, определяющим выбор плавких предохранителей для защиты асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, является отстройка от пускового тока. Отстройка плавких вставок от пусковых токов выполняется по времени: пуск электродвигателя должен полностью закончиться раньше, чем вставка расплавится под действием пускового тока. Опытом эксплуатации установлено правило: для надежной работы вставок пусковой ток не должен превышать половины тока, который может расплавить вставку за время пуска.

Все электродвигатели разбиты на две группы по времени и частоте пуска. Двигателями с легким пуском считаются двигатели вентиляторов, насосов, металлорежущих станков и т. п., пуск которых заканчивается за 3...5 с, пускаются эти двигатели редко, менее 15 раз в 1 ч. К двигателям с тяжелым пуском относятся двигатели подъемных кранов, центрифуг, шаровых мельниц, пуск которых продолжается более 10 с, а также двигатели, которые пускаются очень часто - более 15 раз в 1 ч. К этой категории относят и двигатели с более легкими условиями пуска, но особо ответственные, для которых совершенно недопустимо ложное перегорание вставки при пуске.

Выбор номинального тока плавкой вставки для отстройки от пускового тока производится по выражению: $I_{вс} \geq I_{п} / \alpha$ (1)

где $I_{п}$ - пусковой ток двигателя, определяемый по паспорту, каталогам или непосредственным измерением;

α - коэффициент, определяемый условиями пуска и равный для двигателей с легким пуском 2,5, а для двигателей с тяжелым пуском 1,6...2.

Поскольку вставка при пуске двигателя нагревается и окисляется, уменьшается сечение вставки, ухудшается состояние контактов, она может ложно перегореть при нормальной работе двигателя. Вставка, выбранная в соответствии с формулой 1, может сгореть также при затянувшемся по сравнению с расчетным временем пуске или самозапуске двигателя. Поэтому во всех случаях

целесообразно измерить напряжение на вводах двигателя в момент пуска и определить время пуска.

Для предотвращения сгорания вставок при пуске, что может повлечь за собой работу двигателя на двух фазах и его повреждение, целесообразно во всех случаях, когда это допустимо по чувствительности к токам КЗ, выбирать вставки более грубыми, чем по условию (1).

Каждый двигатель должен защищаться своим отдельным аппаратом защиты. Общий аппарат допускается для защиты нескольких маломощных двигателей только в том случае, если будет обеспечена термическая устойчивость пусковых аппаратов и аппаратов защиты от перегрузки, установленных в цепи каждого двигателя.

Выбор предохранителей для защиты магистралей, питающих несколько асинхронных электродвигателей.

Защита магистралей, питающих несколько двигателей, должна обеспечивать и пуск двигателя с наибольшим пусковым током и самозапуск двигателей, если он допустим по условиям техники безопасности, технологического процесса и т. п. При расчете защиты необходимо точно определить, какие двигатели отключаются при понижении или полном исчезновении напряжения, какие остаются включенными, какие повторно включаются при появлении напряжения.

Для уменьшения нарушений технологического процесса применяют специальные схемы включения удерживающего электромагнита пускателя, обеспечивающего немедленное включение в сеть двигателя при восстановлении напряжения. Поэтому в общем случае номинальный ток плавкой вставки, через которую питается несколько самозапускающихся двигателей, выбирается по выражению: $I_{вс} \geq \sum I_{п} / \alpha$. (2)

$\sum I_{п}$ - сумма пусковых токов самозапускающихся электродвигателей.

Выбор предохранителей для защиты магистралей при отсутствии самозапускающихся электродвигателей

В этом случае плавкие вставки предохранителей выбираются по следующему соотношению: $I_{н.в.} \geq I_{кр} / \alpha$

где $I_{кр} = I_{п} + I_{длит}$ – максимальный кратковременный ток линии;

$I_{п}$ – пусковой ток электродвигателя или группы одновременно включаемых электродвигателей, при пуске которых кратковременный ток линии достигает наибольшего значения;

$I_{длит}$ – длительный расчетный ток линии до момента пуска электродвигателя (или группы электродвигателей) – это суммарный ток, который потребляется всеми элементами, подключенными через плавкий предохранитель,

определяемый без учета рабочего тока пускаемого электродвигателя (или группы двигателей).

Выбор предохранителей для защиты асинхронных электродвигателей от перегрузки

Поскольку пусковой ток в 5...7 раз превышает номинальный ток двигателя, плавкая вставка, выбранная по выражению (1), будет иметь номинальный ток в 2...3 раза больше номинального тока двигателя и, выдерживая этот ток неограниченное время, не может защитить двигатель от перегрузки.

Для защиты двигателей от перегрузки обычно применяют тепловые реле, встраиваемые в магнитные пускатели или в автоматические выключатели.

Если для защиты двигателя от перегрузки и управления им применяется магнитный пускатель, то при выборе плавких вставок приходится учитывать также условие предотвращения повреждения контактов пускателя.

При коротких замыканиях в двигателе снижается напряжение на удерживающем электромагните пускателя, он отпадает и разрывает ток короткого замыкания своими контактами, которые, как правило, разрушаются. Для предотвращения этого короткого замыкания двигателя должны отключаться предохранителем раньше, чем разомкнутся контакты пускателя.

Это условие обеспечивается, если время отключения тока короткого замыкания предохранителем не превышает 0,15...0,2 с; для этого ток короткого замыкания должен быть в 10...15 раз больше номинального тока вставки предохранителя, защищающего электродвигатель.

Порядок выполнения работы

ЗАДАНИЕ 1.

Определить номинальный и пусковой ток двигателя по следующей формуле:

$$I_{н.д.} = P_{н.д.} / \sqrt{3} * U_{н.} * \eta * \cos \varphi$$

$$I_{п.} = I_{н.д.} * k_{п.}$$

Записать формулы, пояснив каждый символ формул. Рассчитать значения токов по своему варианту (таблица данных № 1).

ЗАДАНИЕ 2.

1. Записать условия выбора предохранителя.

2. Выполнить расчеты условий выбора предохранителя для защиты одного электродвигателя.

3. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку предохранителя и заполнить таблицу.

Технические характеристики предохранителя:

Тип (марка) предохранителя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток патрона, А	Номинальный ток вставки, А

5. Начертить схему подключения предохранителя.

ЗАДАНИЕ 3.

1. Рассчитать ток линии, питающей несколько электродвигателей (таблица данных № 2).

2. Определить максимальный ток. Записать условие выбора вставки по максимальному току.

3. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку предохранителя и заполнить таблицу.

Технические характеристики предохранителя:

Тип (марка) предохранителя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток патрона, А	Номинальный ток вставки, А

Форма отчета.

Отчет должен содержать:

1. Краткие теоретические сведения
2. Условия выбора предохранителей для одного электродвигателя и линии, питающей несколько электродвигателей.
3. Принципиальную электрическую схему подключения предохранителей.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Опишите устройство марки предохранителя, выбранного для защиты электродвигателя.

2. Опишите назначение предохранителя.

3. Начертите схему подключения предохранителя для защиты электродвигателя.

4. Опишите требования, предъявляемые к предохранителям.

Варианты заданий

Таблица данных № 1.

Вариант	Мощность двигателя, кВт	Коэффициент полезного действия, %	Коэффициент мощности	Кратность пускового тока
1	15	90	0,88	6
2	11	88	0,9	7
3	7,5	70	0,82	7
4	5	85	0,81	5
5	30	81	0,83	7
6	21	92	0,82	6
7	11	86	0,84	6
8	9	91	0,85	4
9	4,5	84	0,85	4
10	37	86	0,81	5
11	15	80	0,82	5
12	11	82	0,88	5
13	7,5	81	0,9	6
14	5	85	0,82	6
15	21	88	0,81	6
16	20	90	0,83	7
17	4,5	91	0,82	5
18	30	92	0,84	7
19	22	89	0,85	6
20	11	88	0,85	6
21	15	90	0,81	5
22	17	92	0,82	5
23	30	84	0,82	6
24	37	88	0,84	6
25	15	83	0,85	5

Данные № 2.

Вариант 1. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит

двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,9$.

Данные: $P_{н.д.1} = 8 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,9$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,86$; $\eta_2 = 0,81$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 3 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,80$; $\eta_3 = 0,8$; $K_{п3} = 6,5$; $P_{л} = 10 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,9$.

Вариант 2. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для мастерских. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$, $K_{з.дв.} = 0,85$.

Данные: $P_{н.д.1} = 30 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $\eta_1 = 0,87$; $K_{п1} = 7$; $P_{н.д.2} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$; $\eta_2 = 0,89$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,85$; $\eta_3 = 0,9$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,6$.

Вариант 3. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,82$.

Данные: $P_{н.д.1} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,86$; $\eta_1 = 0,88$; $K_{п1} = 4,5$; $P_{н.д.2} = 5 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,88$; $\eta_2 = 0,83$; $K_{п2} = 5$; $P_{н.д.3} = 27 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,8$; $\eta_3 = 0,9$; $K_{п3} = 7$; $P_{л} = 4 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,95$.

Вариант 4. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,84$.

Данные: $P_{н.д.1} = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,84$; $\eta_1 = 0,86$; $K_{п1} = 7$; $P_{н.д.2} = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$; $\eta_2 = 0,85$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,83$; $\eta_3 = 0,82$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 8 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,9$.

Вариант 5. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,80$.

Данные: $P_{н.д.1} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,86$; $\eta_1 = 0,86$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 30 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$; $\eta_2 = 0,87$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 5,5 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,83$; $\eta_3 = 0,86$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,7$.

Вариант 6. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для птицефабрики. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,75$.

Данные: $P_{н.д.1} = 4 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,88$; $\eta_1 = 0,92$; $K_{п1} = 5,5$; $P_{н.д.2} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,81$; $\eta_2 = 0,95$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 7 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,86$; $\eta_3 = 0,88$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,8$.

Вариант 7. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$; $K_{з.дв.} = 0,9$.

Данные: $P_{н.д.1} = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,85$; $\eta_1 = 0,88$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 24 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,81$; $\eta_2 = 0,89$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 1,5 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,87$; $\eta_3 = 0,9$; $K_{п3} = 4$; $P_l = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,7$.

Вариант 8. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,8$; $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 4 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $\eta_1 = 0,92$; $K_{п1} = 5$; $P_{н.д.2} = 27 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,85$; $\eta_2 = 0,82$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 24 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,84$; $\eta_3 = 0,87$; $K_{п3} = 6,5$; $P_l = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,8$.

Вариант 9. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,7$.

Данные: $P_{н.д.1} = 5 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,8$; $K_{п1} = 4,5$; $P_{н.д.2} = 35 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,85$; $\eta_2 = 0,9$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,84$; $\eta_3 = 0,83$; $K_{п3} = 7$; $P_l = 14 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,8$.

Вариант 10. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,95$.

Данные: $P_{н.д.1} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,88$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 5 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$; $\eta_2 = 0,85$; $K_{п2} = 5$; $P_{н.д.3} = 37 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,84$; $\eta_3 = 0,9$; $K_{п3} = 7$; $P_l = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,6$.

Вариант 11. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,9$.

Данные: $P_{н.д.1} = 8 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $\eta_1 = 0,92$; $K_{п1} = 5$; $P_{н.д.2} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,86$; $\eta_2 = 0,87$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 33 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,86$; $\eta_3 = 0,85$; $K_{п3} = 6$; $P_l = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,8$.

Вариант 12. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит

двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,9$; $K_{п1} = 7$; $P_{н.д.2} = 27 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$; $\eta_2 = 0,91$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 1,3 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,80$; $\eta_3 = 0,8$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 21 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,6$.

Вариант 13. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,7$.

Данные: $P_{н.д.1} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,84$; $\eta_1 = 0,82$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,86$; $\eta_2 = 0,8$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 33 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,88$; $\eta_3 = 0,8$; $K_{п3} = 6,5$; $P_{л} = 9 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,9$.

Вариант 14. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для мастерских. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 23 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,9$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,86$; $\eta_2 = 0,81$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 5 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,87$; $\eta_3 = 0,81$; $K_{п3} = 7$; $P_{л} = 6 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,9$.

Вариант 15. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$, $K_{з.дв.} = 0,85$.

Данные: $P_{н.д.1} = 16 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $\eta_1 = 0,87$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 19 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$; $\eta_2 = 0,82$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 37 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,85$; $\eta_3 = 0,9$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,8$.

Вариант 16. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 21 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,86$; $\eta_1 = 0,88$; $K_{п1} = 5,5$; $P_{н.д.2} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,84$; $\eta_2 = 0,9$; $K_{п2} = 5$; $P_{н.д.3} = 17 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,8$; $\eta_3 = 0,9$; $K_{п3} = 5$; $P_{л} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,9$.

Вариант 17. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,85$.

Данные: $P_{н.д.1} = 8 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,84$; $\eta_1 = 0,89$; $K_{п1} = 4$; $P_{н.д.2} = 32 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,85$; $\eta_2 = 0,85$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 24 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,88$; $\eta_3 = 0,82$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 20 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,7$.

Вариант 18. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,9$.

Данные: $P_{н.д.1} = 32 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,86$; $\eta_1 = 0,86$; $K_{п1} = 7$; $P_{н.д.2} = 20 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$; $\eta_2 = 0,87$; $K_{п2} = 7$; $P_{н.д.3} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,83$; $\eta_3 = 0,86$; $K_{п3} = 6$; $P_l = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,6$.

Вариант 19. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,85$.

Данные: $P_{н.д.1} = 14 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $\eta_1 = 0,91$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 9 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,81$; $\eta_2 = 0,9$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 7 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,86$; $\eta_3 = 0,88$; $K_{п3} = 6$; $P_l = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,8$.

Вариант 20. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$; $K_{з.дв.} = 0,7$.

Данные: $P_{н.д.1} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,81$; $\eta_1 = 0,92$; $K_{п1} = 7$; $P_{н.д.2} = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$; $\eta_2 = 0,84$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,84$; $\eta_3 = 0,85$; $K_{п3} = 6$; $P_l = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,8$.

Вариант 21. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$; $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 14 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,88$; $\eta_1 = 0,91$; $K_{п1} = 6$; $P_{н.д.2} = 17 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$; $\eta_2 = 0,9$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 34 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,83$; $\eta_3 = 0,89$; $K_{п3} = 7$; $P_l = 21 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,9$.

Вариант 22. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,7$.

Данные: $P_{н.д.1} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,8$; $K_{п1} = 5$; $P_{н.д.2} = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,85$; $\eta_2 = 0,9$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,89$; $\eta_3 = 0,86$; $K_{п3} = 7$; $P_l = 7 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_l = 0,9$.

Вариант 23. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$; $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 7\text{кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $\eta_1 = 0,88$; $K_{п1} = 5$; $P_{н.д.2} = 18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$; $\eta_2 = 0,85$; $K_{п2} = 5$; $P_{н.д.3} = 17\text{кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,80$; $\eta_3 = 0,88$; $K_{п3} = 6$; $P_{л} = 15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,7$.

Вариант 24. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатель **М1**, вторая – двигатели **М2** и **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380\text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,8$.

Данные: $P_{н.д.1} = 33\text{кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $\eta_1 = 0,92$; $K_{п1} = 7$; $P_{н.д.2} = 15\text{кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$; $\eta_2 = 0,8$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 33\text{кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,86$; $\eta_3 = 0,85$; $K_{п3} = 7$; $P_{л} = 19\text{кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,75$.

Вариант 25. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для животноводческого помещения. Нагрузки распределены на 3 линии. Одна содержит двигатели **М1** и **М2**, вторая – двигатель **М3**, от третьей получает питание нагрузка с активной мощностью **Рл**. $U_n = 380\text{ В}$, $K_o = 1$, $K_{з.дв.} = 0,85$.

Данные: $P_{н.д.1} = 22\text{кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,88$; $\eta_1 = 0,9$; $K_{п1} = 6,5$; $P_{н.д.2} = 8\text{кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,81$; $\eta_2 = 0,85$; $K_{п2} = 6$; $P_{н.д.3} = 4\text{кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,86$; $\eta_3 = 0,88$; $K_{п3} = 5$; $P_{л} = 17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{л} = 0,9$.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 5

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Выбор плавких предохранителей для защиты силовой электропроводки.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора аппаратуры защиты электропроводки. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Проводить выбор аппаратов управления и защиты электроприводов.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Краткие теоретические сведения

Выбор предохранителей

а) Номинальное напряжение

Номинальное напряжение предохранителей и их плавких вставок $U_{\text{вс.ном}}$ независимо от места установки должно выбираться равным номинальному напряжению сети $U_{\text{с}}$: $U_{\text{вс.ном}} \geq U_{\text{с}}$.

Действительное напряжение сети не должно превышать номинального напряжения предохранителя больше чем на 10%. Установка предохранителей на меньшее номинальное напряжение, чем напряжение сети, не допускается во избежание возникновения короткого замыкания, так как изоляция каждого предохранителя рассчитана на определенное напряжение. Установка предохранителей на большее номинальное напряжение, чем напряжение сети, также не рекомендуется. Так как длина плавкой вставки для обеспечения надежного гашения дуги, возникающей при ее перегорании, тем больше, чем выше напряжение. С увеличением длины плавкой вставки, имеющей тот же номинальный ток, изменяются условия гашения дуги, и ухудшается защитная характеристика вставки.

б) Предельно отключаемый ток.

Предельно отключаемый ток плавкой вставки $I_{\text{вс.пр.}}$ должен быть равен или больше максимального расчетного тока короткого замыкания $I_{\text{к.з.макс.}}$, проходящего по цепи, защищаемой предохранителем. Если это условие не будет выполнено, дуга, возникающая при перегорании плавкой вставки, может не погаснуть, а предохранитель в результате ее длительного горения разрушится. Таким образом, вторым условием является: $I_{\text{вс.пр.}} \geq I_{\text{к.з.макс.}}$.

в) Номинальный ток

Номинальный ток плавкой вставки следует во всех случаях выбирать минимальным. При этом плавкая вставка не должна перегорать при прохождении по ней максимального длительного тока нагрузки $I_{н.макс}$, что обеспечивается при соблюдении следующего условия: $I_{в.н.} \geq K_n * I_{н.макс}$

Величина коэффициента K_n зависит от характера нагрузки. Так, при постоянной нагрузке (например, освещение) $K_n=1,1 \dots 1,2$.

При переменной нагрузке плавкая вставка не должна также перегорать при кратковременных перегрузках, когда в защищаемой сети проходит ток, превышающий максимальный ток длительной нагрузки.

Для выполнения этого условия номинальный ток плавкой вставки выбирают таким, чтобы при прохождении по ней тока перегрузки $I_{пер.}$ время ее перегорания было больше времени перегрузки.

В жилых домах, бытовых и общественных помещениях, т. е. там, где сети не находятся постоянно под наблюдением квалифицированного персонала, плавкие вставки должны удовлетворять следующему условию: $I_{в.н.} \geq K_n * I_{н.макс}$

После выбора номинального тока необходимо убедиться, что плавкая вставка надежно защищает участок сети, на котором она установлена. При коротком замыкании в наиболее удаленной точке сети плавкая вставка должна надежно и быстро перегорать. Кратность тока однофазного короткого замыкания в сетях с заземленной нейтралью и двухфазного короткого замыкания в сетях с изолированной нейтралью должна быть не менее 3 по отношению к номинальному току плавкой вставки.

Порядок выполнения работы

ЗАДАНИЕ 1.

Определить рабочий ток линии по следующей формуле:

$$I_p = P_{л.} / \sqrt{3} * U_n * \cos \varphi$$

Записать формулы, пояснив каждый символ формул. Рассчитать значения токов по своему варианту (таблица данных № 1).

ЗАДАНИЕ 2.

1. Записать условия выбора предохранителя.
2. Выполнить расчеты условий выбора предохранителя для защиты одной линии.

3. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку предохранителя и заполнить таблицу.

Технические характеристики предохранителя:

Тип (марка) предохранителя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток патрона, А	Номинальный ток вставки, А

4. Начертить схему подключения предохранителя.

ЗАДАНИЕ 3.

1. Рассчитать ток на вводе, питающей несколько линий (данные № 2).

2. Записать условие выбора вставки по рабочему току на вводе.

3. Пользуясь справочной документацией, выбрать марку предохранителя и заполнить таблицу.

Технические характеристики предохранителя:

Тип (марка) предохранителя	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток патрона, А	Номинальный ток вставки, А

Форма отчета.

Отчет должен содержать:

1. Краткие теоретические сведения

2. Условия выбора предохранителя для одной линии.

3. Ответы на задания работы.

3. Принципиальную электрическую схему подключения предохранителей.

4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Опишите устройство марки предохранителя, выбранного для защиты линии.

2. Опишите назначение предохранителя.

3. Начертите схему подключения предохранителя для защиты линии.

Варианты заданий

Таблица данных № 1.

Вариант	Мощность линии, кВт	Коэффициент мощности
1	26	0,9
2	35	0,96
3	33	0,8
4	22	0,85
5	20	0,7
6	12	0,65
7	36	0,6
8	31	0,9
9	40	0,95
10	25	0,9
11	28	0,96
12	23	0,8
13	37	0,85
14	34	0,7
15	39	0,65
16	49	0,6
17	41	0,9
18	18	0,95
19	15	0,8
20	24	0,85
21	20	0,9
22	30	0,95
23	34	0,7
24	22	0,65
25	25	0,6

Данные № 2.

Вариант 1. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_n = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,9$.

Данные: $P_{л.1} = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $P_{л.2} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,86$;

$P_{л.3} = 10 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,9.$

Вариант 2. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 0,9, K_o = 0,85.$

Данные: $P_{л.1} = 30 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,82;$ $P_{л.2} = 11 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,83;$

$P_{л.3} = 18 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,85$

Вариант 3. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,82.$

Данные: $P_{л.1} = 11 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,86;$ $P_{л.2} = 5 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,88;$

$P_{л.3} = 27 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,8$

Вариант 4. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,84.$

Данные: $P_{л.1} = 18 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,84;$ $P_{л.2} = 12 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,82;$

$P_{л.3} = 12 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,83$

Вариант 5. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,80.$

Данные: $P_{л.1} = 22 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,86;$ $P_{л.2} = 30 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,82;$

$P_{л.3} = 5,5 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,83.$

Вариант 6. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,75.$

Данные: $P_{л.1} = 4 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,88;$ $P_{л.2} = 22 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,81;$

$P_{л.3} = 7 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,86.$

Вариант 7. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 0,9; K_o = 0,9.$

Данные: $P_{л.1} = 12 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,85;$ $P_{л.2} = 24 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,81;$

$P_{л.3} = 1,5 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,87$

Вариант 8. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 0,8; K_o = 0,8.$

Данные: $P_{л.1} = 4 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,82;$ $P_{л.2} = 27 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,85;$

$P_{л.д.3} = 24 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,84.$

Вариант 9. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,7.$$

Данные: $P_{л.1} = 5 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,83;$ $P_{л.2} = 35 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,85;$

$P_{л.3} = 22 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,84.$

Вариант 10. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,95.$$

Данные: $P_{л.1} = 11 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,83;$ $P_{л.2} = 5 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,82;$

$P_{л.3} = 37 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,84.$

Вариант 11. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,9.$$

Данные: $P_{л.1} = 8 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,82;$ $P_{л.2} = 15 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,86;$

$P_{л.3} = 33 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,86.$

Вариант 12. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,8.$$

Данные: $P_{л.1} = 25 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,83;$ $P_{л.2} = 27 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,83;$

$P_{л.3} = 1,3 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,80.$

Вариант 13. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,7.$$

Данные: $P_{л.1} = 22 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,84;$ $P_{л.2} = 11 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,86;$

$P_{л.3} = 33 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,88.$

Вариант 14. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 1, K_o = 0,8.$$

Данные: $P_{л.1} = 23 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,83;$ $P_{л.2} = 25 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,86;$

$P_{л.3} = 5 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,87.$

Вариант 15. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$$U_H = 380 \text{ В}, K_o = 0,9, K_o = 0,85.$$

Данные: $P_{л.1} = 16 \text{ кВт}; \cos \varphi_1 = 0,82$ $P_{л.2} = 19 \text{ кВт}; \cos \varphi_2 = 0,83;$

$P_{л.3} = 37 \text{ кВт}; \cos \varphi_3 = 0,85.$

Вариант 16. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,8$.

Данные: $P_{Л.1} = 21 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,86$; $P_{Л.2} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,84$;

$P_{Л.3} = 17 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,9$.

Вариант 17. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,85$.

Данные: $P_{Л.1} = 8 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,84$; $P_{Л.2} = 32 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,85$; $\eta = 0,85$

$P_{Л.3} = 24 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,7$.

Вариант 18. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,9$.

Данные: $P_{Л.1} = 32 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,86$; $P_{Л.2} = 20 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$;

$P_{Л.3} = 11 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,6$.

Вариант 19. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,85$.

Данные: $P_{Л.1} = 14 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $P_{Л.2} = 9 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,81$;

$P_{Л.3} = 7 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,8$.

Вариант 20. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$; $K_o = 0,7$.

Данные: $P_{Л.1} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,81$; $P_{Л.2} = 12 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$;

$P_{Л.3} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,8$.

Вариант 21. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$; $K_o = 0,8$.

Данные: $P_{Л.1} = 14 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,88$; $P_{Л.2} = 17 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$;

$P_{Л.3} = 34 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,9$.

Вариант 22. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,7$.

Данные: $P_{Л.1} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $P_{Л.2} = 25 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,85$;

$P_{Л.3} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,9$.

Вариант 23. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 0,9$; $K_o = 0,8$.

Данные: $P_{л.1} = 7 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,83$; $P_{л.2} = 18 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,82$;

$P_{л.3} = 17 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,7$.

Вариант 24. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,8$.

Данные: $P_{л.1} = 33 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,82$; $P_{л.2} = 15 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,83$;

$P_{л.3} = 33 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,75$.

Вариант 25. Начертить расчетные схемы и выбрать защиту предохранителями для общественного помещения. Нагрузки распределены на 3 линии.

$U_H = 380 \text{ В}$, $K_o = 1$, $K_o = 0,85$.

Данные: $P_{л.1} = 22 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,88$; $P_{л.2} = 8 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_2 = 0,81$;

$P_{л.3} = 4 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_3 = 0,9$.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 6

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение устройства, принципа действия, назначения автоматических выключателей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучение устройства и принципа действия автоматических выключателей до 1000 В. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта
2. рабочая тетрадь
3. справочная литература

ЗАДАНИЯ:

1. *Дополнить предложения, обозначенные цифрами.*
2. *Выполнить задания (с выделенным текстом).*
3. *Ответить на контрольные вопросы.*

1. Автоматический выключатель – это _____.

Т.е. автоматический выключатель выполняет три основных функции:

- коммутацию цепи (позволяет включать и отключать конкретный участок электрической цепи);
- обеспечивает защиту от токов перегрузки, отключая защищаемую цепь, когда в ней протекает ток, превышающий допустимый (например, при подключении в линию мощного прибора или приборов);
- отключает от питающей сети защищаемую цепь, когда в ней возникают большие по значению токи короткого замыкания.

Таким образом, автоматы выполняют одновременно и функции защиты и функции управления.

По конструктивному исполнению выпускаются три основных типа автоматических выключателей:

- ***воздушные автоматические выключатели*** (применяются в промышленности в цепях с большими токами в тысячи ампер);
- ***автоматические выключатели в литом корпусе*** (рассчитаны на большой диапазон рабочих токов от 16 до 1000 Ампер);
- ***модульные автоматические выключатели***. Они широко применяются в быту, в наших домах и квартирах. Модульными они называются потому, что их ширина стандартизирована и в зависимости от количества полюсов, кратна 17.5 мм

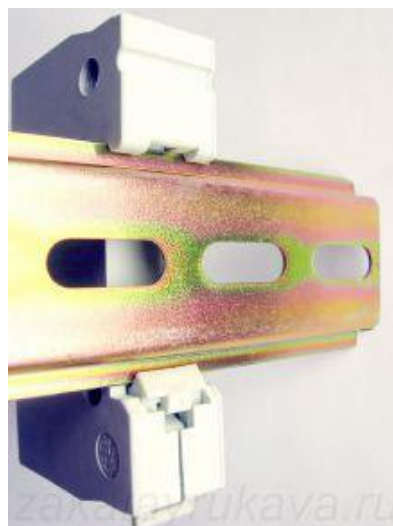
Устройство и принцип работы автоматического выключателя.

Корпус автоматического выключателя изготавливается из диэлектрического материала. На передней панели нанесена торговая марка производителя, каталожный номер. Основные характеристики:

2. Написать основные характеристики автоматического выключателя, занесенные в паспортные данные: _____

На задней части имеется специальное крепление для монтажа на DIN-рейку и крепления на ней с помощью специальной защелки.

DIN-рейка — это металлическая рейка специальной формы, шириной 35 мм, предназначенная для крепления модульных устройств (автоматов, УЗО, различных реле, пускателей, клеммников и т.д.). Для монтажа на рейку необходимо завести корпус автомата за верхнюю часть DIN-рейки и нажать на нижнюю часть автомата, чтобы фиксатор защелкнулся. Для снятия с DIN-рейки необходимо поддеть снизу фиксатор защелки и снять автомат.

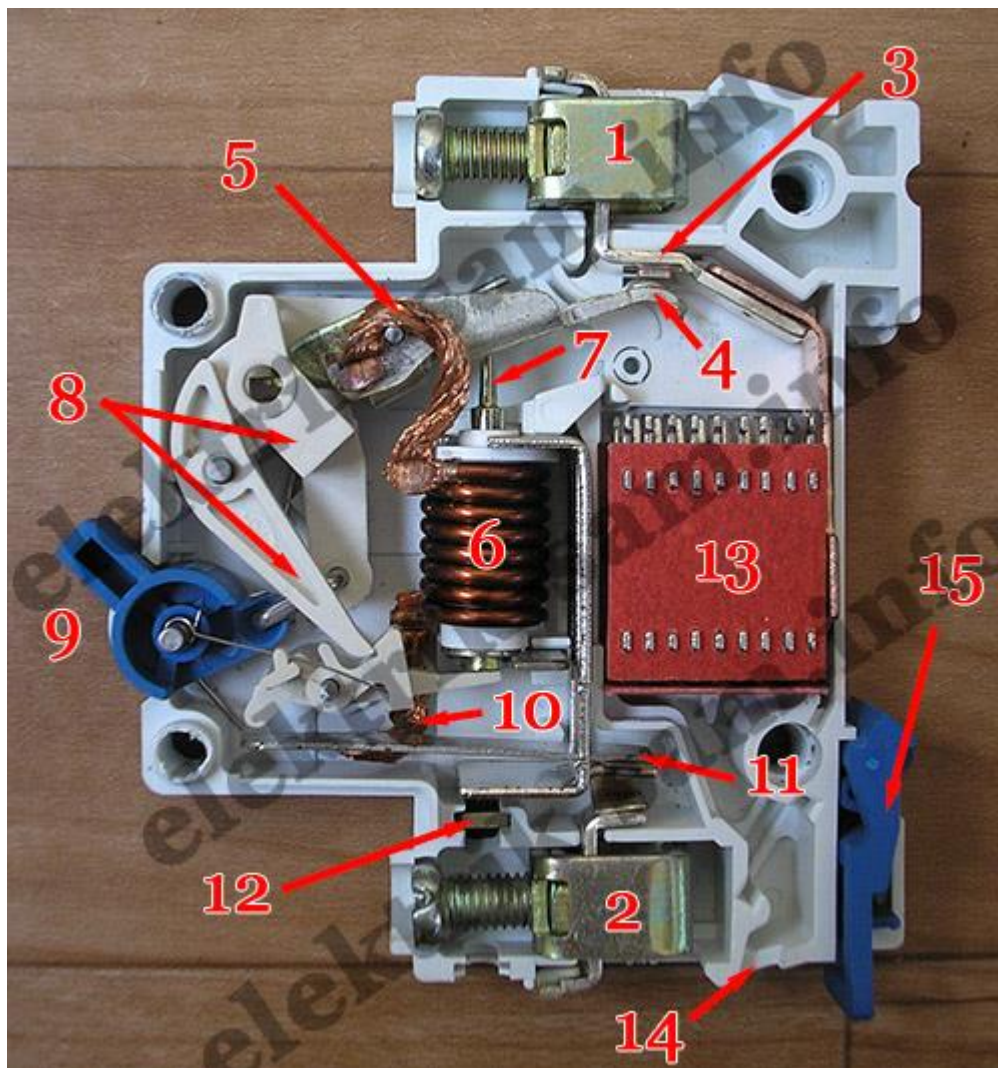


Крепление автомата на DIN-Рейку и снятие в неё.

Корпус автоматического выключателя состоит из двух половинок, соединенных четырьмя заклепками. Чтобы разобрать корпус, необходимо высверлить заклепки и снять одну из половинок корпуса. По бокам корпуса имеются технологические отверстия для установки дополнительных устройств, например, контактов состояния автомата, независимого расцепителя и некоторых других. Сверху автомат имеет отверстия для доступа к регулировочному винту теплового расцепителя и выхода продуктов горения дугового разряда.

3. В конструкцию автоматического выключателя входят:

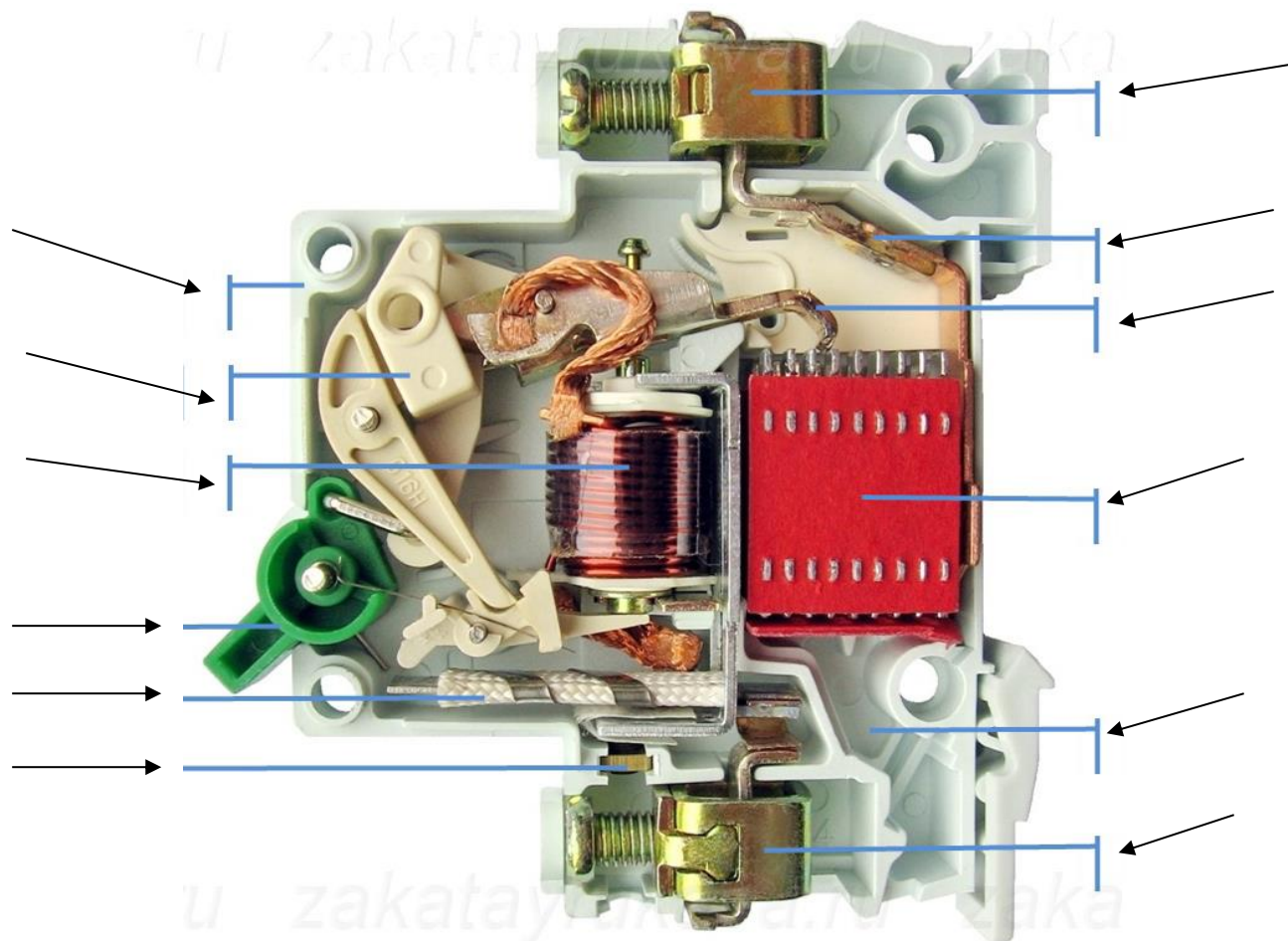
(подписать элементы, обозначенные цифрами)



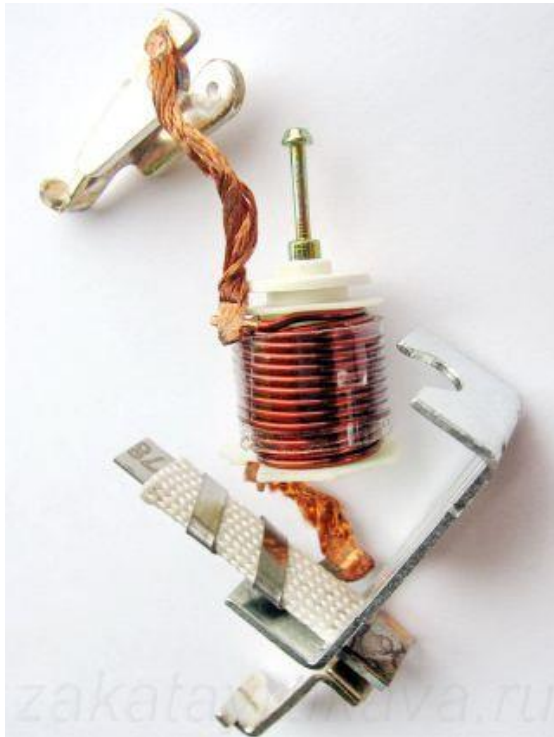
- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 1 — | 2 — | 3 — | 4 — | 5 — | 6 — |
| 7 — | 8 — | 9 — | 10 — | 11 — | 12 — |
| 13 — | 14 — | 15 — | | | |

Поднимая рукоятку управления вверх, автоматический выключатель подключается к защищаемой цепи, опустив рукоятку вниз — отключается от нее.

подписать элементы, выделенные стрелками



4. Электромагнитный расцепитель представляет собой _____.
5. Запишите условия для срабатывания электромагнитного расцепителя.
6. Опишите, как происходит его срабатывание?



При движении якоря вниз в направлении стрелки, курок спускового механизма выходит из зацепления.

7. Тепловой расцепитель представляет собой _____.
8. Запишите условия, при которых срабатывает тепловой расцепитель.

9. Опишите устройство дугогасительной камеры.

10. Запишите назначение дугогасительной камеры.

11. Как сбрасываются наружу из автомата продукты горения дуги?

Форма отчета.

Отчет должен содержать:

1. Ответы на вопросы заданий теоретической части.
2. Условия выбора автоматических выключателей.
3. Принципиальную электрическую схему подключения автоматических выключателей.
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Написать условия выбора автоматического выключателя.
2. Какие марки автоматических выключателей вы знаете, и где они применяются?
3. Начертите условные обозначения однополюсных и трёхполюсных выключателей.
4. Как происходит соединение контактов с расцепителями?
5. Пропишите, какой путь проходит ток в нормальном режиме работы автоматического выключателя.
6. Начертите электрическую схему, в которой на вводе 1 автоматический выключатель; далее 4 отходящие силовые линии, подключенные через выключатели. Каждая линия питает электродвигатель.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 7

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение схем подключения автоматических выключателей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучение схемы подключения автоматических выключателей до 1000 В. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор аппаратов управления и защиты электроприводов.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

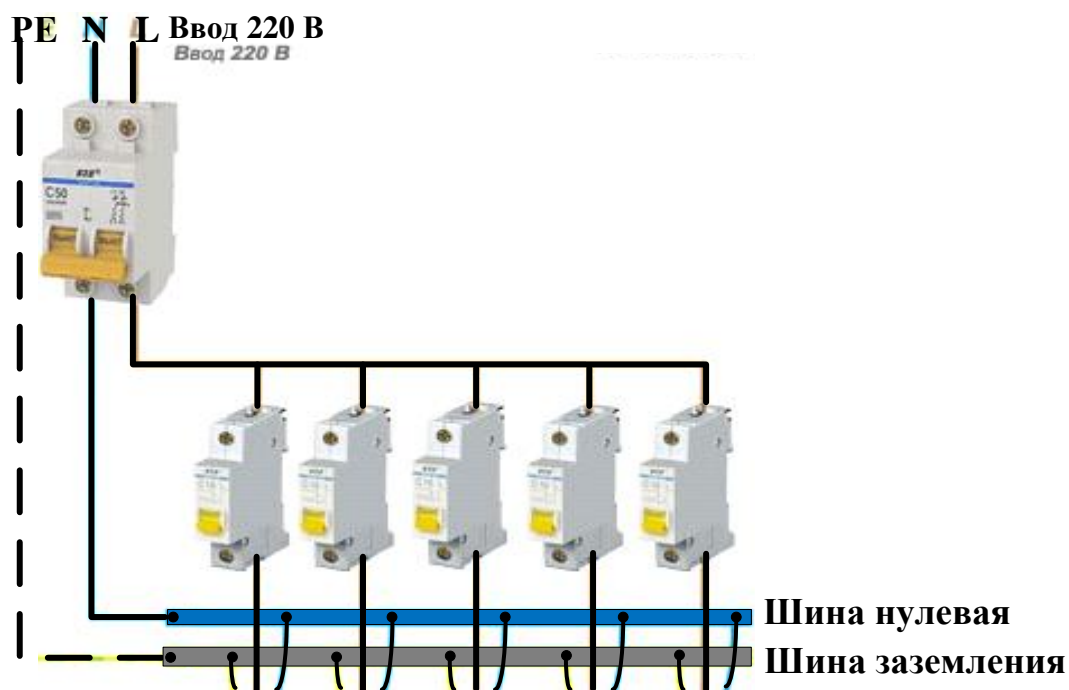
НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта
2. рабочая тетрадь
3. справочная литература

Теоретическая часть

В однофазных сетях напряжением 220 В для защиты электроприборов устанавливают однополюсные или двухполюсные автоматы. К однополюсным автоматическим выключателям подключается только фазный провод - L. К двухполюсным подключаются оба провода, фазный - L и нулевой провод - N. Трехполюсные автоматы применяются в 3-х фазных сетях. К зажимам таких автоматов подключают три фазы источника питания L1, L2, L3. Четырехполюсные автоматы применяются в местах обусловленные правилами ПУЭ: это четырехпроводные сети с глухозаземленной нейтралью, в которой используется три фазы L1-L2-L3 и нулевой рабочий – N (система TN-S).



(рис. 1.)

На схему подключения автоматического выключателя влияет количество полюсов. Среди схем подключения автоматов можно выделить однофазную схему подключения автомата, трехфазную схему подключения и схему подключения автомата как вводного.

ОДНОФАЗНАЯ СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Однофазная схема подключения автоматического выключателя является самой распространенной. Изображение иллюстрирует одну из таких, двухпроводных однофазных электропроводок, часто встречающихся в быту. Схема показывает подключение модульного автомата. При однофазном подключении автоматического выключателя, автоматический выключатель всегда подключается в разрыв фазного провода, то есть последовательно с нагрузкой в цепи фаза-автомат-нагрузка-нейтраль.



(РИС.2.)

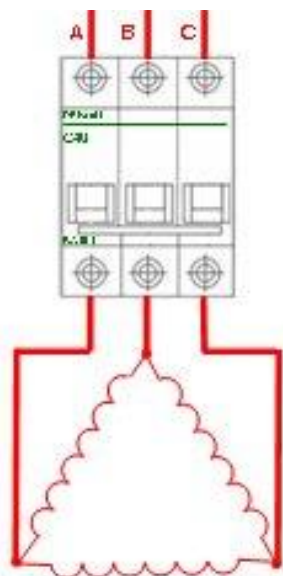
СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВВОДНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Схема подключения вводного автомата так же является однофазным подключением автоматического выключателя, но отличается от предыдущей схемы тем, что в случае срабатывания автомата или его механическом отключении размыкаются сразу две пары контактов, разрывая как фазный провод, так и провод нейтрали. Вводной автомат применяется там, где необходимо полностью снять напряжение, с защищаемых автоматом цепей, как в случае аварии, так и в случае ручного отключения.

ТРЕХФАЗНАЯ СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Трехфазная схема подключения автомата может быть реализована двумя основными способами, в зависимости от того, какие типы нагрузок подключаются к трехфазной сети. Сеть электропитания изначально является трехфазной, так как трехфазная передача электроэнергии является наиболее эффективной.

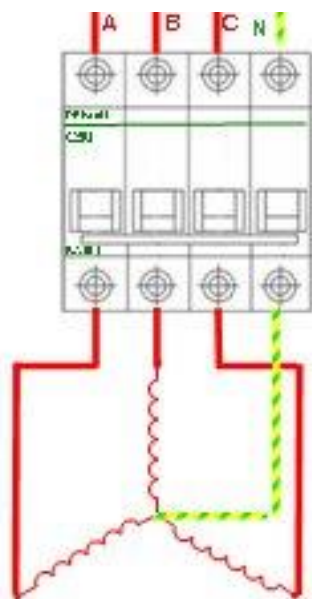
ТРЕХФАЗНАЯ СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ТРЕХПОЛЮСНОГО АВТОМАТА



Трехфазная схема подключения трехполюсного автомата обеспечивает защиту проводников и цепей, питающих трехфазную нагрузку со схемой подключения "треугольник". Такая схема подключения применяется для многих электроприборов, таких как электродвигатели, нагреватели, трансформаторы. Для трехфазного подключения треугольником применяются трехполюсные автоматы, на вход которых подаются фазы, а выход которого подключается к вершинам трехфазной "треугольной" нагрузки. Для подключения треугольником могут использоваться и четырехполюсные автоматы, но четвертый полюс подключаться не должен, нейтральный провод не заводится на автомат и не

подключается к нагрузке, так как схема треугольником не предусматривает наличия соединения фаза-нейтраль. (рис.3.)

ТРЕХФАЗНАЯ СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ



Трехфазная схема подключения четырехполюсного автомата предназначена для двух основных применений: подключение трехфазной нагрузки со схемой подключения "звезда" и подключение нескольких (от одной до трех) однофазных электропроводок. Схема подключения звездой предполагает наличие нейтрального провода, необходимого для сбалансированности нагрузок. В случае равных токов, протекающих по всем трем фазам, необходимости в нейтрали нет, однако в случае трех однофазных проводок, подающих питание на разных потребителей электроэнергии, вероятность равных нагрузок крайне низка и для

балансировки нагрузок используется нейтраль, по которой несбалансированная часть тока уходит из системы. (рис.4.)

Монтаж системы подключения и защиты начинается с вводного автоматического выключателя.

Если система предусматривает несколько изолированных линий, разделение начинается от вводного выключателя. Мощность этого выключателя должна быть не меньше суммы мощностей всех выключателей отходящих линий.

Установленные на DIN-рейке модульные автоматические выключатели можно соединять отрезками провода с сечением, пропускная способность по току которого должна быть выше рабочего тока выключателя ($I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.мах}}$)

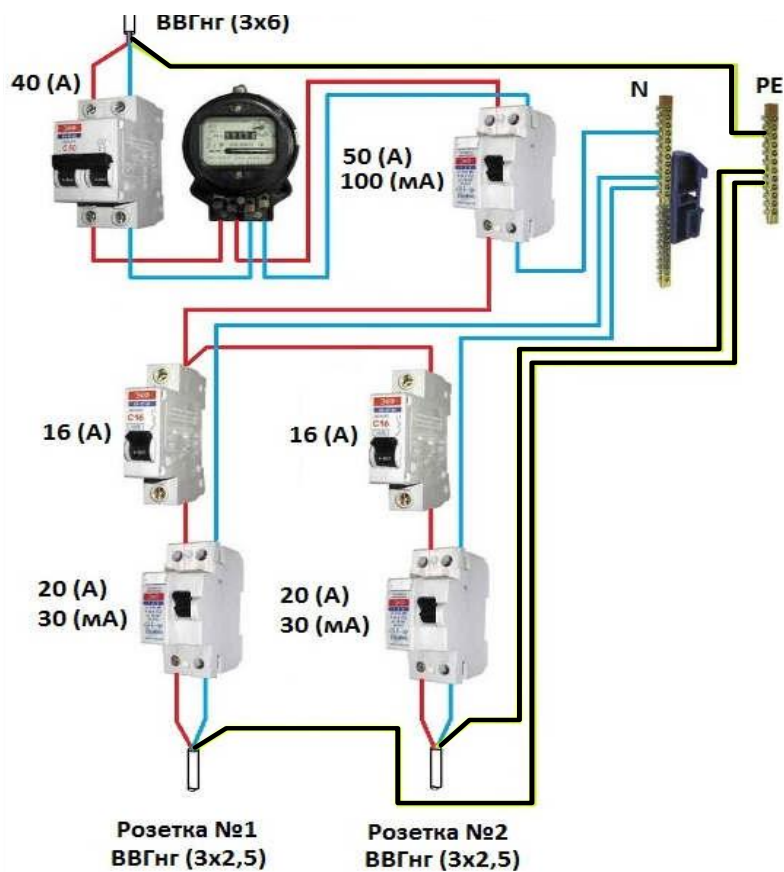
Подключение однополюсных и двухполюсных автоматических выключателей

Если система TN-C, то схема будет следующей (рис.5):

Питающая фаза подключается на клемму (1) вводного однополюсного автомата 40 (А), а далее с клеммы (2) проходит через однофазный счетчик и распределяется по групповым автоматам 16 (А). Питающий ноль проходит через счетчик и подключается к нулевой шине PEN.

Рис.5. Система TN-C

Питающая фаза подключается к вводному двухполюсному автомату 40 (А) на клемму (1), а ноль на клемму (3). С выходной клеммы (2) фаза проходит через счетчик, вводное устройство защитного отключения 50 (А), 100 (мА) и распределяется по групповым автоматическим выключателям 16 (А). С выходной клеммы (4) ноль проходит через счетчик, вводное устройство защитного отключения 50 (А), 100 (мА) и подключается на нулевую шину N.



Если система TN-C-S или TN-S, то схема будет следующей (рис.6):

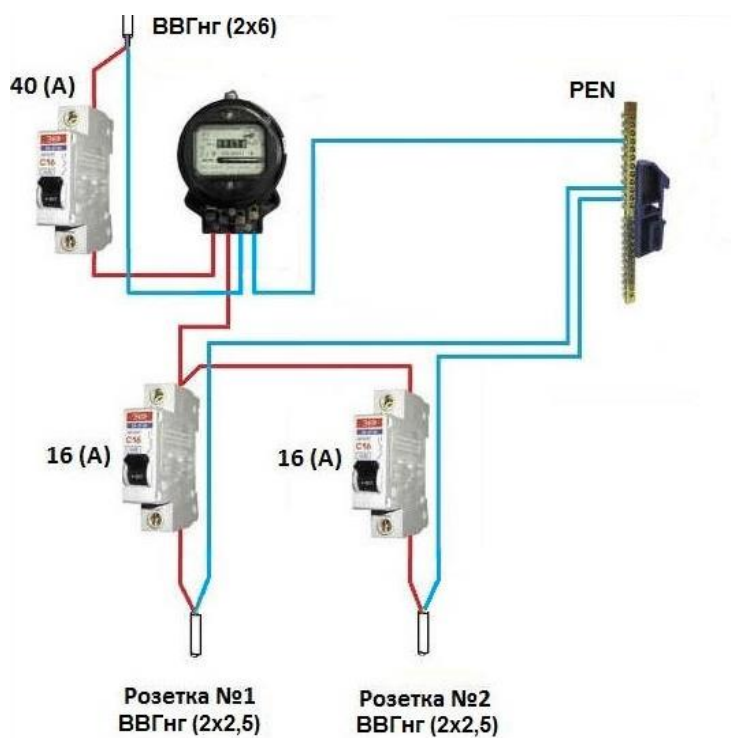


Рис.6. TN-C-S или TN-S

Для подключения трехфазных двигателей применяются трехполюсные автоматы.

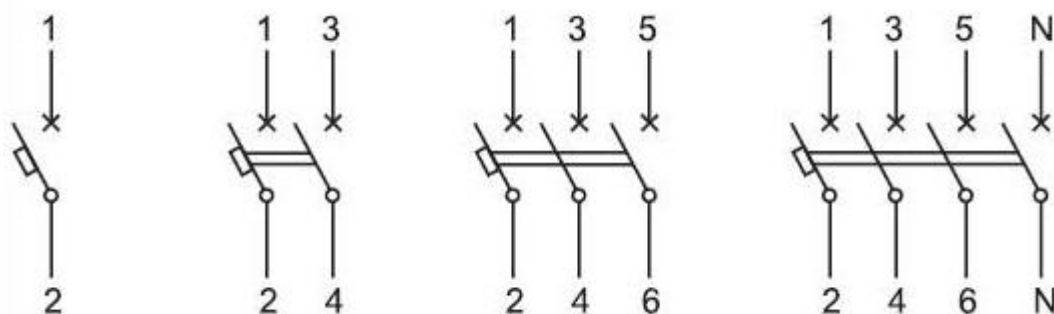


(рис.7)

На неподвижные контакты (1,3,5) подключается трехфазное питающее напряжение (А,В,С), а к подвижным контактам (2,4,6) подключается обмотка двигателя.

В трехфазных сетях с системой заземления TN-C-S или TN-S допускается устанавливать четырехполюсные автоматы. Они подключаются аналогично, только добавлен еще один полюс «N».

Адресация входящих и отходящих линий (*на входе – нечетные, на выходе – четные*)



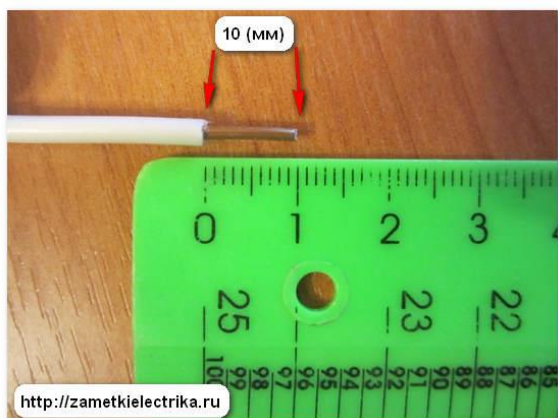
(рис.8) Присоединение жил проводов и кабелей к автоматическому выключателю.

У каждого автоматического выключателя свои требования по подключению проводников: сечение, длина зачищаемой изоляции, тип соединения.



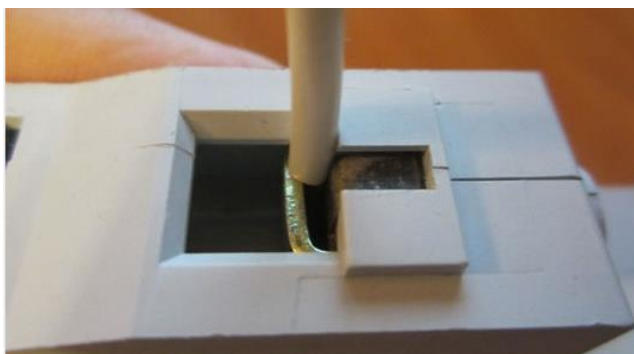
(рис.9)

Например, для подключения автомата BA47-29 C10 требуется зачистить жилу провода примерно на 0,7-1 (см).



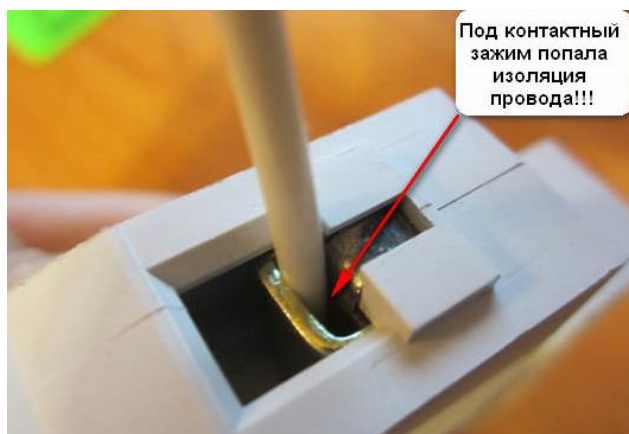
(рис.10)

Затем необходимо вставить ее в контактный зажим и зафиксировать с помощью винта.



(рис.11)

Необходимо следить за тем, чтобы под контактный зажим не попала изоляция провода.



(рис.12)

Не нужно сильно затягивать винт, т.к. это может привести к деформации корпуса автоматического выключателя. При деформации корпуса меняется положение внутренних токоведущих частей, что приводит к быстрому выходу его из строя или повышенному нагреву.

Как подключить несколько автоматических выключателей в одном ряду?

Если в одном ряду в щитке установлено несколько выключателей, то нужно соединить их между собой не перемычками из провода, а специальной *медной соединительной шинкой* (ШС). Она отрезается по нужной длине и подключает фазы ко всем выключателям в ряду в необходимой последовательности.

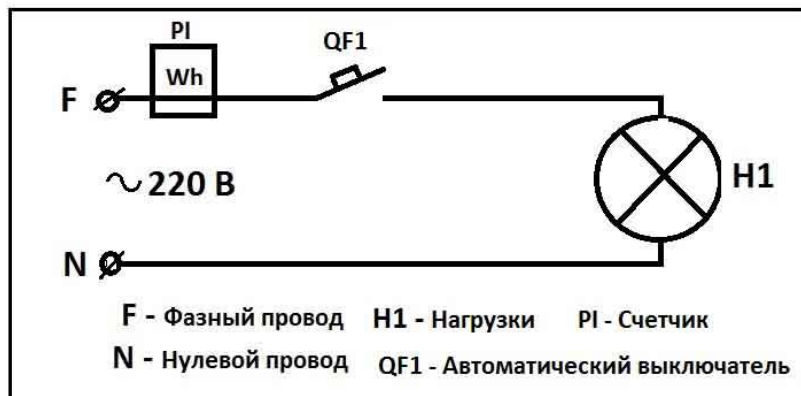


(рис.13)

Подключение и монтаж

Автоматический выключатель устанавливают в щитках и сборках, питающих группы электроприемников перед нагрузками. В квартирных щитках автоматы защиты устанавливаются после счетчика. Однофазные автоматы устанавливают только в фазном проводе. Трехфазные (и двухфазные) – во всех токоведущих проводах фаз. Нулевой провод присоединяют к специальной клемме нейтрали (нуля) в щитке и потом напрямую к нагрузкам.

Схема подключения однофазного автомата – в рассечку фазного провода.

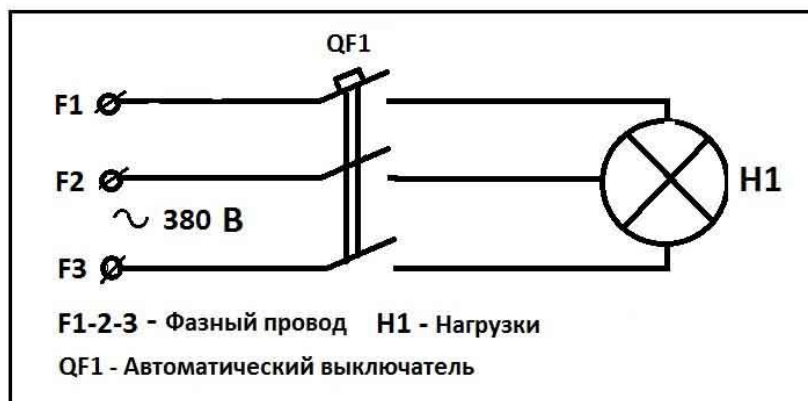


(рис.14)

Как определить фазный провод

Фазный провод отличить от нулевого можно с помощью указателя напряжения типа ИН-91 или аналогичного. При касании к фазному проводу индикатор имеет свечение своей неоновой лампы, а при касании к нулевому – нет.

Схема подключения трехфазного автомата – в рассечку фазных проводов.



(рис.15)

Фазный провод подключается к неподвижным частям автомата и расположены эти части вверху автоматического выключателя, то есть фазный провод необходимо подключать к верхнему зажимному винту. А нагрузочный провод – к нижнему. Могут быть и конструкции автоматов наоборот. Выключатель соединяется со счетчиком за ним. Фазный провод, который выходит из счетчика, соединяется с выключателем. Нуль подключается на особую колодку на щитке. Нагрузка питается от фазы выключателя и колодки нуля.

При установке выключателя является соблюдение правил безопасности, чтобы не получить поражения электрическим током. Номинальный ток вводного автомата обязательно должен быть выше, чем у выключателей, используемых для подключения потребителей, но ниже номинала для электросчетчика. При установке автоматического выключателя следует соблюдать такие основные правила:

- Убедиться в отсутствии напряжения на входящих проводах;
- Подключать провода в соответствии с их цветовой маркировкой – синий (ноль), желтый с зеленым (заземление) и черный (фаза);
- Ноль всегда подключают на крайнюю правую пару контактов;
- К отходящему контакту можно подключать два провода при условии, что они одного типа и сечения;
- При отсутствии места для установки проходных контактов для нуля и заземления можно обойтись скруткой проводов;
- Заземляющий провод присоединять к выключателю нельзя;

Проверяем надежность фиксации проводов в клеммах.

Задания для отчета:

Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Написать применение автоматических выключателей с разным числом полюсов.
3. Начертить по рисунку 2 схему подключения однополюсного выключателя.
Пояснить схему подключения.
4. Начертить по рисунку 3 схему подключения трёхполюсного выключателя.
Пояснить схему подключения.
5. Начертить по рисунку 4 схему подключения четырёхполюсного выключателя.
Пояснить схему подключения.
6. Написать расшифровку систем TN-C, TN-S, TN-C-S.
7. Пояснить, в чем различие схем с разной системой (рис.5 и 6)
8. Начертить схемы из рисунка 8 и написать пояснения.
9. Описать процесс присоединения жил проводов к автоматическому выключателю.
10. Что применяют для установления в щитке нескольких выключателей?
11. Описать процесс монтажа выключателей.
12. Как определить фазный провод при монтаже?
13. Начертить и подписать схемы по рисункам 14 и 15.
14. Описать правила безопасного монтажа автоматических выключателей.
15. Чем отличаются защитный и рабочий нулевые проводники?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 8

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Выбор автоматических выключателей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора аппаратуры защиты электропроводки. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Проводить выбор аппаратов управления и защиты электроприводов.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Краткие теоретические сведения

Выбор автоматических выключателей:

Критерий выбора автоматических выключателей

Основными показателями на которые ссылаются при *выборе автоматов* являются:

- количество полюсов;
- номинальное напряжение;
- максимальный рабочий ток;
- отключающая способность (ток короткого замыкания).

Количество полюсов

Количество полюсов автомата определяется из числа фаз сети. Для установки в однофазной сети используют однополюсные или двухполюсные. Для трехфазной сети применяют трех- и четырехполюсные (сети с системой заземления нейтрали TN-S). В бытовых секторах обычно используют одно- или двухполюсные автоматы.

Номинальное напряжение

Номинальное напряжение автомата – это напряжение на которое рассчитан сам автомат. Не зависимо от места установки напряжение автомата $U_{н.а.}$ должно быть равным или большим номинальному напряжению сети U_c .

$$U_{н.а.} \geq U_c.$$

Максимальный рабочий ток

Выбор автоматов по максимальному рабочему току заключается в том, чтобы номинальный ток автомата (номинальный ток расцепителя) $I_{н.т.}$ был больше или равен максимальному рабочему (расчетному) $I_{р.мах.}$ току, который может длительно проходить по защищаемому участку цепи с учетом возможных перегрузок:

$$I_{н.т.} \geq I_{р.мах.}$$

Чтобы узнать максимальный рабочий ток для участка сети, нужно найти суммарную мощность. Для этого суммируем мощность всех приборов, которые будут подключаться через данный автомат. Определяется величина расчетного тока.

Для более точного нахождения тока можно воспользоваться известной формулой: $I_{р.мах.} = P / \sqrt{3} * U * \cos \varphi$

Отключающая способность

Выбор автомата по номинальному току отключения сводится к тому, чтобы ток который автомат способен отключить $I_{э.р.}$ был больше тока короткого замыкания $I_{к.з.}$ в точке установки аппарата:

$$I_{э.р.} \geq I_{к.з.}$$

Номинальный ток отключения $I_{э.р.}$ это наибольший ток КЗ, который автомат способен отключить при номинальном напряжении.

При выборе автоматов промышленного назначения их дополнительно проверяют на:

- электродинамическую стойкость: $i_{д.у.} \geq i_{пр.откл.}$
- термическую стойкость: $B_K = I_T^2 \cdot t_T$

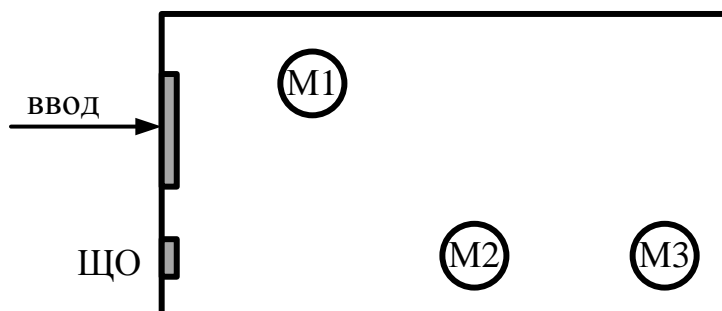
ЗАДАНИЯ:

1. Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту.
2. Начертить электрическую схему распределительного щита.
3. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями.
4. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

1 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=8\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

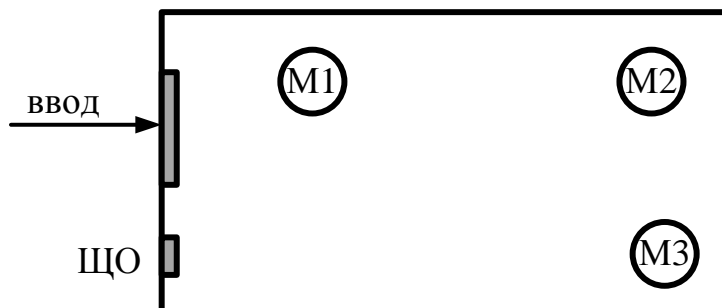
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,82$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,87$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,9$; $K_{\text{п}}=6$

2 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

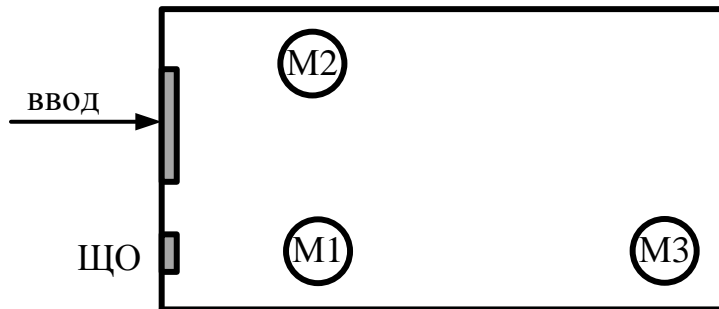
$P_{\text{н.д.1}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,88$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=4$

$P_{\text{н.д.2}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,87$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=6$

3 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=10\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,9$

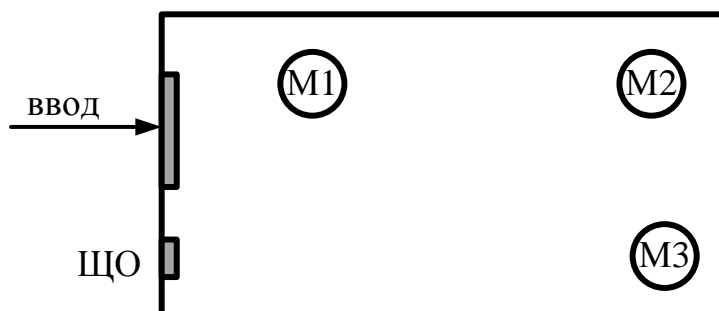
$P_{\text{н.д.1}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.2}}=21\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=4$

4 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=15\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

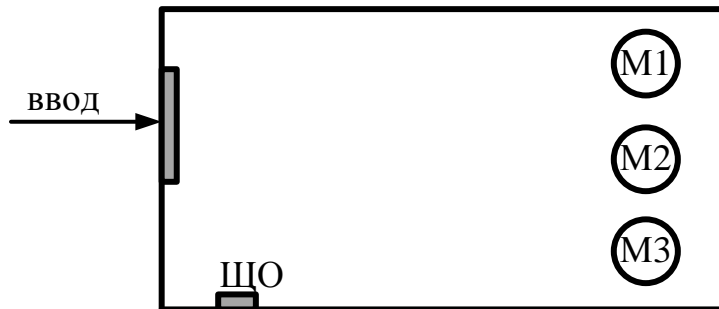
$P_{\text{н.д.1}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.2}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,85$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,88$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=4$

5 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=18\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

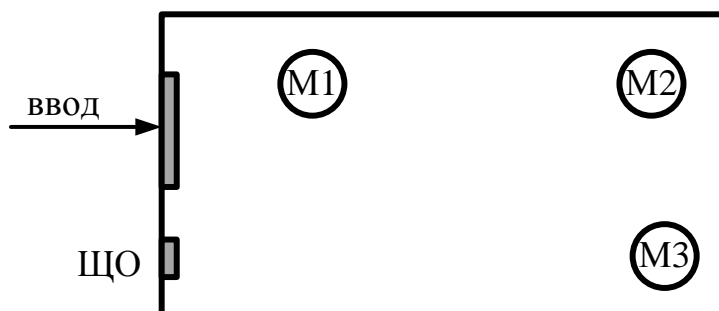
$P_{\text{н.д.1}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=4$

6 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=9\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,65$

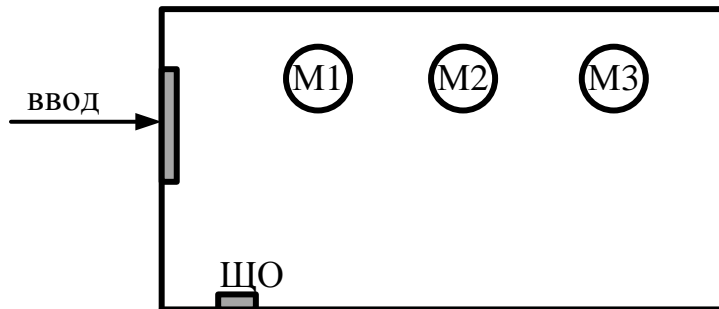
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,88$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,81$; $\eta=0,93$; $K_{\text{п}}=5$

7 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=7\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,65$

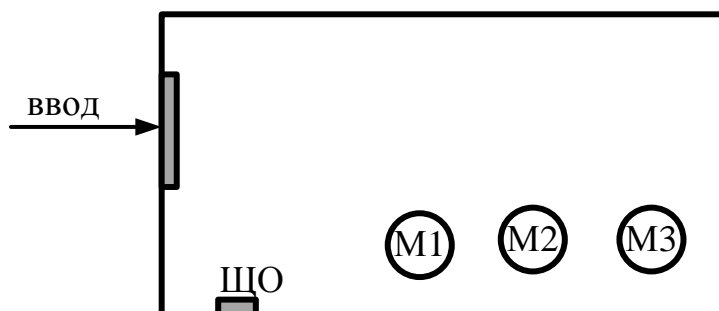
$P_{\text{н.д.1}}=12\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,86$; $\eta=0,9$; $K_{\text{п}}=4$

$P_{\text{н.д.3}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,82$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=7$

8 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=11\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

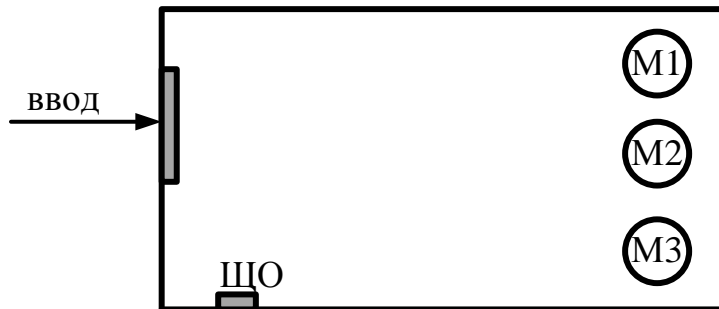
$P_{\text{н.д.1}}=10\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,84$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=7$

9 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=14\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,9$

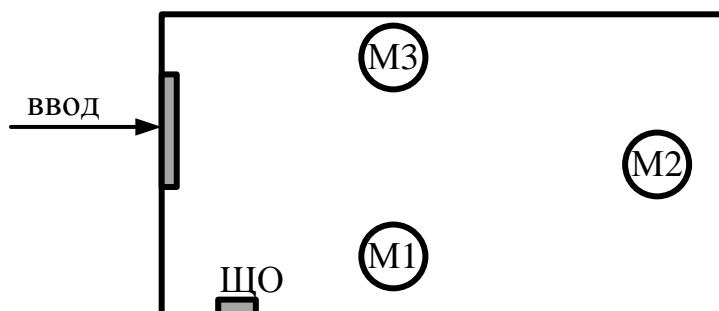
$P_{\text{н.д.1}}=9\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,88$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=4$

10 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=11\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

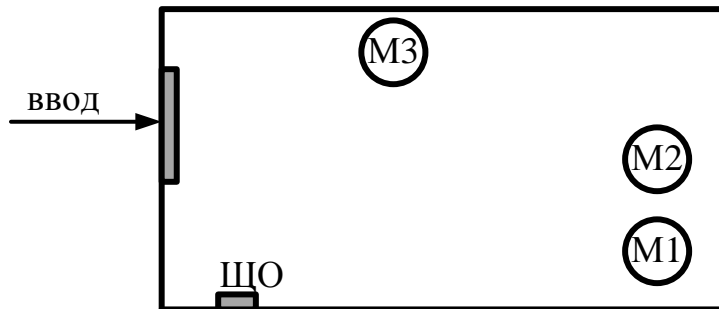
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=3,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=6$

11 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

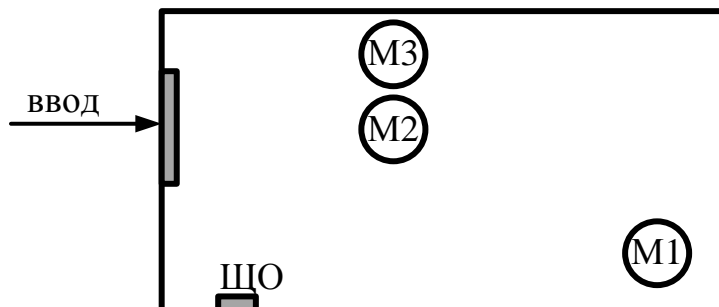
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,81$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,80$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=5$

12 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=10\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

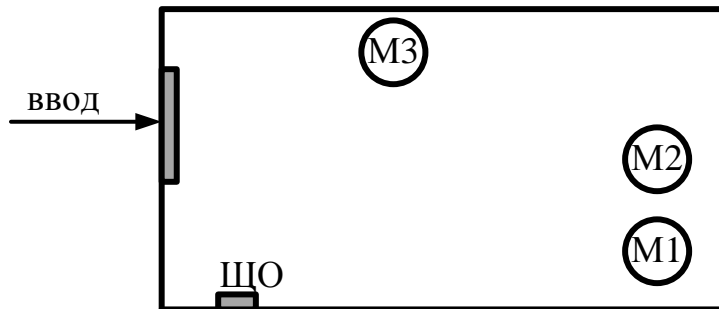
$P_{\text{н.д.1}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,81$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=6$

13 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

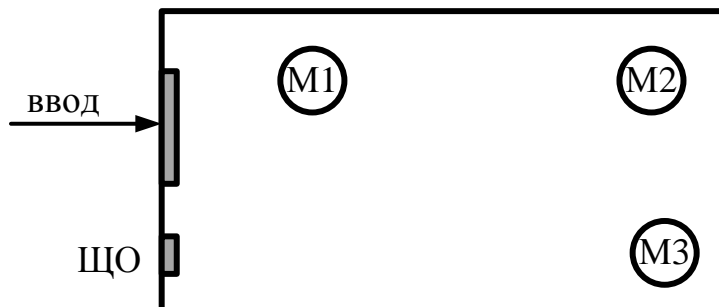
$P_{\text{н.д.1}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,82$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=6$

14 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=15\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,8$

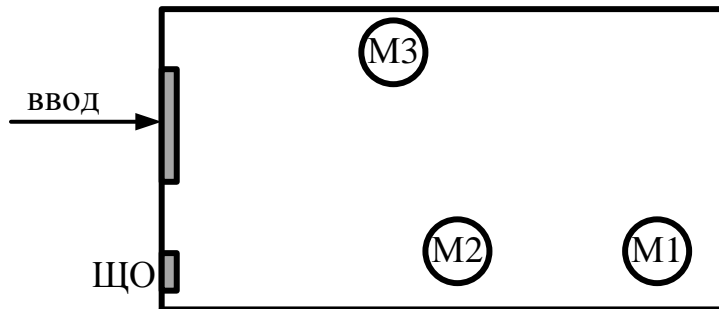
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=21\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,9$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=4$

15 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

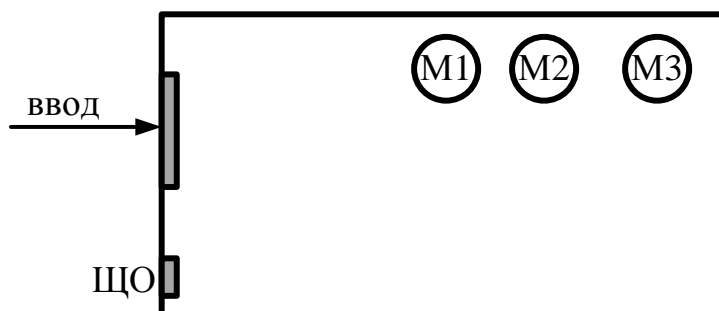
$P_{\text{н.д.1}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=4\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,86$; $\eta=0,5$; $K_{\text{п}}=7$

16 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=9\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,6$

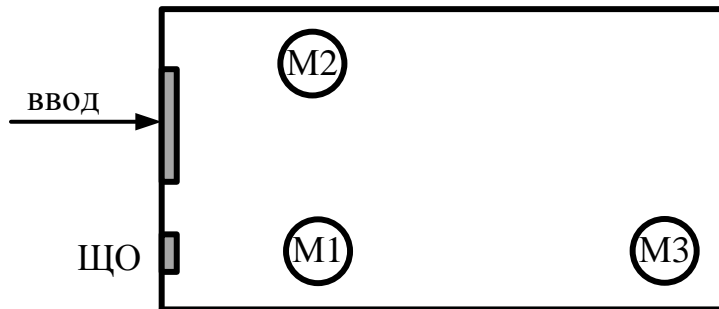
$P_{\text{н.д.1}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=20\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,83$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

17 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=11\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

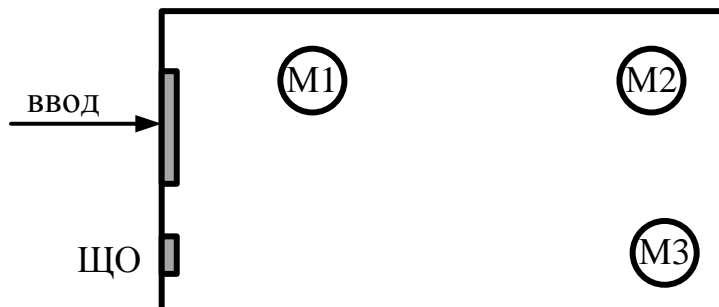
$P_{\text{н.д.1}}=12\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=27\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=9\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,82$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=5$

18 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

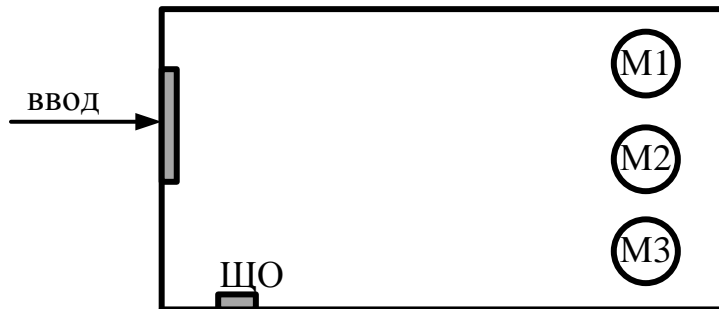
$P_{\text{н.д.1}}=35\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=5$

19 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,9$

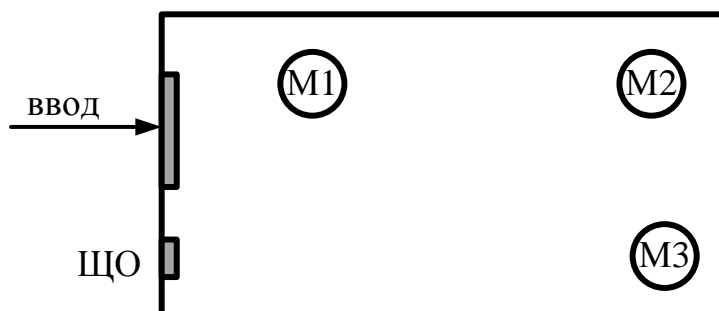
$P_{\text{н.д.1}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=10\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

20 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=17\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

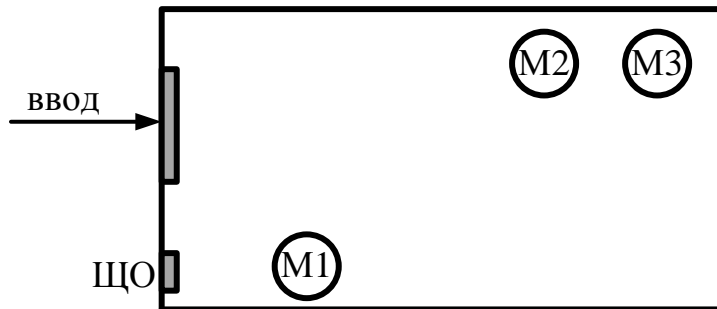
$P_{\text{н.д.1}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=8\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=20\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=5$

21 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=15\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,85$

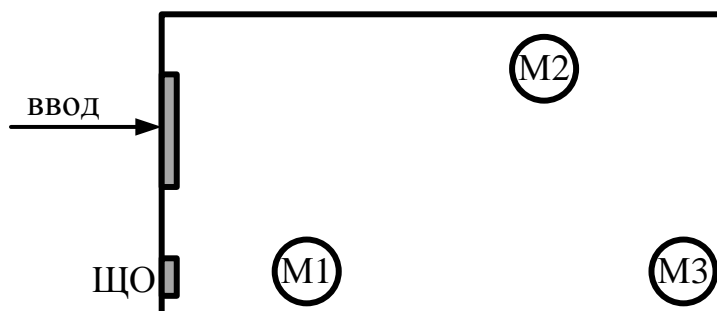
$P_{\text{н.д.1}}=9\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,86$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=7$

22 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,85$

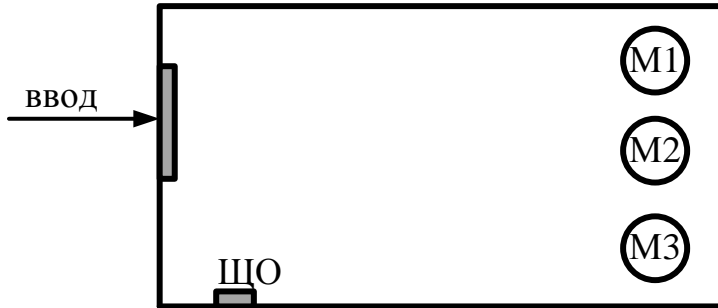
$P_{\text{н.д.1}}=20\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,86$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=10\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=6$

23 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=24\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

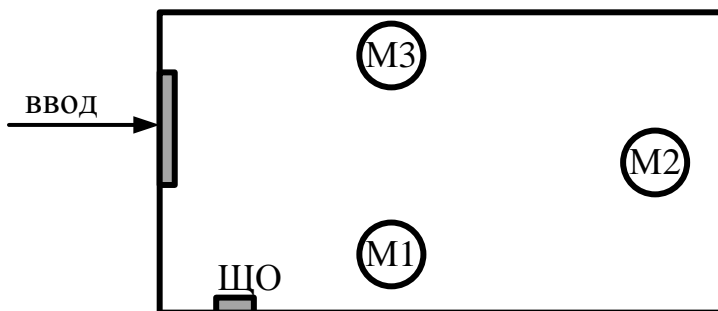
$P_{\text{н.д.1}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,91$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=25\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,81$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,86$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

24 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=24\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

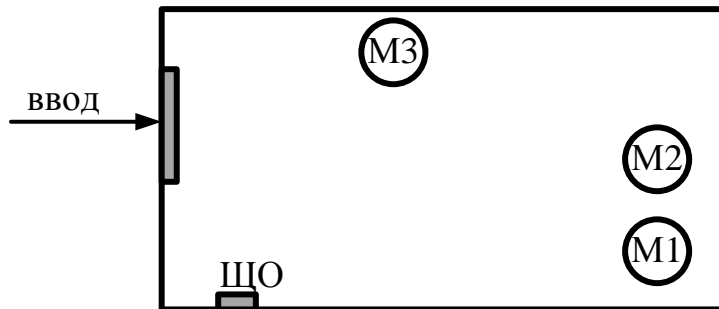
$P_{\text{н.д.1}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=31\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,88$; $\eta=0,89$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,88$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

25 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

$P_{\text{н.д.1}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=4$

$P_{\text{н.д.2}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,81$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,80$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

Оформление отчета:

1. Записать в рабочую тетрадь тему, название работы, цель занятия.
2. Оформить схему структурного обозначения автоматических выключателей серии ВА51.
3. Выполнить задания по вариантам. Оформить расчеты и пояснения к ним.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты.
2. Справочная литература.

Контрольные вопросы:

1. Применение автоматических выключателей.
2. Схема включения автоматического выключателя в сеть (начертить).
3. Перечислить виды расцепителей автоматического выключателя.
4. Пояснить назначения расцепителей.
5. Пояснить процесс гашения электрической дуги.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 9

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Расчет осветительной электропроводки.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора аппаратуры защиты и сечение осветительной электропроводки. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Проводить расчёт электроснабжения осветительных электроустановок.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Методические рекомендации для проведения расчета:

1. Выбор светильников производится с учетом их экономичности, световой отдачи, типа помещения. Наиболее экономичные – газоразрядные высокого давления ДРИ, ДНаТ ; наименее – лампы накаливания. При переходе от ламп накаливания к газоразрядным расход энергии сокращается:

- с лампами ДРЛ – на 55 %;
- с лампами ДРИ – на 65 %;
- с лампами ДНаТ – на 70 %.

Из люминесцентных ламп наиболее экономичные ЛБ.

Для выбора типа светильника необходимо знать расшифровку обозначений:

- 1 буква обозначает тип лампы: (Н – накаливания, Л – люминесцентная);
- 2 буква показывает тип светильника: (С – подвесной, П – потолочный, Б – настенный);
- 3 буква, это назначение помещения: (О – общественные и жилые здания, П – производственные помещения).

Для сельскохозяйственных производственных помещений с химически активными условиями среды выпускают осветительные приборы серии ЛСП – 15(18); НСП – 21 – 100(200).

2. Чтобы расположить светильники по группам, введем некоторые нормы и формулы. Расчетная высота подвеса:

$H_p = H_0 - h_{св} - h_{раб}$, где

H_0 – высота помещения, м.

$h_{св}$ – высота свеса светильника, м. ($h_{св}=0,25\ldots0,75$ м.)

если $h_{св} \geq 0,5$ м, светильники устанавливают на жестких подвесах, не допускающих раскачивания).

$h_{раб}$ – высота рабочей поверхности от пола, м.

Рекомендуемая высота подвеса:

Для ламп накаливания $H_p = 2,5\ldots3$, м.

Для люминесцентных ламп $H_p = 2,5\ldots4$, м.

Крайние светильники устанавливают на расстоянии от стены:

$$L_{AB} = (0,3\ldots0,5) L,$$

где L – расстояние между светильниками.

Оптимальное расстояние между рядами: $L_{опт.р.} = (1,2\ldots1,6) H_p$

Каждая группа должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания или 50 люминесцентных ламп. Ток в группе не должен превышать 25 А.

Для ламп накаливания мощностью 500 Вт или люминесцентных ламп мощностью выше 125 Вт ток группы не должен превышать 63 А. В этом случае устанавливается отдельный защитный аппарат на группу.

Светильники с люминесцентными лампами должны устанавливаться с пускорегулирующей аппаратурой, обеспечивающей коэффициент мощности не ниже 0,9.

3. Рабочее освещение рекомендуется снабжать электроэнергией по самостоятельным линиям от РУ. Ввод в помещение осуществляется наружной магистральной линией напряжением 380/220 В (воздушная или кабельная). К вводному щиту подключены осветительные и силовые щиты.

Схема электропитания осветительного щита. В щитах устанавливают защитную аппаратуру, т.е. автоматические выключатели или предохранители.

Марка провода (кабеля) выбирается по условиям среды, назначению помещения, пожаробезопасности. Виды прокладок проводов - скрытая, открытая беструбная на тросах, в пластмассовых трубах.

- *открытая* применяется в местах, где исключены механические повреждения; в помещениях с химически активной средой (применяется кабель)
- *в общественных, бытовых помещениях; в лабораторных помещениях* применяется скрытая прокладка провода (кабеля)
- *в сельскохозяйственных помещениях* рекомендуется открытая прокладка кабеля на тросах или на изоляторах.

По Правилам устройства электроустановок сечение жил для алюминиевых токоведущих частей не должно быть меньше 2,5 мм – если способ прокладки на тросах или 4 мм – если на изоляторах.

Для медных жил минимальное сечение 1 мм – если способ прокладки на тросах, 1,5 мм – если на изоляторах, т.к. провода и кабели с медной жилой выдерживают токовые нагрузки в 1,3 раза больше, чем с алюминиевыми.

4. Алгоритм расчета и выбора электропроводок:

Выбор силового щита с защитной аппаратурой. Защитная аппаратура должна защищать от перегрузок и токов короткого замыкания. В животноводческих помещениях сельскохозяйственного назначения защитная аппаратура устанавливается в осветительных щитах или в местах присоединения проводов к питающей сети. Осветительные щиты выбираются по числу групп, условиям среды, условиям защиты. Для с/х объектов рекомендуются щиты типа ОЩВ, ОП. Тип выключателя указан в технической характеристике щита. По току расчетному выбирается номинальный тепловой расцепитель для каждой группы по условию:

$$I_{ном.т.} \geq I_{р.гр.}$$

2. Определить площадь сечения проводов (кабелей) по 2-м условиям:

2.1. По условию нагрева длительным током $I_{доп.} \geq I_{р. гр.}$

- Для линии освещения с лампами накаливания:

$$1 - \text{фазной} \quad I_p = P_p / U_{\phi}$$

$$2 - \text{фазной} \quad I_p = P_p / 2 * U_{\phi}$$

$$3 - \text{фазной} \quad I_p = P_p / \sqrt{3} * U_{\phi}$$

- Для линии освещения с люминесцентными лампами и лампами высокого давления ДРЛ, ДРИ:

$$1 - \text{фазной} \quad I_p = 1,25 * P / U_{\phi} \cos \varphi$$

$$2 - \text{фазной} \quad I_p = 1,25 * P / 2 * U_{\phi} \cos \varphi$$

$$3 - \text{фазной} \quad I_p = 1,25 * P / \sqrt{3} * U_{\phi} \cos \varphi$$

2.2. По условию соответствия аппарату защиты.

$$I_{доп.} \geq K_3 * I_3.$$

где K_3 – кратность защиты

I_z – сила тока номинального срабатывания защиты.

2.3. Проверить осветительные проводки на потерю напряжения:

$$\Delta U_{\text{доп.}} \geq \Delta U_p.$$

$\Delta U_{\text{доп.}}$ зависит от мощности трансформатора, $\cos \varphi$ приемников.

По длине всей линии $\Delta U_{\text{доп.}} = (3 \dots 5) \%$

$$\Delta U_p = M / c * F$$

где M – момент нагрузки, Вт · м

$$M = P * L$$

c – коэффициент, учитывающий систему сети, марку провода и номинальное напряжение сети.

F – площадь сечения проводов, мм².

Пример расчета

Данные: В животноводческом помещении с размерами 40×12×4 м. Установить 30 светильников с ЛЛ 2×40 Вт. Выбрать тип светильника, распределить по группам, выбрать трассы электропроводок, защиту и сечение линий.

Решение:

1. Выбрать тип светильника: ЛСП 18 – 2×40 (подвесной, для производственных помещений, с люминесцентными лампами)

2. Распределить по группам:

Расчетная высота подвеса

$$H_p = H_0 - h_{\text{св}} - h_{\text{раб}} = 4 - 0,25 - 0,5 = 3,25 \text{ м}$$

Оптимальное расстояние между рядами

$$L_{\text{опт.р.}} = (1,2 \dots 1,6) * H_p = (1,2 \dots 1,6) * 3,25 = (3,9 \dots 5,2) \text{ м}$$

Принимаем $L_{\text{р. опт.}} = 4 \text{ м}$.

Число рядов: $n_p = B / L_p = 12 / 4 = 3$ ряда.

Расстояние от крайних рядов до стен:

$$L_{\text{р-ст}} = L_{\text{р. опт.}} / 2 = 4 / 2 = 2 \text{ м}.$$

Число осветительных приборов в ряду:

$$N_p = 30 / 3 = 10$$

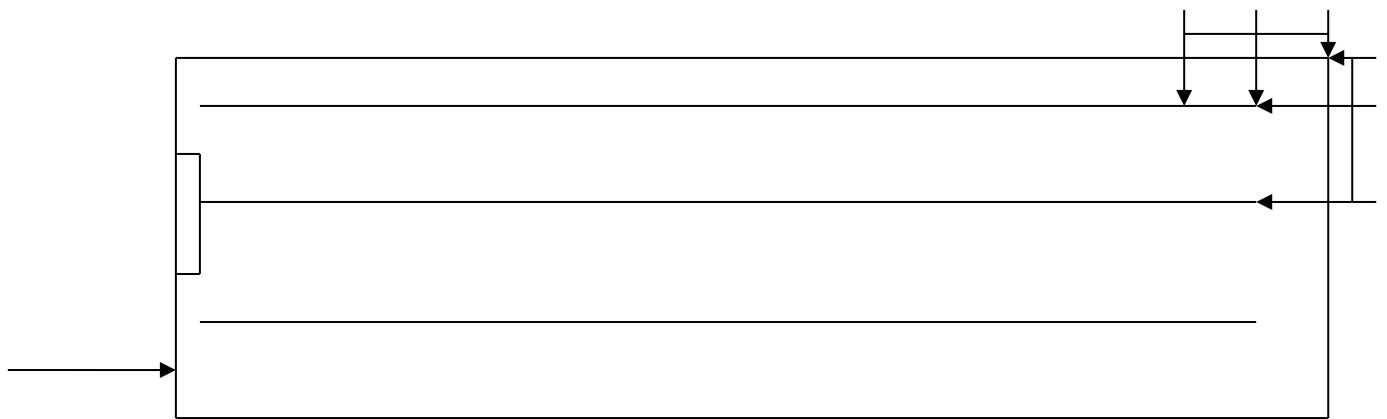
Расстояние между светильниками в ряду выбираем одинаковое:

$$L_{\text{св.}} = A / N_p = 40 / 10 = 4 \text{ м}.$$

Расстояние от крайних светильников до стен:

$L_{\text{св-ст}} = L / 2 = 4 / 2 = 2 \text{ м}$. (что является $0,5 L = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м}$. – соответствует условиям размещения).

ПЛАН РАЗМЕЩЕНИЯ:



Определить установленную мощность и ток на вводе:

$$P_{уст} = P_{св} * N = 2 * 40 * 30 = 2400 \text{ Вт} = 2,4 \text{ кВт.}$$

$$I_{вв.} = 1,25 * P_{уст.} / \sqrt{3} * U_{л} * \cos \varphi = 2,4 * 1,25 / 1,73 * 0,38 * 0,95 = 4,8 \text{ А.}$$

Определить мощность и ток группы:

$$P_1 = P_2 = P_3 = N_{гр.} * P_{св.} = 10 * 2 * 40 = 800 \text{ Вт} = 0,8 \text{ кВт}$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = 1,25 * P_{гр.} / U_{ф.} * \cos \varphi = 1,25 * 0,8 / 0,22 * 0,95 = 4,8 \text{ А.}$$

Выбрать способ прокладки, марку кабеля:

Выбираем кабель АВВГ на тросу

$$I_{доп.} \geq I_{р.гр.} = 4,8 \text{ А}$$

Выбрать осветительный щит и защиту:

Выбираем щит на 6 групп ОЩВ – 6 – А 3114/7 – А3161

Токи тепловых расцепителей 15, 20, 25 А.

$$\text{Выбираем по условию: } I_{н.т.} \geq I_{р.гр.} = 4,8 \text{ А} \quad I_{н.т.} = 15 \text{ А.}$$

Выбрать сечение жил по условиям:

$$1. I_{доп.} \geq I_{расч.} = 4,8 \text{ А}$$

$$2. I_{доп.} \geq K_3 \cdot I_3 = 1 \cdot 15 = 15 \text{ А}$$

Выбираем сечение по 2 условию

$$\text{АВВГ} - 2 \times 2,5 \text{ мм}^2, I_{доп.} = 21 \text{ А.}$$

Проверить выбранное сечение по потере напряжения. Для этого определить ΔU на самом удаленном участке:

$$\Delta U = \Delta U_{ввод} + \Delta U_{гр.}$$

$$\Delta U_{гр.} = M / c * q = 20,6 / 7,4 * 2,5 = 1,1 \% < 2,5 \%$$

$$\begin{aligned} M &= P_{св.} \cdot L_1 + P_{св.} \cdot (L_1 + L_2) + P_{св.} \cdot (L_1 + 2L_3) + P_{св.} \cdot (L_1 + 3L_4) + P_{св.} \cdot (L_1 + 4L_5) + P_{св.} \cdot (L_1 + \\ &5L_6) + P_{св.} \cdot (L_1 + 6L_7) + P_{св.} \cdot (L_1 + 7L_8) + P_{св.} \cdot (L_1 + 8L_9) + P_{св.} \cdot (L_1 + 9L_{10}) = \\ &= 80 * 7,75 + 80 (7,75 + 4) + 80(7,75 + 8) + 80(7,75 + 12) + 80(7,75 + 16) + 80(7,75 + 20) \\ &+ 80(7,75 + 24) + 80 (7,75 + 28) + 80 (7,75 + 32) + 80(7,75 + 36) = 20600 \text{ Вт*м} = 20,6 \\ &\text{кВт*м.} \end{aligned}$$

$$\Delta U_{\text{вв.}} = M / c * F = 14,4 / 7,4 * 2,5 = 0,8 \%$$

где сечение кабеля на вводе по условию:

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}} = 4,8 \text{ А}; \quad F = 2,5 \text{ мм}^2, \quad I_{\text{доп.}} = 21 \text{ А.}$$

$$M = P_{\text{уст.}} * L = 2,4 * 6 \text{ м} = 14,4 \text{ кВт*м.}$$

$$\Delta U = \Delta U_{\text{гр.}} + \Delta U_{\text{вв.}} = 1,1 + 0,8 = 1,9 < 5 \%.$$

Сечение выбрано правильно.

Варианты заданий

Вариант 1. В помещении коровника с размерами 70×20×4 установить 60 светильников с лампами ДРЛ-100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, защиту электропроводок, сечение и число проводников, осветительный щит.

Вариант 2. В помещении коровника с размерами 48×18×3,5 установить 36 светильников с люминесцентными лампами ЛЛ-2×40 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 3. В помещении телятника с размерами 52×18×4 установить 40 светильников с лампами накаливания ЛН – 100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 4. В помещении телятника с размерами 72×18×4 разместить 60 люминесцентных ламп ЛЛ – 2×40 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 5. В помещении коровника с размерами 30×12×4 разместить 18 светильников ДРЛ – 125 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 6. В помещении свинофермы 46×18×4 разместить 40 светильников с люминесцентными лампами ЛЛ – 2×40 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 7. В помещении коровника с размерами $65 \times 20 \times 4$ установить 56 светильников с лампами накаливания ЛН – 100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 8. В цехе завода с размерами $60 \times 20 \times 4$ установить 40 светильников с лампами ДРЛ – 150 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 9. В мастерских по ремонту машин с размерами $30 \times 12 \times 3.5$ установить 30 светильников с лампами накаливания ЛН – 100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 10.

В помещении коровника с размерами $70 \times 18 \times 4$ установить 50 светильников с люминесцентными лампами ЛЛ – 80 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников.

Вариант 11. В помещении птицефабрики с размерами $60 \times 18 \times 4$ установить 60 светильников с лампами ЛЛ-2×80 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 12. В помещении телятника с размерами $60 \times 12 \times 3.5$ установить 40 светильников с лампами ЛЛ-100Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 13. В учебных мастерских с размерами $30 \times 10 \times 3$ установить 30 светильников с лампами ЛН-100Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 14. В помещении магазина с размерами $20 \times 15 \times 3.5$ требуется установить 30 светильников с лампами ЛЛ-80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 15. В телятнике с размерами $60 \times 20 \times 4$ установить 40 светильников с лампами ЛЛ-100Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 16. В учебном классе с размерами $15 \times 10 \times 3$ установить 20 светильников с лампами ЛЛ-2×40Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 17. В помещении птичника с размерами $72 \times 30 \times 4$ установить 60 светильников с лампами ЛЛ-2×80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 18. На станции техобслуживания с размерами $30 \times 10 \times 4$ установить 20 светильников ЛН-75Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 19. В помещении свинофермы с размерами $40 \times 15 \times 3.5$ установить 20 светильников ДРЛ-150Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 20. В токарных мастерских с размерами $30 \times 15 \times 3.5$ установить 20 светильников ЛЛ-2×40Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 21. В учебном классе с размерами $12 \times 8 \times 3$ установить 12 светильников с лампами ЛЛ-2×80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 22. В помещении птичника с размерами $50 \times 18 \times 4$ установить 30 светильников с лампами ЛЛ-2×80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 23. На станции техобслуживания с размерами $15 \times 10 \times 4$ установить 10 светильников ЛЛ-2×80 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 24. В помещении свинофермы с размерами $20 \times 12 \times 3,5$ установить 15 светильников ДРЛ-100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

Вариант 25. В токарных мастерских с размерами $18 \times 10 \times 3$ установить 15 светильников ЛЛ-2×80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 10

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Составление монтажной таблицы силовой сети.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора аппаратуры защиты и сечение электропроводки. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Проводить расчёт электроснабжения силовых и осветительных электроустановок.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Порядок выполнения:

1. По данным своего варианта построить схему силовой электропроводки.
2. Начертить принципиальную схему распределительного щита.
3. Выбрать защиту линий автоматическими выключателями или предохранителями:
 - определить расчетные токи групп,
 - написать условия выбора защиты групп,
 - выбрать марку защитного аппарата и прописать технические характеристики.
4. Выбрать автоматический выключатель на вводе распределительного щита.
 - определить расчетный ток на вводе электрического щита,
 - выбрать марку и прописать технические характеристики защитного аппарата.
5. Выбрать марку и сечение силовой электропроводки.

- прописать условия выбора сечения провода или кабеля электропроводки,
 - выбрать марку электропроводки и сечение провода.
6. Определить потери напряжения линий.
 7. Выбрать марку силового щита (используя справочные материалы).
 8. Заполнить расчетно-монтажную таблицу:

Таблица. Значения коэффициентов С, входящих в формулы для расчета сетей по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Выражение коэффициента С	Значение коэффициента С для проводников	
			медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулем	$\frac{\gamma U_{\text{л}}^2}{10^5}$	72	44
380	Трехфазная без нуля		72	44
220/127	Трехфазная с нулем		24	14,7
220	Трехфазная без нуля		24	14,7
36			0,648	0,396
24		0,288	0,176	
12		0,072	0,044	
380/220 220/127	Двухфазная с нулем	$\frac{\gamma U_{\text{л}}^2}{2,25 \cdot 10^5}$	32 10,7	19,5 6,5
220 127 36 24 12	Двухпроводная переменного или постоянного тока	$\frac{\gamma U_{\text{л}}^2}{2 \cdot 10^5}$	12 4 0,324 0,144 0,036	7,4 2,46 0,198 0,088 0,022

Расчетно-монтажная таблица

Групповой осветительный щиток				№ группы	Номинальная мощность группы, кВт	Ток рабочий группы, А	Длина линии, м	Потеря напряжения, %	Фаза подключения группы	Марка, сечение кабеля
Тип щита, марка автоматического выключателя на вводе	Защитное устройство									
	Тип защитного аппарата	Ток номинальный аппарата, А	Ток теплового расцепителя, А							
<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>										



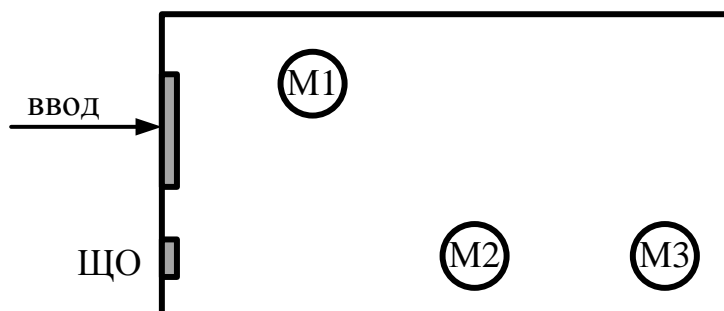
Таблица. Активное и индуктивное сопротивления проводников

Сечение проводника s, мм ²	Активное сопротивление проводников при температуре 35°C r, Ом/км		Индуктивное сопротивление проводников (средние значения) x, Ом/км	
	медных	алюминиевых	кабели, провода в трубах и т. п.	проводники при расстоянии между ними 15-40 см (провода на изоляторах, на клицах и т. п.)
1,5	13,3	-	-	-
2,5	8,0	13,2	-	-
4	5,0	8,3	0,1	0,37
6	3,3	5,5	0,09	0,36
10	2,0	3,3	0,08	0,34
16	1,25	2,06	0,08	0,33
25	0,8	1,32	0,08	0,31
35	0,57	0,95	0,075	0,3
50	0,40	0,66	0,075	0,29
70	0,28	0,47	0,07	0,28
95	0,21	0,35	0,07	0,27
120	0,167	0,276	0,07	0,26
150	0,133	0,220	0,07	0,25
185	0,108	0,179	0,07	0,25
240	0,084	0,137	0,07	0,25

Варианты заданий

1 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=8\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

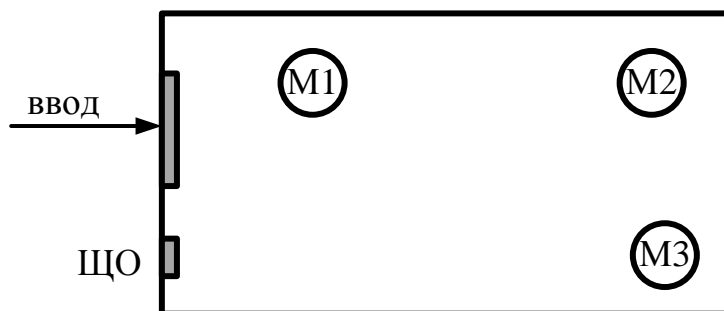
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,82$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,87$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,9$; $K_{\text{п}}=6$

2 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

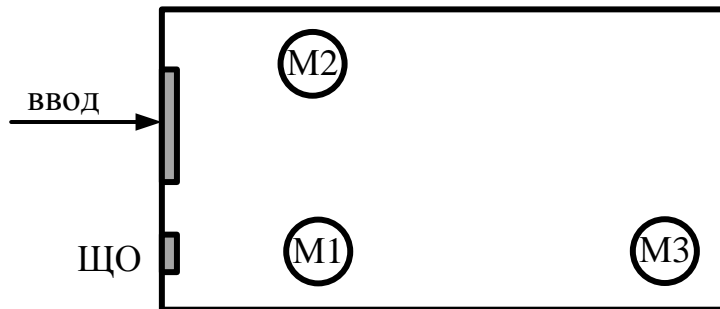
$P_{\text{н.д.1}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,88$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=4$

$P_{\text{н.д.2}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,87$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=6$

3 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=10\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,9$

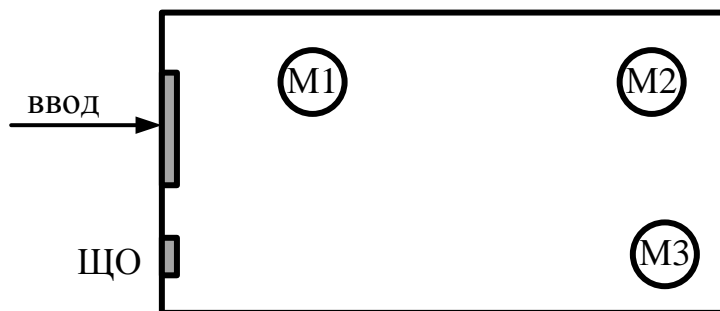
$P_{\text{н.д.1}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.2}}=21\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=4$

4 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=15\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

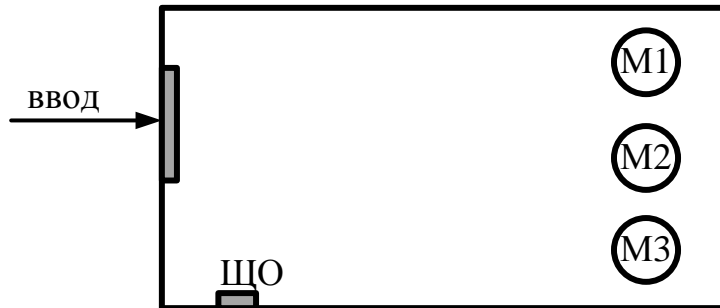
$P_{\text{н.д.1}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.2}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,85$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,88$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=4$

5 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=18\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

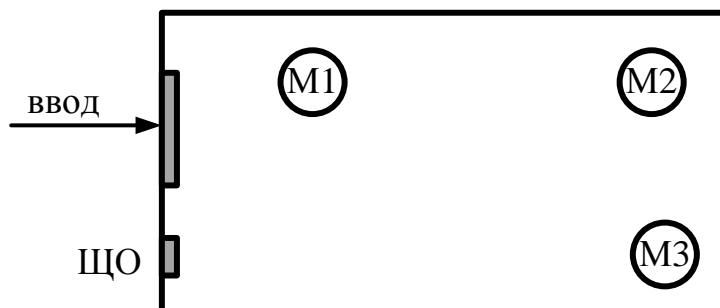
$P_{\text{н.д.1}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=4$

6 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=9\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,65$

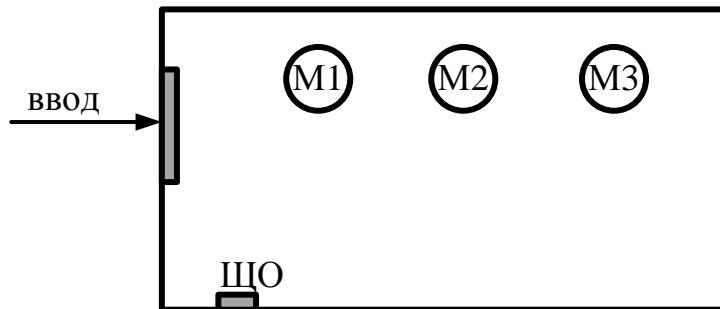
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,88$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,81$; $\eta=0,93$; $K_{\text{п}}=5$

7 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=7\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,65$

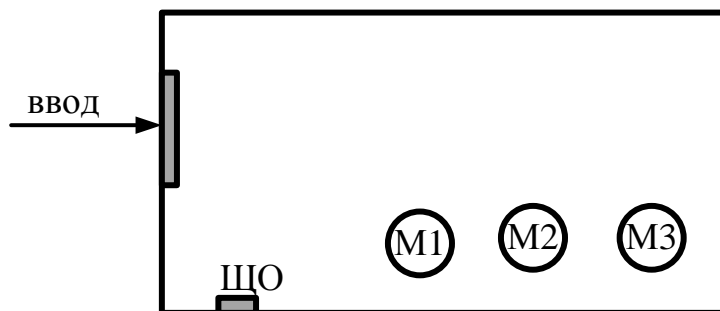
$P_{\text{н.д.1}}=12\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,86$; $\eta=0,9$; $K_{\text{п}}=4$

$P_{\text{н.д.3}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,82$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=7$

8 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=11\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

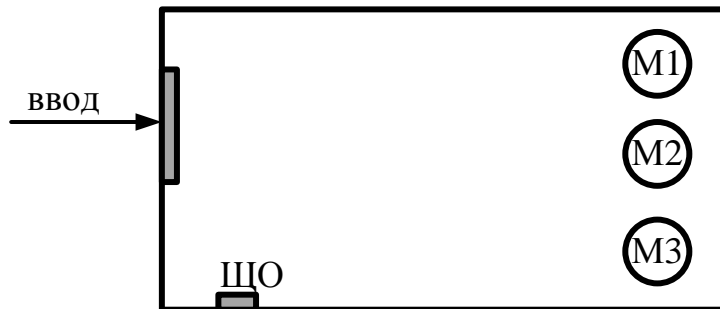
$P_{\text{н.д.1}}=10\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,84$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=7$

9 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=14\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,9$

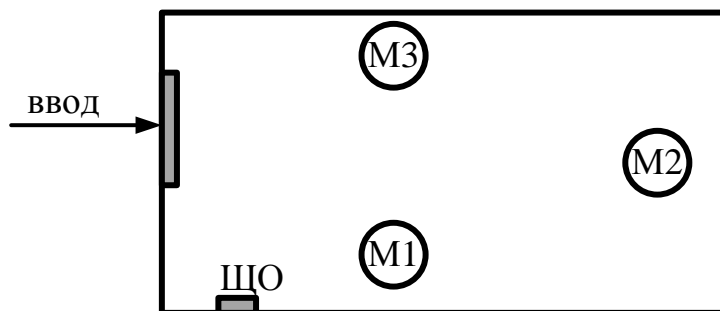
$P_{\text{н.д.1}}=9\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,88$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=4$

10 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=11\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

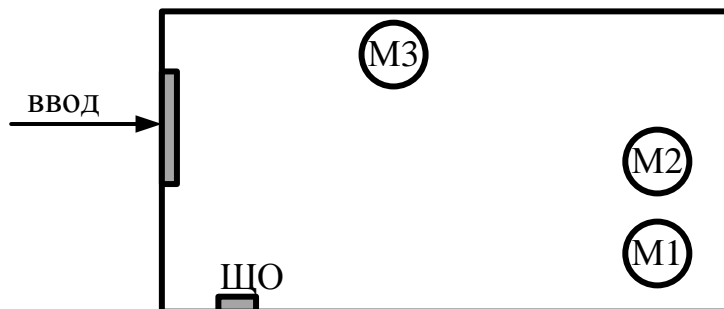
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=3,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=6$

11 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

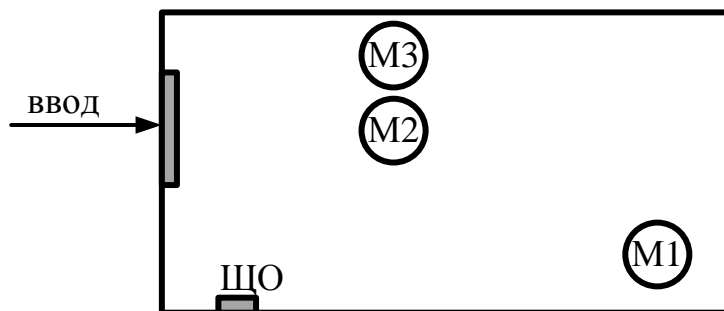
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,81$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,80$; $\eta=0,92$; $K_{\text{п}}=5$

12 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=10\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

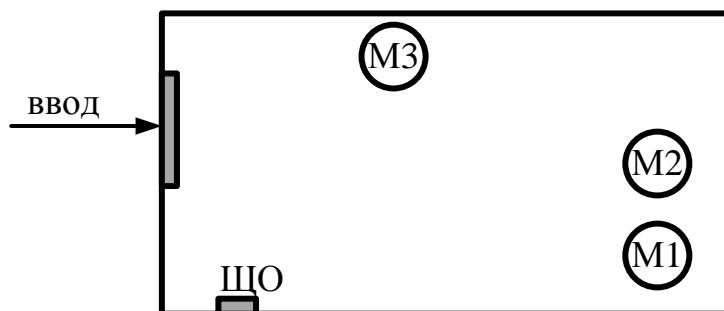
$P_{\text{н.д.1}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=5,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,81$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=6$

13 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

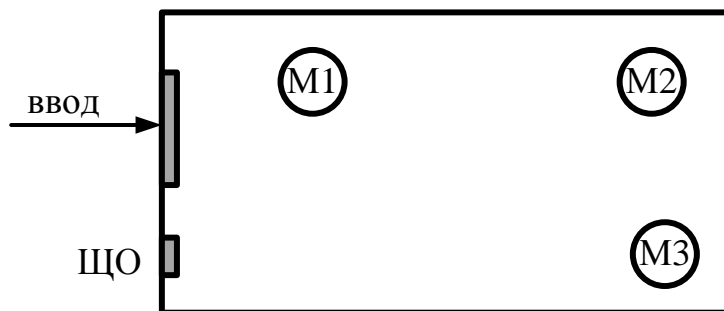
$P_{\text{н.д.1}}=7,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,82$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=6$

14 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=15\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,8$

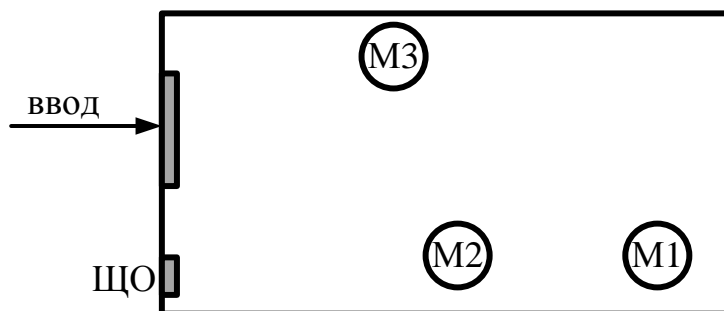
$P_{\text{н.д.1}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,80$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=21\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,9$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=4$

15 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

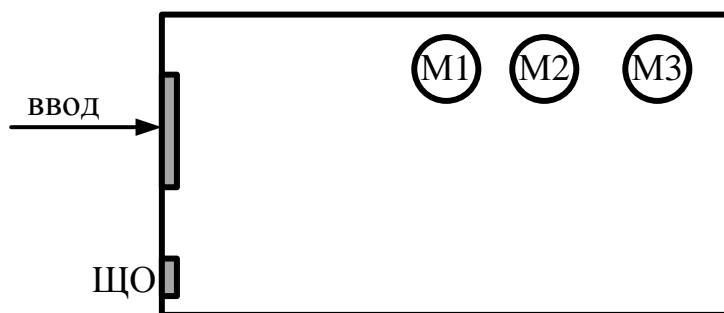
$P_{\text{н.д.1}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=4\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=5$

$P_{\text{н.д.3}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,86$; $\eta=0,5$; $K_{\text{п}}=7$

16 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=9\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,6$

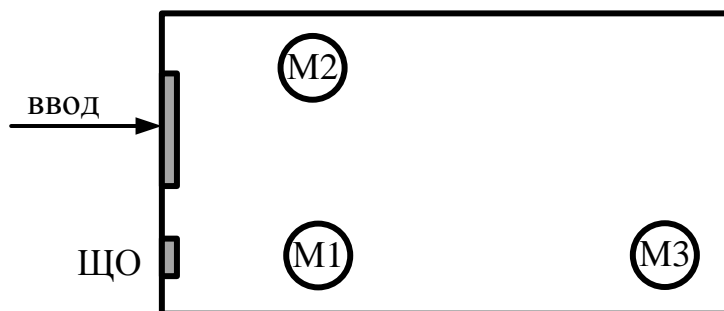
$P_{\text{н.д.1}}=11\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=20\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,83$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

17 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=11\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

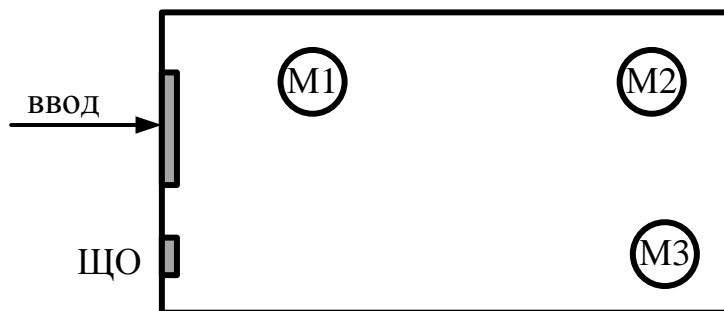
$P_{\text{н.д.1}}=12\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=27\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=9\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,82$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=5$

18 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,7$

$P_{\text{н.д.1}}=35\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,84$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=5$

19 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,9$

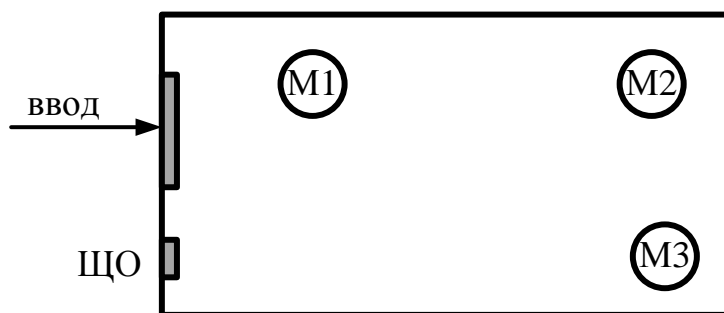
$P_{\text{н.д.1}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.2}}=10\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,82$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=7$

20 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=17\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

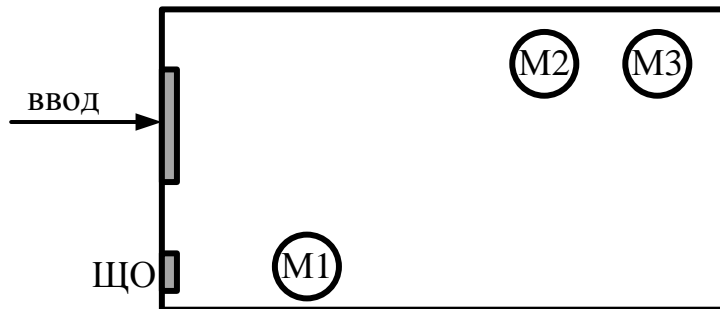
$P_{\text{н.д.1}}=3\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=8\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,84$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=20\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $\eta=0,83$; $K_{\text{п}}=5$

21 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=15\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,85$

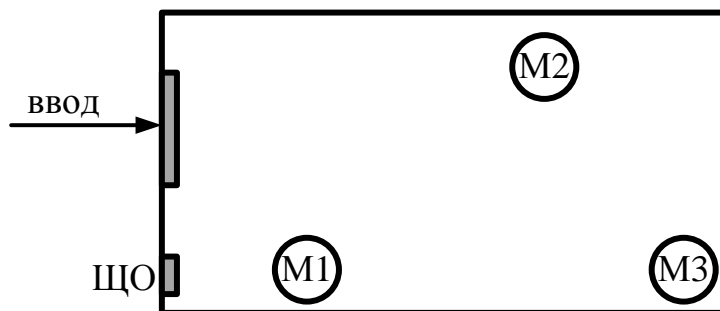
$P_{\text{н.д.1}}=9\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,81$; $\eta=0,81$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,83$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,86$; $\eta=0,85$; $K_{\text{п}}=7$

22 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=12\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,85$

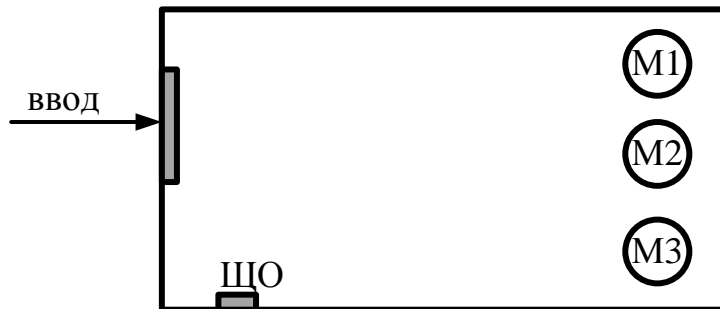
$P_{\text{н.д.1}}=20\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,86$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=10\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $\eta=0,88$; $K_{\text{п}}=6$

23 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=24\text{ кВт}$, $\cos \varphi=0,95$

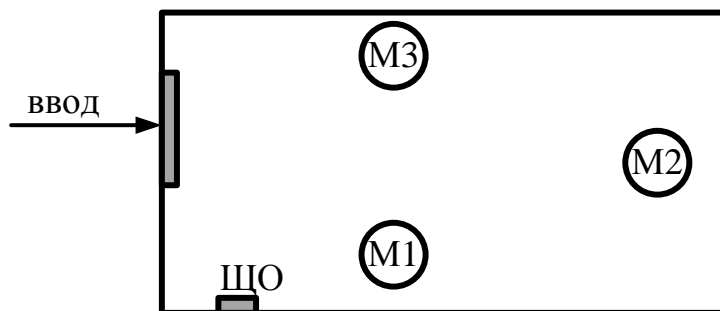
$P_{\text{н.д.1}}=18\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,91$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=25\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,81$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,86$; $\eta=0,87$; $K_{\text{п}}=6$

24 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=24\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

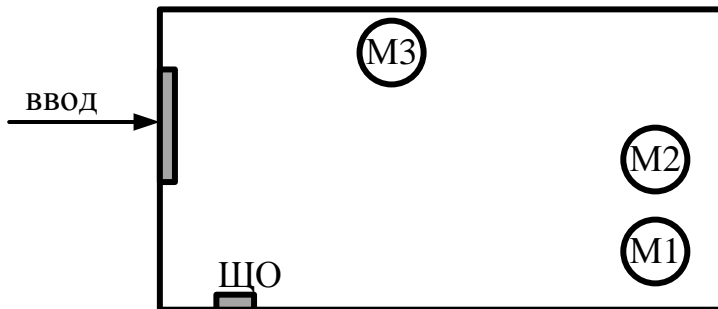
$P_{\text{н.д.1}}=7\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,80$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.2}}=31\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,88$; $\eta=0,89$; $K_{\text{п}}=7$

$P_{\text{н.д.3}}=22\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,88$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

25 вариант

Выполнить подключение электродвигателей и щита освещения ЩО к распределительному щиту. Начертить электрическую схему распределительного щита. Выбрать защиту линий. Выбрать аппарат отключения на вводе распределительного щита. Построить расчетно-монтажную таблицу.



Данные нагрузок: $U=380\text{ В}$; $K_o=1$; $P_{\text{ЩО}}=20\text{ кВт}$, $\cos \varphi=1$

$P_{\text{н.д.1}}=1,5\text{ кВт}$; $\cos \varphi_1=0,83$; $\eta=0,82$; $K_{\text{п}}=4$

$P_{\text{н.д.2}}=15\text{ кВт}$; $\cos \varphi_2=0,81$; $\eta=0,84$; $K_{\text{п}}=6$

$P_{\text{н.д.3}}=30\text{ кВт}$; $\cos \varphi_3=0,80$; $\eta=0,90$; $K_{\text{п}}=7$

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 11

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение устройства и принципа действия магнитных пускателей.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Ознакомиться с конструкцией и принципом действия магнитных пускателей. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Краткие теоретические сведения

Магнитные пускатели переменного тока *предназначены:*

- для дистанционного управления асинхронными электродвигателями;
- осуществляют нулевую защиту, т. е. при исчезновении напряжения или его снижении на 40-60% от номинального магнитная система отпадает и силовые контакты размыкаются;
- в комплекте с тепловым реле пускатели выполняют защиту электродвигателей от перегрузок и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Пускатели *выпускаются:*

- в открытом,
- защищенном,
- пылебрызгонепроницаемом исполнениях,
- с тепловыми реле и без них,
- бывают реверсивными и нереверсивными.

Состоит из конструктивно-объединенных теплового реле и контактора. *Пускатель предназначен* для работы в трёхфазной сети.

Магнитные пускатели выпускаются от 0-6 величины, для нагрузок от 5А-140А для нагрузки свыше 140А используются КОНТАКТОРЫ.

Пускатели 0-2 величины можно использовать в бытовой (однофазной) сети для пуска электродвигателей небольшой мощности. По конструктивным особенностям могут быть 3-х и 4-х полюсные т.е. 3 или 4 главных контакта.

Четвёртый контакт выполняет роль нормально открытого блок-контакта, с его помощью происходит блокировка цепи управления.

Конструкция выполнена следующим образом: электромагнит и контактная группа. Электромагнит состоит из Ш-образного магнитопровода-сердечника, состоящего из двух частей-половинок, одна из которых жёстко установлена в корпусе пускателя и также жёстко установленных и изолированных друг от друга и от корпуса-главных, верхних и нижних контактов. К верхней группе подходит питающий трёхфазный кабель, идущий от рубильника или распределительного шкафа. К нижним контактам подключается нагрузка (электродвигатель) через тепловое защитное реле. Здесь же на нижней части устанавливается катушка.

Магнитные пускатели могут отличаться напряжением питания катушки 220-380 В.

Устройство магнитных пускателей



Вторая половинка магнитопровода подвижная и имеет контакты–перемычки, которыми переключаются нижние контакты. Они сконструированы подвижно, мягко, на пружинах для подрегулировки нажима на основные контакты. В конструкции пускателей устанавливаются дополнительные контакты – блок-контакты, нормально открытые и нормально закрытые, которые синхронно работают с подвижной частью пускателя и необходимые для работы в цепи управления.

Необходимым элементом работы пускателя является кнопка ПУСК-СТОП которая может устанавливаться в любом удобном месте. Для обычного пускателя двухкнопочная, ПУСК-зеленая или черная, СТОП-красная.

Тепловое реле. Важным элементом пускателя является тепловое защитное реле, подбираемое точно под нужную нагрузку. Реле бывают двухфазные ручного

взвода после выключения и трёхфазные-самовозводящиеся. Тепловое реле осуществляет защиту электродвигателя от перегруза и недопустимого режима работы возникающего при обрыве одной из фаз (не полно фазный режим). Реле пускателя должны срабатывать при нагреве обмотки до высокой температуры и отключать двигатель.

Расчет параметров пускателя:

Например: номинальный ток пускателя равен $I_n = 6,3 \text{ А}$. Это значит, что силовые контакты рассчитаны на ток 6,3 А каждый в отдельности. Подсчитаем мощность, которую может пускатель включать и отключать, это будет зависеть от напряжения сети 220 В или 380 В.

- для напряжения сети 220 В при токе 6,3 А мощность получается $P = U \cdot I = 220 \cdot 6,3 = 1386 \text{ Вт}$ или 1,38 кВт

- для напряжения 380 В при токе 6,3 А мощность получается $P = 380 \cdot 6,3 = 2394 \text{ Вт}$ или 2,4 кВт

- определим мощность двигателя на 380 В, который можно будет включить пускателем: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = 1,73 \cdot 380 \cdot 6,3 = 4141 \text{ Вт}$ или 4,1 кВт.

На фото: два нормально замкнутых контакта; ниже, четыре нормально разомкнутых контакта; электромагнитная катушка, управляющая пускателем с двумя выводами, катушка может быть на 220 В или на 380 В.

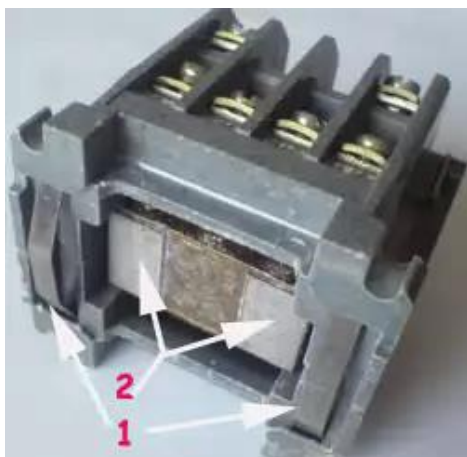


(Вид сверху магнитного пускателя с тепловым реле)

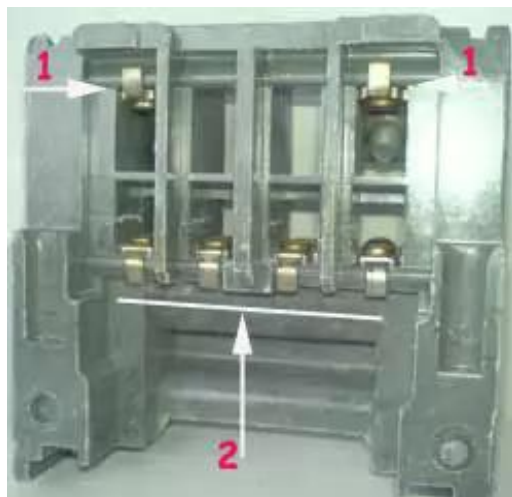


Снимаем верхнюю часть пускателя. Под цифрами – 1 это плоские пружины, которые прижимают катушку. Под цифрой – 2 поверхности подвижной части сердечника.

Поверхности сердечника должны быть чистыми и не замасленными, так как это влияет на работу пускатели. Со временем в процессе эксплуатации пускателя, на подвижной части и не подвижной накапливается пыль, мусор и т.п., пускатель начинает чрезмерно гудеть, необходимо очистить плоскости сердечника в местах их соприкосновения и гудение исчезнет.



Разбираем верхнюю часть магнитного пускателя, достаточно снять металлические скобки и верхняя часть раскроется на две половинки. Нижняя часть магнитного пускателя, содержит катушку управления и неподвижную часть сердечника, стрелками показаны короткозамкнутые виточки, если они



потеряются, то у пускателя сердечник будет сильно гудеть и вибрировать.

Цифрами 1 - отмечены неподвижные нормально замкнутые контакты, а цифрой 2 – неподвижные нормально разомкнутые контакты.

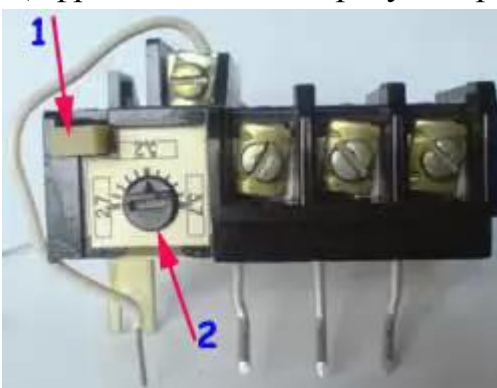


Подвижная часть сердечника с блоком подвижных контактов нормально замкнутых и нормально разомкнутых.

Тепловое реле РТТ-141 УХЛ4 $U = 660 \text{ В}$ $f = 50 (60) \text{ Гц}$



Цифрой 1 – отмечена кнопка включения теплового реле, при его срабатывании.
Цифрой 2 – отмечен регулятор чувствительности реле по току.



Белыми стрелками показаны клеммы нормально замкнутого контакта теплового реле, через который последовательно подключается катушка магнитного пускателя.



Задняя сторона теплового реле с тремя силовыми выводами.



Внутреннее устройство теплового реле. На каждую фазу установлена биметаллическая пластина, система рычагов, спусковой механизм, размыкающий нормально замкнутый контакт теплового реле.



Принцип работы реле: прохождение тока выше номинального через биметаллические пластины вызывает их нагрев, вследствие нагрева пластины деформируются, выгибаются и давят на систему рычагов, они приводят в действие спусковой механизм, а он размыкает нормально замкнутый контакт. После срабатывания теплового реле, его необходимо включать вручную путем нажатия специальной

кнопки.

Пускатели серии ПМЕ

Устройство: внутри корпуса пускателя размещена электромагнитная система, включающая в себя неподвижную Ш-образную часть сердечника и обмотку, намотанную на катушку. Сердечник набран из изолированных друг от друга (для

уменьшения потерь от вихревых токов) листов электротехнической стали. Подвижная часть сердечника (якорь) соединена с пластмассовой траверсой, на которой смонтированы контактные мостики с подвижными контактами. Плавность замыкания контактов и необходимое усилие нажатия обеспечиваются контактными пружинами. Неподвижные контакты припаяны к контактным пластинам, снабженным винтовыми зажимами для присоединения проводов внешней цепи. Кроме главных контактов, пускатели имеют дополнительные (блокировочные) контакты, расположенные на боковых поверхностях аппарата. Главные контакты закрыты крышкой, защищающей их от загрязнения, случайных прикосновений и междуфазных замыканий.

По направляющим корпусов скользит траверса, на которой укреплен якорь и мостики главных и вспомогательных контактов. Пускатель имеет три главных контакта и один замыкающий или размыкающий вспомогательный контакт.

Сердечник крепится к основанию при помощи пластины и амортизаторов, которые служат для смягчения удара во время включения.

На крайних кернах сердечника крепятся короткозамкнутые витки. Втягивающая катушка расположена на среднем керне сердечника и опирается на амортизаторы. Возвратная пружина устанавливается на средний kern якоря.

Пускатели допускают установку стоек контактных, которые увеличивают число вспомогательных контактов.

Принцип действия пускателя заключается в следующем: при включении пускателя по катушке проходит электрический ток, сердечник намагничивается и притягивает якорь, при этом главные контакты замыкаются, по главной цепи протекает ток. При отключении пускателя катушка обесточивается, под действием возвратной пружины якорь возвращается в исходное положение, главные контакты размыкаются.

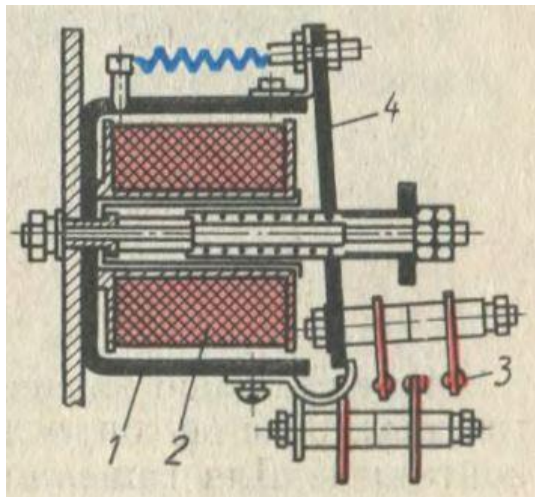
При отключении магнитного пускателя вследствие перебоев в электроснабжении размыкаются все его контакты, в том числе и вспомогательные. При появлении напряжения в сети пускатель не включается до тех пор, пока не будет нажата кнопка "Пуск". То же происходит, если напряжение в сети снижается до 50-60% от номинального.

Если электродвигатель включается рубильником, пакетным выключателем или контроллером, то при перебое в электроснабжении и остановке двигателя схема не нарушится, при восстановлении напряжения двигатель самопроизвольно включится в сеть. Такой самопроизвольный пуск двигателя может явиться причиной аварии или несчастного случая.

При выборе магнитных пускателей прежде всего необходимо обращать внимание на наибольшую допустимую мощность электродвигателя, работой которого будет управлять пускатель. Если магнитный пускатель управляет работой двигателя большей мощности, чем указано в паспорте пускателя, то

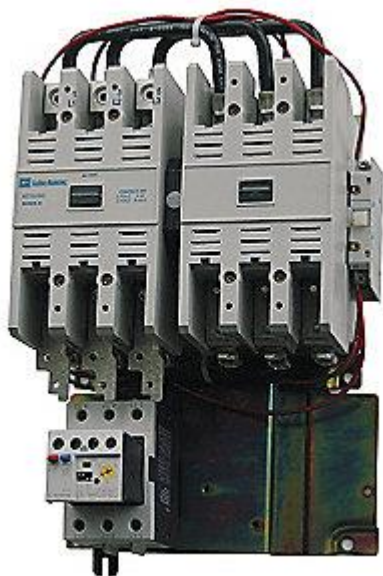
контактная система пускателя быстро выйдет из строя. Кроме того, необходимо обращать внимание на напряжение, указанное на втягивающей катушке. Если подать напряжение большее, чем номинальное напряжение катушки, то последняя сгорит при первом же включении магнитного пускателя.

Управление магнитным пускателем осуществляется кнопками «Пуск», «Стоп», «Вперед» и «Назад».



При подаче напряжения на катушку пускателя 2, протекающий в ней ток притянет якорь 4 к сердечнику 1, следствием чего станет замыкание силовых контактов 3, а также замыкание (или размыкание в зависимости от исполнения) вспомогательных блок контактов, которые в свою очередь, сигнализируют в систему управления о включении или отключении устройства. При снятии напряжения с катушки магнитного пускателя под действием возвратной пружины контакты разомкнутся, то есть вернуться в свое начальное положение.

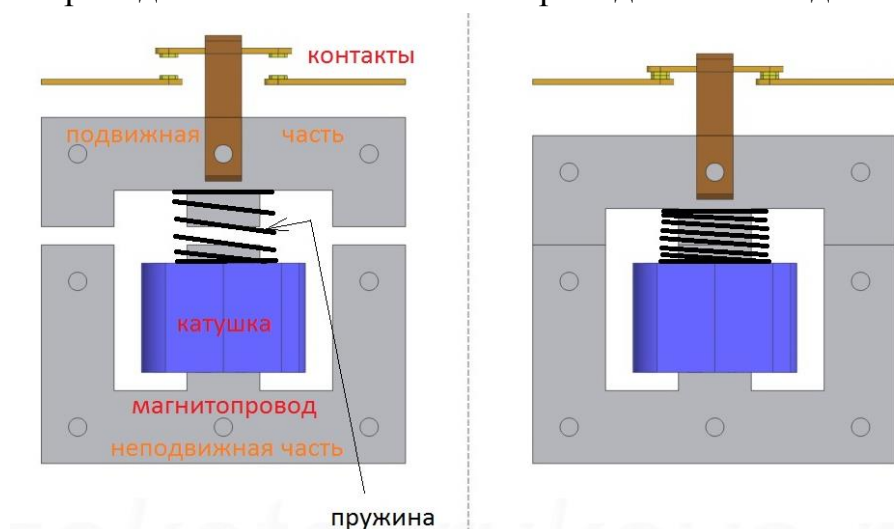
Принцип работы реверсивных магнитных пускателей такой же как и не реверсивных. Отличие заключается в чередовании фаз, которые подключает к пускателям (А – В – С одно устройство, С – В – А другое устройство). Это условие необходимо для выполнения реверса двигателя переменного тока. Также при реверсивном включении магнитных пускателей предусматривается блокировка одновременного включения устройств, чтоб избежать короткого замыкания.



Магнитный пускатель: устройство и принцип работы

Пускатель состоит из двух частей, расположенных в одном корпусе: электромагнита управления и контактной системы. Электромагнит управления включает в себя катушку с магнитопроводом, включающим в себя подвижную и неподвижную части, удерживаемых в разомкнутом состоянии пружиной. При подаче напряжения на катушку подвижная часть магнитопровода притягивается к неподвижной. Подвижная часть механически связана с контактной системой.

В контактную систему входят подвижные и неподвижные группы контактов. При подаче напряжения на катушку пускателя магнитопровод притягивает подвижные контакты к неподвижным и силовые цепи замыкаются. При снятии напряжения с катушки под действием пружины подвижная часть магнитопровода вместе с контактами приводятся в исходное положение.



Маркировка контактов пускателя

Электрические характеристики магнитных пускателей

Номинальный ток пускателя – это ток, выдерживаемый силовыми контактами в течение продолжительного времени. У некоторых моделей устаревших пускателей для разных диапазонов токов меняются габаритные размеры или «величина».

Номинальное напряжение – напряжение питающей сети, которое выдерживает изоляция между силовыми контактами.

Напряжение катушки управления – рабочее напряжение, на котором работает катушка управления пускателя. Выпускаются пускатели с катушками, работающие от сети постоянного или переменного тока.

Для удобства монтажа пускатели выпускают в корпусах совместно с кнопками управления. Для подключения достаточно подсоединить к ним кабель питания и отходящий кабель.



Пускатель в корпусе с кнопками управления. Для управления работой используются **кнопочные станции**, коммутирующие цепь катушки управления и связанные с пускателем контрольным кабелем. Для обычных пускателей используются две кнопки, объединенные в одном корпусе – «Пуск» и «Стоп», для реверсивных – три: «Вперед», «Назад» и «Стоп». Кнопку «Стоп» для быстрого отключения в случае аварии или опасности выполняют грибовидной формы.



Виды кнопочных станций

Пускатель с тепловым реле

Для защиты электродвигателей от перегрузок совместно с пускателями применяются **тепловые реле**. Тепловое реле содержит контакт, размыкающийся при срабатывании и разрывающий цепь питания катушки пускателя. Для повторного включения контакт нужно вернуть в исходное положение нажатием кнопки на корпусе. Для защиты от коротких замыканий перед пускателем устанавливается автоматический выключатель, отстроенный от пусковых токов электродвигателя.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

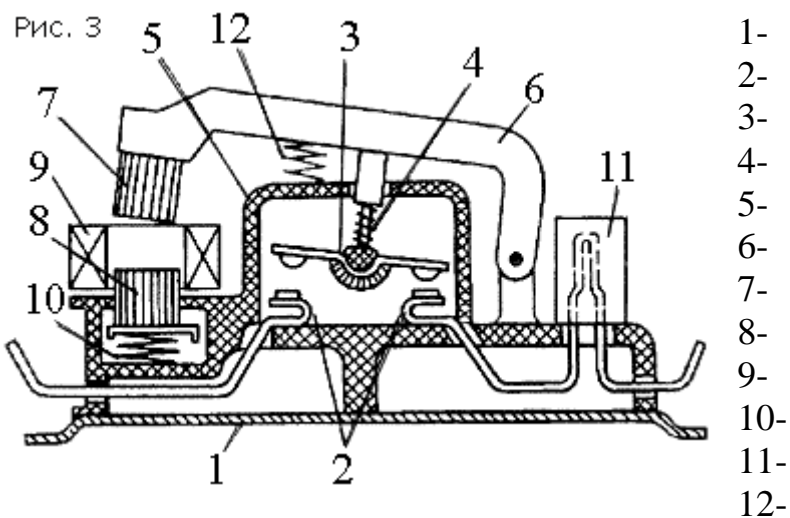
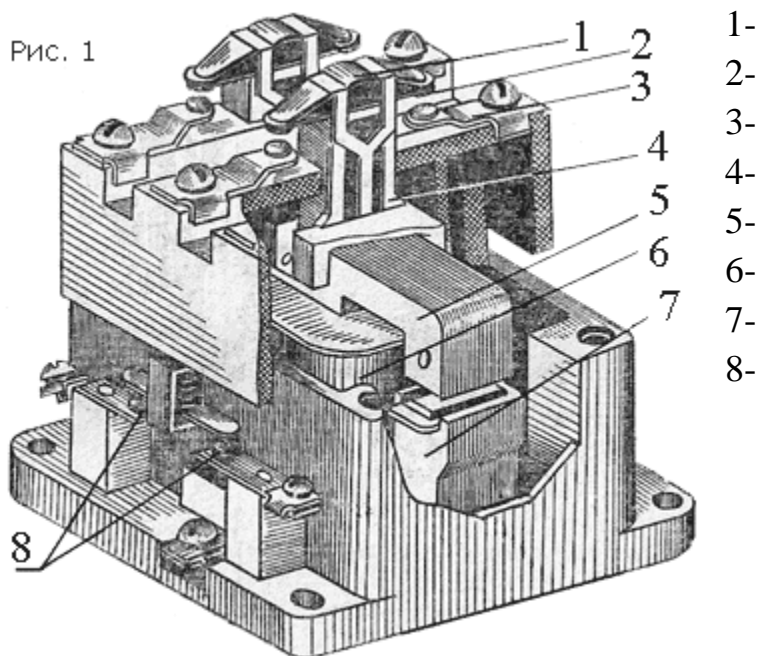
1. Ознакомиться с устройством различных типов магнитных пускателей, кнопочных станций и назначением отдельных элементов.
2. Включить асинхронный короткозамкнутый двигатель с помощью магнитного пускателя.
3. Определить параметры минимальной (нулевой) защиты, осуществляемой катушкой магнитного пускателя.
4. Ознакомиться с устройством реверсивного магнитного пускателя и назначение отдельных его частей, снять эскиз устройства.
5. Определить с помощью лампы накаливания принадлежность отдельных элементов пускателя (клеммных выводов, выводов катушек, замыкающих и размыкающих главных и блок контактов).
6. Начертить принципиальную электрическую схему управления асинхронным короткозамкнутым электродвигателем с блокировкой размыкающими контактами реверсивного магнитного пускателя.
7. Собрать электрическую схему управления асинхронным короткозамкнутым электродвигателем в реверсивном режиме с блокировкой размыкающими контактами пускателя, пустить в ход асинхронный электродвигатель и проверить действие блокировки.
8. Начертить и собрать электрическую схему управления асинхронным короткозамкнутым двигателем в реверсивном режиме с блокировкой размыкающими контактами кнопочной станции. Пустить в ход асинхронный электродвигатель и проверить действие блокировки.

Содержание отчета

1. Тема практической работы.
2. Цель практической работы.
3. Описать назначение магнитных пускателей.
4. Описать устройство и принцип действия магнитного пускателя.

5. Записать условия выбора магнитных пускателей.
6. Записать структуру маркировки магнитных пускателей. Привести пример.
7. Описать устройство магнитных пускателей.

Конструкция включает в себя подвижную и неподвижную часть (модель серии ПМЕ)



Контрольные вопросы:

1. Расшифровать марку магнитного пускателя: ПМЛ-322002-40
2. Назначение, устройство и принцип работы теплового реле.
3. В чём отличие магнитного пускателя от контактора?
4. Какая разница между магнитным пускателем и контактором?
5. На основе каких данных производится выбор магнитного пускателя?
6. Что такое коэффициент возврата магнитного пускателя?
7. Что такое нулевая защита и чем она осуществляется?
8. Почему напряжение отключения катушки магнитного пускателя меньше, чем напряжение включения?
9. Чем объясняется гудение магнитного пускателя при неплотном прилегании якоря к сердечнику, и каково назначение короткозамкнутого витка в сердечнике катушки?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 12

ТЕМА: Аппаратура управления и защиты линий и электрооборудования.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Выбор магнитных пускателей. Подключение в схему.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить схемы подключения магнитных пускателей. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература

Краткие теоретические сведения

Магнитные пускатели выбирают в зависимости от условий окружающей среды и схемы управления по:

- номинальному напряжению;
- номинальному току;
- току нагревательного элемента теплового реле;
- напряжению втягивающей катушки.

$$U_{мп} \geq U_{н\ уст};$$

$$I_{мп} \geq I_{н\ уст},$$

где $U_{мп}$, $I_{мп}$ - соответственно номинальные значения напряжения (В) и тока (А) магнитного пускателя;

$U_{н\ уст}$, $I_{н\ уст}$ - соответственно номинальные значения напряжения (В) и тока (А) электроустановки.

Тепловые реле проверяют на соответствие их номинального тока $I_{тр.н}$, номинального тока нагревательного элемента $I_{нэ}$, верхнего $I_{уст\ max}$ и нижнего $I_{уст\ min}$ пределов регулирования тока уставки и выставленного тока уставки $I_{уст.р.}$ номинальному току двигателя $I_{н\ дв.}$

$$I_{тр\ н} \geq I_{нэ} \geq I_{н\ дв};$$

$$I_{уст \max} \geq I_{н \text{ дв}} \geq I_{уст \min};$$

$$I_{уст \text{ р}} = I_{н \text{ дв}}.$$

Для электродвигателей с малым коэффициентом загрузки и рабочим током $I_{р \text{ дв}}$ в целях повышения надежности защиты используют соотношение

$$1,1 I_{р \text{ дв}} \leq I_{уст \text{ р}} \leq I_{н \text{ дв}}.$$

Номинальный фазный ток электродвигателя $I_{н \text{ дв}}$ или по принятым в электрических машинах условным обозначениям – $I_{1 \text{ ном ф}}$ определяют по формуле:

$$I_{1 \text{ ном ф}} = \frac{P_{2 \text{ ном}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{1 \text{ л}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi},$$

где $P_{2 \text{ ном}}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

$U_{1 \text{ л}}$ – номинальное линейное напряжение, В;

η – коэффициент полезного действия,

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности,

Структура условного обозначения ПМЛ–X₁X₂X₃X₄X₅X₆X₇X₈

ПМЛ – серия;

X₁ – величина пускателя по номинальному току (1 – 10 А; 2 – 25 А; 3 – 40 А; 4 – 63 А; 5 – 80 А; 6 – 125 А; 7 – 200 А);

X₂ – исполнение по назначению и наличию теплового реле:

1 – нереверсивный пускатель без теплового реле;

2 – нереверсивный пускатель с тепловым реле;

5 – реверсивный пускатель без теплового реле с электрической и механической блокировками;

6 – реверсивный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками;

7 – пускатель звезда-треугольник;

X₃ – исполнение пускателей по степени защиты (ГОСТ 14254- 80) и наличию кнопок (IP00 – защита отсутствует; IP54 – защита от пыли и брызг):

0 – IP00 без кнопок;

1 – IP54 без кнопок;

2 – IP54 с кнопками "Пуск" и "Стоп";

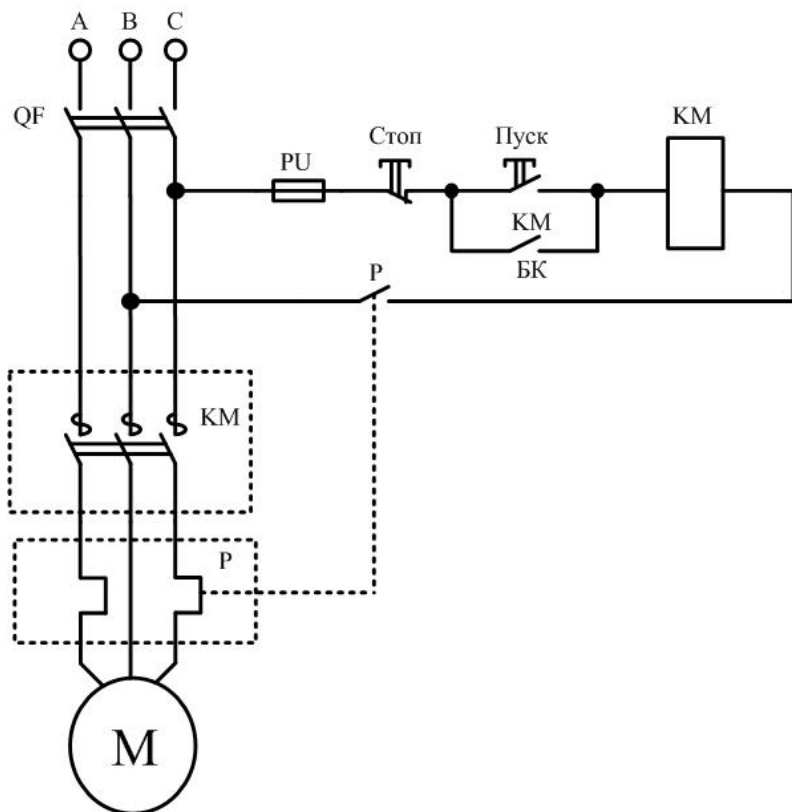
3 – IP54 с кнопками "Пуск" и "Стоп", сигнальной лампой;

X₄ – число контактов вспомогательной цепи (з – замыкающий, р – размыкающий):

0 – 1з (на 10...25 А), 1з+1р (на 40...63 и 80...200 А), переменный ток;

1 – 1р (на 10...25 А), 2з+2р (на 80...200 А), переменный ток;

2 – 3з+3р (на 80...200 А), переменный ток;

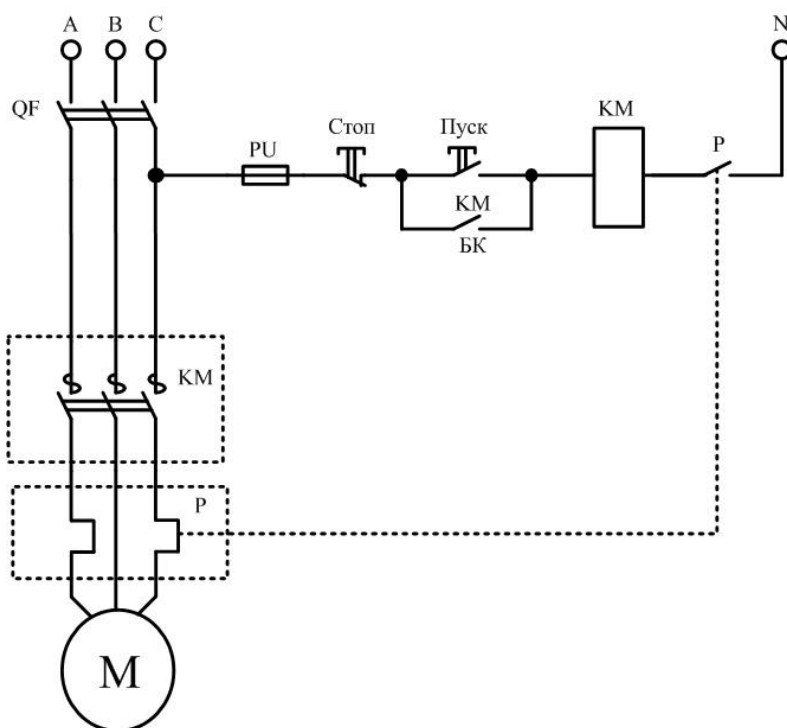


Принцип работы схемы:

Принцип работы данной схемы довольно прост: при замыкании автоматического выключателя QF собирается схема питания катушки магнитного пускателя. Предохранитель обеспечивает защиту схемы управления от коротких замыканий. При нормальных условиях контакт тепловых реле замкнут. Для пуска асинхронного электродвигателя нажимаем кнопку «Пуск», цепь замыкается, через катушку магнитного пускателя КМ начинает протекать ток, сердечник втягивается, тем самым замыкая силовые контакты КМ, а также блок контакт БК. Блок контакт БК нужен для того, чтоб замкнуть цепь управления, поскольку кнопка после того как ее отпустят, вернется в исходное положение.

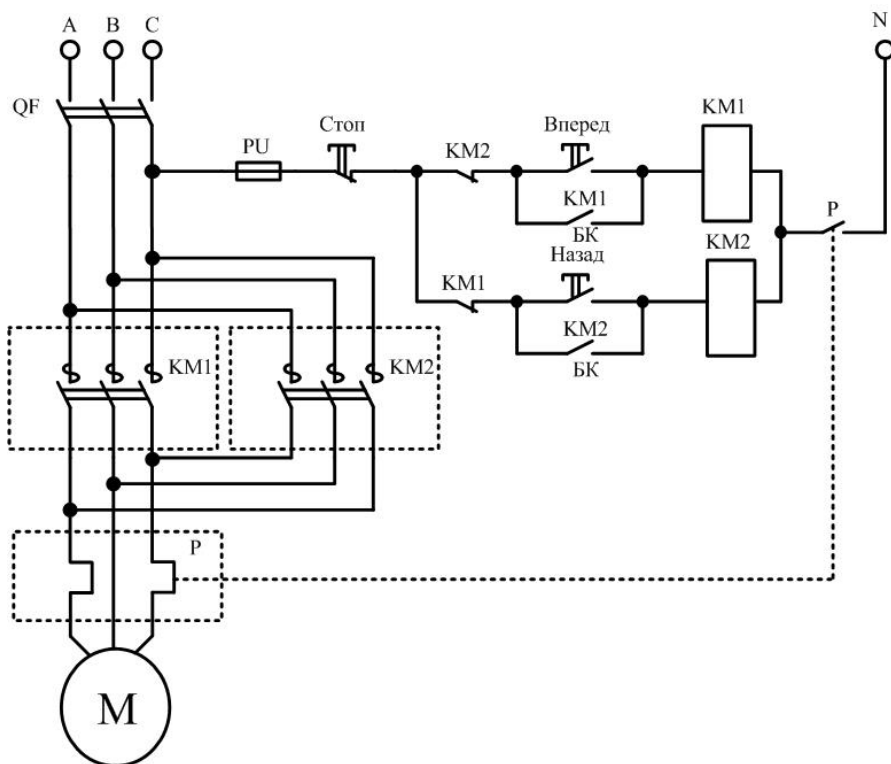
Для остановки этой электродвигателя достаточно нажать кнопку «Стоп», которая разберет схему управления. При длительном токе перегрузке сработает тепловой датчик, который разомкнет контакт. При схеме включения следует учесть напряжение номинальное катушки.

Схема с нейтральным проводником:



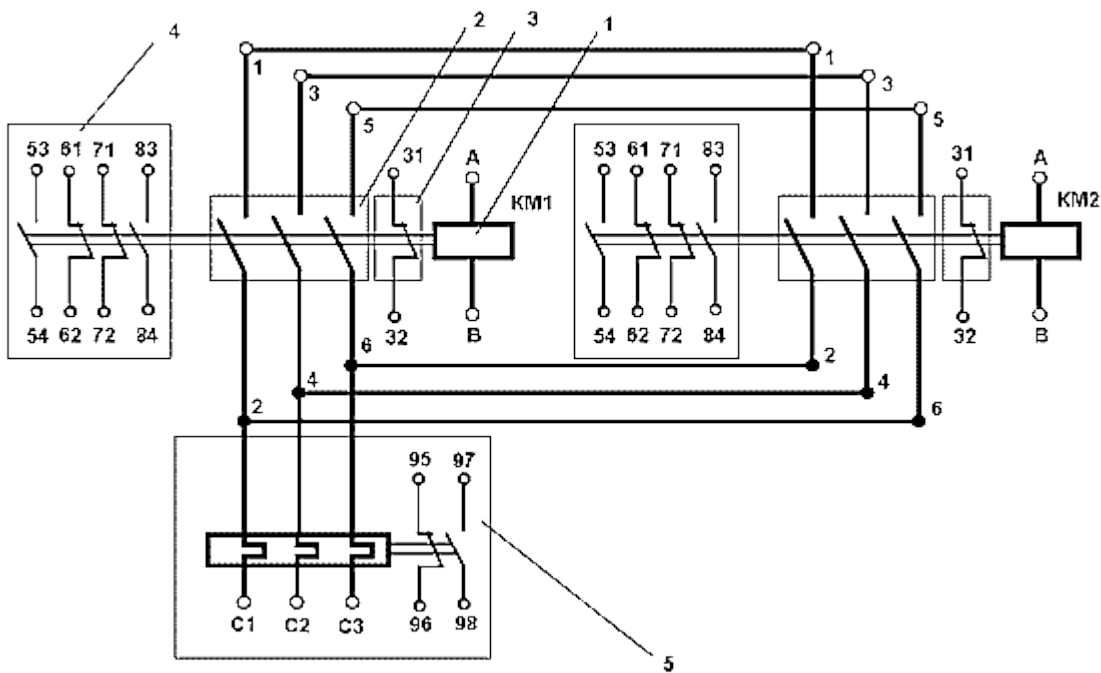
Отличие этих схем включения в том, что в первом случае питание системы управления подключено к двум фазам, а во втором к фазе и нейтральному проводнику. При автоматическом управлении системой пуска вместо кнопки «Пуск» может включаться контакт из системы управления.

Реверсивная схема включения:



Эта схема более сложная, чем при подключении не реверсивного устройства. При нажатии кнопки «Вперед» происходят все описанные выше действия, но как вы видите из схемы, перед кнопкой вперед появился нормально замкнутый контакт КМ2. Это нужно для выполнения электрической блокировки одновременного включения двух устройств (избежание короткого замыкания). При нажатии кнопки «Назад» во время работы электропривода ничего не произойдет, так как контакт КМ1 перед кнопкой «Назад» будет разомкнут. Для произведения реверса двигателя необходимо нажать кнопку «Стоп» и только после отключения одного устройства можно будет включить второе

Монтажная схема магнитного пускателя ПМЛ-2601-О4



Монтажная схема реверсивного магнитного пускателя ПМЛ-2601-О4:

1 - катушка, 2 - главные замыкающие контакты, 3 - размыкающий блок-контакт; 4 - приставка ПКЛ-22О4; 5 - тепловое реле РТЛ-1012.

Технические характеристики магнитных пускателей серий ПМЕ, ПМА и ПАЕ включают следующие параметры:

- номинальное напряжение силовой цепи (380, 500, 660 В);
- номинальный ток коммутации или мощность управляемого электродвигателя через главные силовые контакты (для пускателя 0 величины 3 А или 1.1 кВт при $U_n=380$ В; для I – 10 А или 4 кВт; для II – до 25 А или 10 кВт; для III – до 40 А или 17 кВт; для IV – до 63 А или 30 кВт; для V – до 110 А или 55 кВт; для VI величины до 146 А или 75 кВт; для VII величины – до 200 А или 110 кВт).

Для защиты электродвигателя от токов перегрузки в электромагнитные пускатели встраивают тепловые реле ТРП и ТРН.

Условное обозначение магнитного пускателя складывается из букв ПМЕ, ПАЕ, ПМА, означающих пускатель магнитный и его серию, и трех цифр:

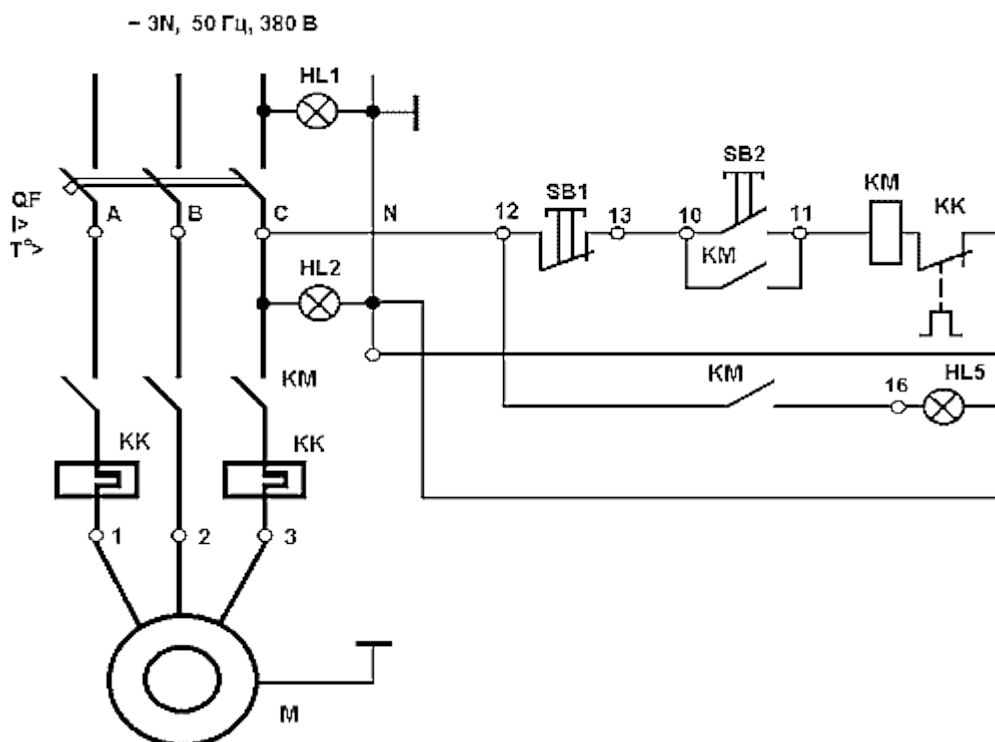
- первая цифра указывает величину пускателя (0 – нулевая; 1 – первая; 2 – вторая и т.д.);
- вторая – исполнение по защите от воздействия среды и числу контактов (1 – открытое с 4з; 2 – защищенное с 4з; 3 – пылеводонепроницаемое с 4з; 4 – открытое с 4з и 2р; 5 – защищенное с 4з и 2р; 6 – пылеводонепроницаемое с 4з и 2р; 7 – открытое с 4з и 4р; 8 – защищенное с 4з и 4р; 9 – пылеводонепроницаемое с 4з и 4р);

- третья – характер вращения вала электродвигателя и наличие тепловых реле (1 – нереверсивный без реле; 2 – нереверсивный с тепловым реле; 3 – реверсивный без реле; 4 – реверсивный с реле).

Пример обозначения: ПА 514, где ПА – серия; 5 – величина пускателя; 1 – открытое исполнение; 4 – реверсивный с тепловой защитой.

Магнитные пускатели устанавливают на силовых распределительных сборках, на распределительных щитах или отдельно на конструкциях, прикрепляемых к стенам, колоннам. Магнитные пускатели устанавливают вертикально отвесу. При этом отклонения по вертикали допускаются не более 5° . Поверхность контактов пускателя осматривают после опробования его под нагрузкой и в случае появления на ней наплывов обрабатывают напильником. Смазывать контакты пускателей не допускается.

Управление трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью нереверсивного магнитного пускателя осуществляется с помощью кнопок "Стоп" и "Пуск" - SB1 и SB2 соответственно.



Принципиальная электрическая схема управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью нереверсивного магнитного пускателя

Подачей коммутационным аппаратом из распределительного щита (автоматическим выключателем, рубильником) напряжения на клеммы А, В, С трехполюсного автоматического выключателя QF (светится красная сигнальная лампа HL1) осуществляется подготовка к работе схемы. После включения автоматического выключателя (светится зеленая сигнальная лампа HL2),

напряжение подается на его клеммы А1, В1 и С1 и на главные замыкающие контакты магнитного пускателя КМ.

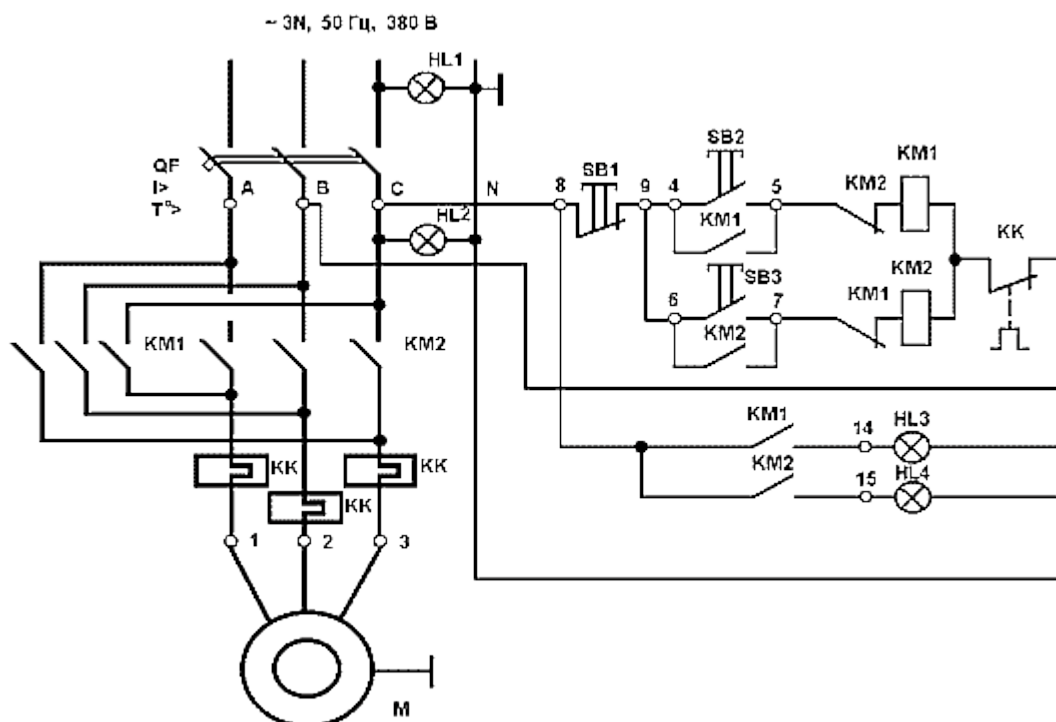
Катушка пускателя КМ подключается к сети через контакты теплового реле и кнопок управления "Пуск" и "Стоп". При нажатии кнопки "Пуск" SB2 напряжение 220 В на катушку магнитного пускателя КМ подается через замкнутые контакты кнопки "Стоп" и замкнутые контакты теплового реле КК. Электрический ток проходит по катушке КМ, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты пускателя КМ, шунтирующие замыкающие контакты кнопки "Пуск" SB2, которую после этого можно отпустить. Напряжение подается на обмотки электродвигателя М и осуществляется его пуск, о чем сигнализирует лампа HL5.

Для отключения двигателя нажимается кнопка "Стоп" SB1, катушка теряет питание, после чего якорь под действием возвратных пружин отходит от сердечника, и контакты размыкаются.

При токовой перегрузке двигателя на нагревательных элементах теплового реле КК выделяется дополнительная тепловая энергия, которая приводит к срабатыванию размыкающего контакта теплового реле КК и цепь катушки КМ размыкается.

Управление трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного магнитного пускателя осуществляется с помощью кнопок "Стоп", "Вперед" и "Назад" – SB1, SB2 и SB3 соответственно.

При нажатии кнопки "Вперед" SB2 напряжение 380 В на катушку магнитного пускателя КМ1 подается через замкнутые контакты кнопки "Стоп" и замкнутые контакты теплового реле КК. Электрический ток управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного магнитного пускателя проходит по катушке КМ1, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, и тем самым замыкает главные и вспомогательные контакты пускателя КМ1, шунтирующие замыкающие контакты кнопки "Вперед" SB2. Напряжение подается на обмотки электродвигателя М и осуществляется его пуск, о чем сигнализирует лампа HL3. Для отключения двигателя нажимается кнопка "Стоп" SB1.



Принципиальная электрическая схема

Изменение направления вращения ротора электродвигателя (реверс двигателя) осуществляется при нажатии кнопки "Назад" SB3. При этом электрический ток проходит по катушке KM2, замыкаются главные и вспомогательные контакты пускателя KM2, шунтирующие замыкающие контакты кнопки SB3. Напряжение подается на обмотки электродвигателя М (светится лампа HL4), но при этом меняется направление вращения магнитного поля (фаза "А" подается на клемму "3", а фаза "С" – на клемму "1" электродвигателя, т.е. меняется последовательность фаз).

Для предотвращения короткого замыкания между фазами "А" и "С", при одновременном замыкании главных замыкающих контактов пускателей KM1 и KM2, в конструкции реверсивного пускателя серии ПМЛ предусмотрена механическая блокировка: при наличии напряжения на катушке первого контактора его якорь притягивается и с помощью рычага удерживает якорь другого контактора в крайнем положении. Благодаря этому появление напряжения на катушке второго контактора не приводит к его срабатыванию. Кроме того, после включения пускателя KM1, размыкающим контактом KM1 разрывается цепь катушки пускателя KM2 и при нажатии кнопки SB3 не произойдет никаких аварийных режимов. Аналогичная электрическая блокировка есть в цепи катушки KM1 (размыкающий контакт KM2). Электрическая блокировка может быть выполнена путем использования размыкающих контактов кнопок "Вперед" и "Назад", которые включают вместо размыкающих контактов KM1 и KM2, например при отсутствии размыкающих контактов в конструкции пускателя. Тогда при нажатии кнопки SB2 разрывается цепь питания катушки KM2 и при нажатии на кнопку SB3 катушка KM2 останется обесточенной.

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую схему управления асинхронным короткозамкнутым электродвигателем в реверсивном режиме с блокировкой размыкающими контактами пускателя, пустить в ход асинхронный электродвигатель и проверить действие блокировки.

2. Начертить и собрать электрическую схему управления асинхронным короткозамкнутым двигателем в реверсивном режиме с блокировкой размыкающими контактами кнопочной станции. Пустить в ход асинхронный электродвигатель и проверить действие блокировки.

1. Используя магнитные пускатели, размещенные на лабораторном стенде, изучите их конструкцию.

2. Изучите монтажную схему реверсивного магнитного пускателя ПМЛ-2501О4, размещенного на лабораторном стенде.

3. Изучите схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью нереверсивного магнитного пускателя. Прежде чем начать собирать электрическую схему, убедитесь в том, что отключен автоматический выключатель QF, расположенный в левом верхнем углу стенда.

4. Монтажными проводами произведите коммутацию между соответствующими зажимами блока зажимов на лабораторном стенде.

Выходные клеммы автоматического выключателя QF выведены на блок зажимов (зажимы А, В и С соответственно), расположенный в нижней части стенда. Клеммы кнопок "Стоп" и "Пуск" соединены с зажимами 12, 13 и 10, 11 соответственно. Начала обмоток электродвигателя выведены на зажимы 1, 2 и 3. Один контакт сигнальной лампы HL5 соединен с нейтралью N, а второй – с зажимом 16.

5. Осуществите управление трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью нереверсивного магнитного пускателя.

После успешного пуска и остановки электродвигателя - отключите автоматический выключатель QF.

6. Изучите схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного магнитного пускателя.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.

2. Начертить монтажную схему магнитного пускателя ПМЛ-2501-О4.

3. Начертить принципиальную электрическую схему управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором с помощью реверсивного магнитного пускателя.

Контрольные вопросы

1. Расшифруйте: магнитный пускатель ПМЛ-1631О4А.
2. Что может входить в комплект пускателя ПМЛ?
3. Как устроен магнитный пускатель ПМЛ?
4. Как устроен магнитный пускатель ПМЕ?
5. Из каких частей состоит реверсивный магнитный пускатель с тепловым реле?
6. Какие меры предусмотрены в схемах для защиты от аварийных режимов?
7. Для чего предназначен реверсивный магнитный пускатель?
8. Каким способом изменяется направление вращения электродвигателя?
9. Для чего в конструкции реверсивного пускателя серии ПМЛ предусмотрена механическая блокировка?
10. Выберите магнитные пускатели серий ПМЛ и ПМЕ для реверсивного пуска электродвигателя (табл.1), указанного преподавателем.

Таблица 1. Некоторые технические данные электродвигателей серий 5А и АИР

Типоразмер электродвигателя	Номинальная мощность, $P_{2ном}$, кВт	$\cos \varphi$	Коэффициент полезного действия, η
5А80МА4	1,1	0,8	0,74
5А80МВ4	1,5	0,81	0,76
5А112М4	5,5	0,83	0,86
АИРМ132S4	7,5	0,85	0,88
АИРМ132М4	11,0	0,85	0,89
5А160S4	15,0	0,86	0,895
5А160М4	18,5	0,86	0,90
АИР180S4	22,0	0,86	0,905
АИР180М4	30,0	0,87	0,915
5А220М4	37,0	0,85	0,923
5А220L4	45,0	0,84	0,927
5А225М4	55,0	0,86	0,933

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 13

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение устройства и принципа действия трансформаторов.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить устройство, назначение трансформаторов. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

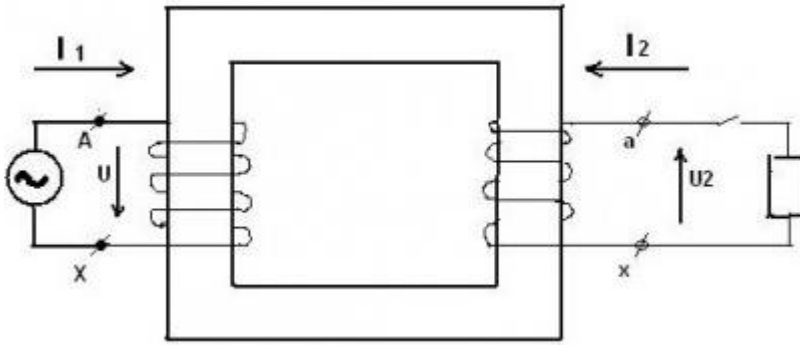
Краткие теоретические сведения

Силовой трансформатор применяется для преобразования напряжения первичной обмотки в напряжение вторичной обмотки. Существуют понижающие и повышающие трансформаторы. Рассмотрим работу силового трансформатора на примере однофазного.

Схематическое устройство силового трансформатора.

Трансформатор — это статический электромагнитный аппарат однофазный или трехфазный, в котором явление взаимной индукции используется для преобразования электрической энергии. Трансформатор преобразует переменный ток одного напряжения в переменный ток той же частоты, но другого напряжения. На рисунке схематически показаны первичная и вторичная обмотки однофазного трансформатора; они снабжены общим замкнутым сердечником, собранным из листовой электротехнической стали. Обмотки, соединенные с источником электроэнергии, называются первичными; остальные обмотки, отдающие энергию во внешние цепи, называются вторичными. Ферромагнитный сердечник служит для усиления магнитной связи между обмотками, т. е. для того, чтобы большая часть магнитного потока первичной обмотки сцеплялась с витками вторичной обмотки. Для улучшения условий охлаждения и изоляции трансформатор

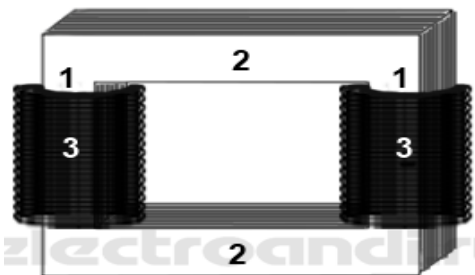
помещается в бак, заполненный минеральным маслом (продуктом перегонки нефти). Это масляный трансформатор.



Магнитопровод трансформатора представляет собой закрытый сердечник, собранный из листов электротехнической стали толщиной 0,5 или 0,35 мм. Для уменьшения потерь от вихревых токов пластины активной стали магнитопровода изолируют друг от друга электроизоляционным лаком или специальной бумагой толщиной 0,033 мм.

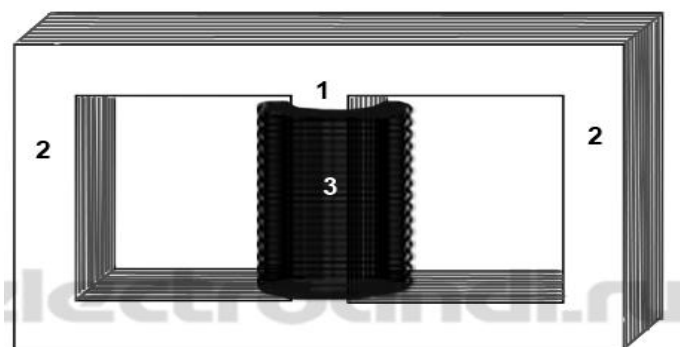
По типу конструкции различают *стержневой* (Г-образный) и *броневого* (Ш-образный) магнитопроводы. Рассмотрим их структуру.

Стержневой трансформатор состоит из двух стержней, на которых находятся обмотки и ярма, которое соединяет стержни.



1 – стержень, 2 – ярмо, 3 – обмотка.

Броневого трансформатор представляет собой ярмо, внутри которого заключается стержень с обмоткой. Ярмо защищает стержень, поэтому трансформатор называется броневым.



1 – стержень, 2 – ярмо, 3 – обмотка.

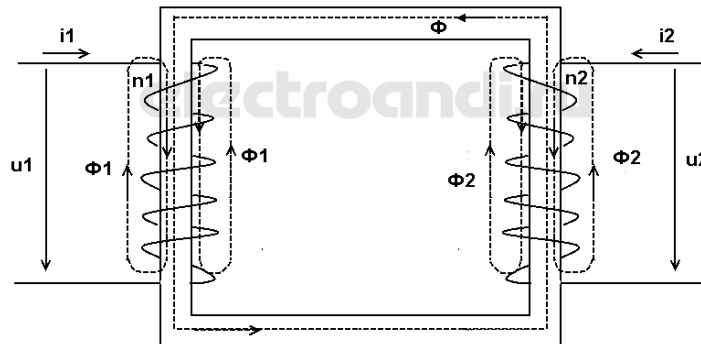
Обмотка

Трансформатор имеет несколько электрических, изолированных одна от другой обмоток: однофазный - не менее двух, трехфазный - не менее шести.

Конструкция обмоток, их изоляция и способы крепления на стержнях зависят от мощности трансформатора. Для их изготовления применяют медные провода круглого и прямоугольного сечения, изолированные хлопчатобумажной пряжей, электроизоляционным лаком или кабельной бумагой. Обмотки должны быть прочными, эластичными, иметь малые потери энергии и быть простыми и недорогими в изготовлении.

Принцип действия силового трансформатора

Напряжение U_1 , приложенное к зажимам первичной обмотки, создает в этой обмотке переменный ток i_1 . Ток возбуждает в сердечнике трансформатора переменный магнитный поток Φ . Вследствие периодического изменения этого потока в обеих обмотках трансформатора индуцируются ЭДС.



На схеме изображены основные части: ферромагнитный сердечник, две обмотки на сердечнике. Первая обмотка и все величины которые к ней относятся (i_1 -ток, u_1 -напряжение, n_1 -число витков, Φ_1 — магнитный поток) называют первичными, вторую обмотку и соответствующие величины — вторичными.

Если вторая обмотка не находится под нагрузкой, значит трансформатор находится в режиме холостого хода. В этом случае $i_2 = 0$, а $u_2 = E_2$, ток i_1 мал и мало падение напряжения в первичной обмотке, поэтому $u_1 \approx E_1$ и отношение ЭДС можно заменить отношением напряжений $u_1/u_2 = n_1/n_2 = E_1/E_2 = k$. Из этого можно сделать вывод, что вторичное напряжение может быть меньше или больше первичного, в зависимости от отношения чисел витков обмоток. Отношение первичного напряжения к вторичному при холостом ходе трансформатора называется коэффициентом трансформации k .

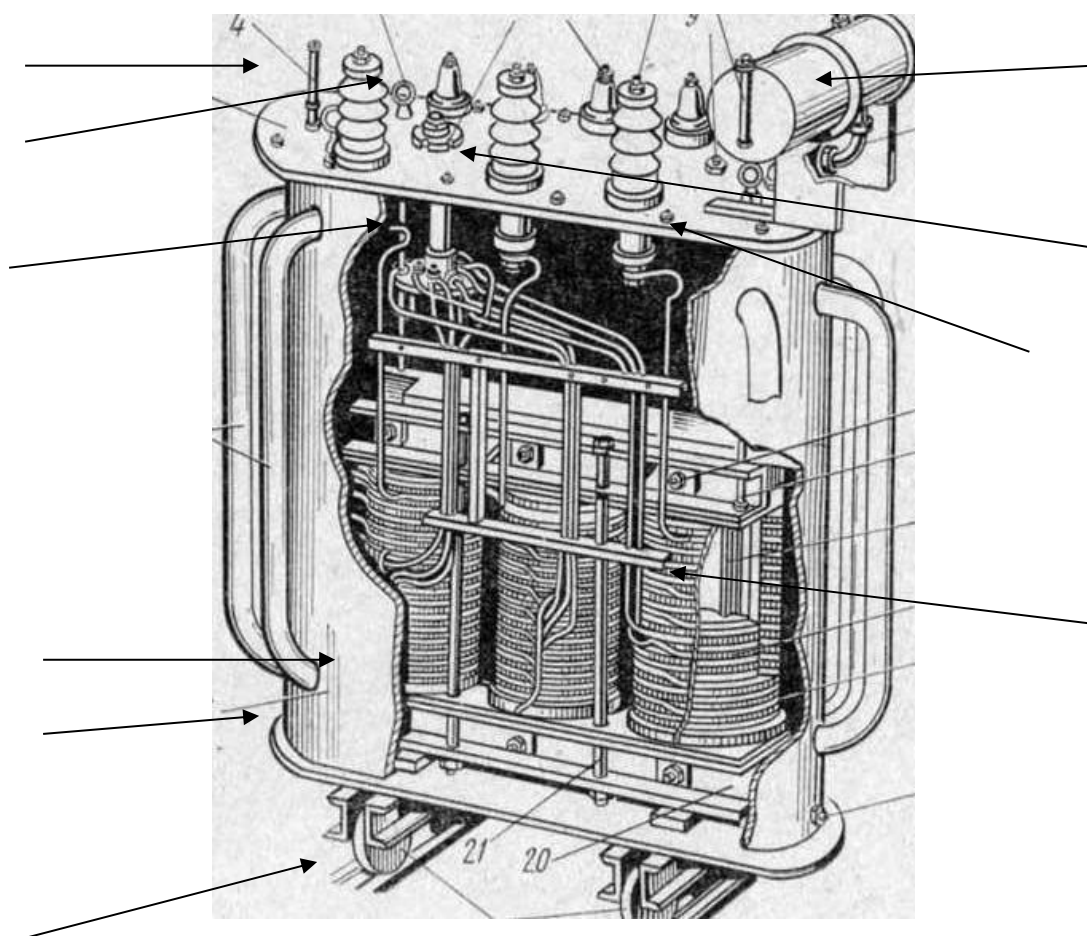
$$K = \frac{U_1}{U_2}.$$

Коэффициент трансформации *понижающих* трансформаторов превышает единицу, *повышающих* — находится в пределах от 0 до 1.

Как только вторичная обмотка подключается к нагрузке, в цепи возникает ток i_2 , то есть совершается передача энергии от трансформатора, который получает ее из сети, к нагрузке. Передача энергии в самом трансформаторе происходит благодаря магнитному потоку Φ .

Порядок выполнения работы

1. Начертить схему конструкции однофазного силового трансформатора. Показать основные элементы.
2. По представленной конструкции трансформатора описать устройство.

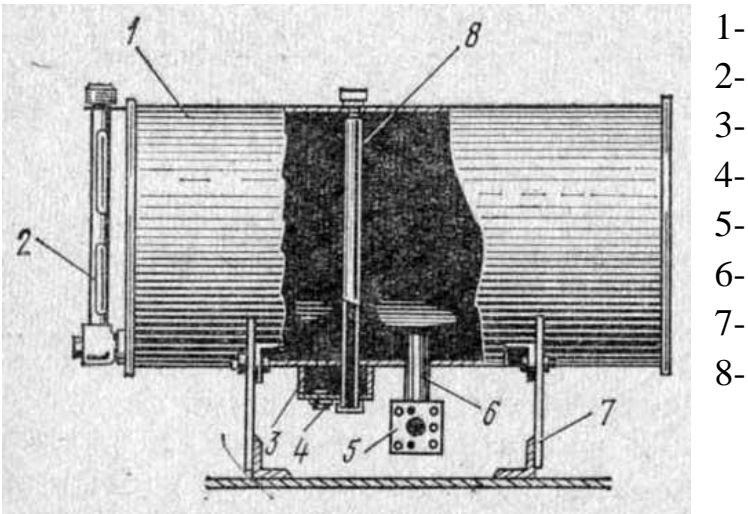


3. Описать принцип работы силового трансформатора.
4. Описать назначение и устройство каждого элемента трансформатора.

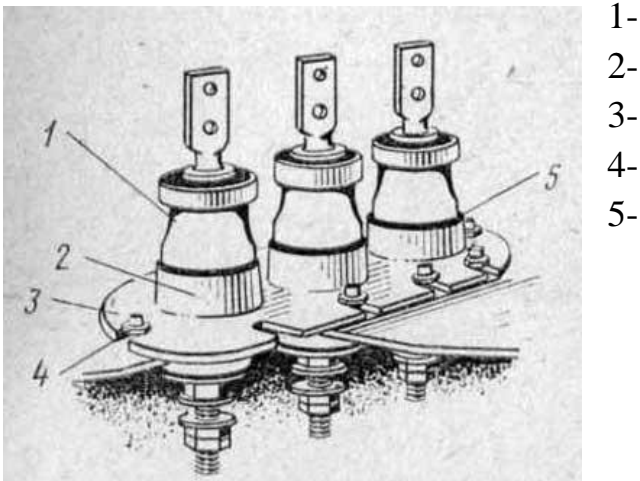
Расширитель

Расширитель служит для _____

Расширитель соединен с баком трансформатора _____, конец которого на 50 - 70 мм выступает внутри расширителя, чтобы загрязненное масло не могло попасть из _____ в _____.

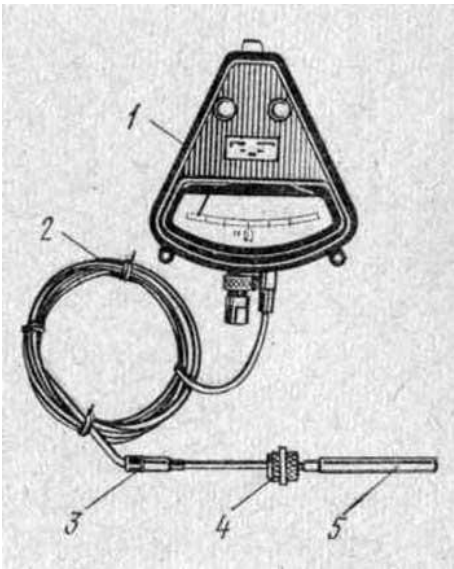


Расположение вводов на ток



Термометрический сигнализатор

Термометрический _____ сигнализатор _____ ТС-100
предназначен для _____

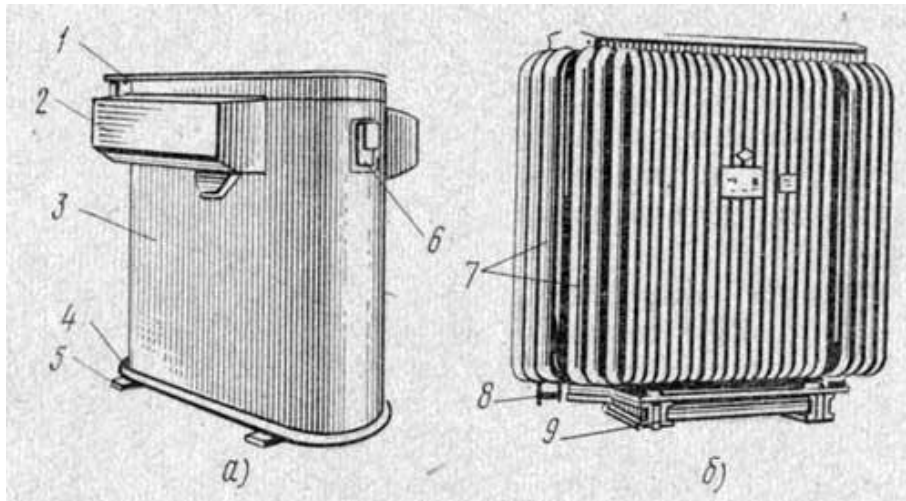


- 1-
- 2-

3-

4-

5-



Конструкции баков силовых трансформаторов:

а — гладкостенный бак, б — трубчатый бак;

1 —

2 —

3 —

4 —

5 —

6 —

7 —

8 —

9 —

5. Начертить конструкцию магнитопроводов: стержневого и броневоего.

6. Пояснить, почему магнитопровод выполнен из листов стали?

7. Описать конструкцию бака трансформатора.

8. Запишите формулу определения коэффициента трансформации.

9. Запишите, за счет чего происходит передача энергии в трансформаторе на вторичную обмотку?

Оформление отчета

1. Тема и цель работы.
2. Оформить ответы выполненной работы.
3. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Какой материал применяют для магнитопроводов и почему?
2. Материал для изготовления обмоток.
3. Сколько обмоток у однофазного и трёхфазного трансформаторов?
4. В каких режимах может находиться силовой трансформатор?
5. Как влияет ток вторичной цепи на ток первичной?
6. Что такое коэффициент трансформации? Как он определяется и что показывает?
7. Что проверяют с помощью коэффициента трансформации?
8. В каких режимах может находиться силовой трансформатор?
9. Назначение термометра и термометрического сигнализатора.
10. Устройство и принцип действия термометрического сигнализатора.
11. Какой элемент предназначен для подключения обмоток к токовым вводам?
12. Назначение и устройство расширителя.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 14

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Условия выбора трансформаторов. Схемы включения трансформаторов.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить условия выбора и схемы включения трансформаторов. Воспитание у обучающихся интереса к специальности, развитие технического мышления.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Уметь проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. Инструкционная карта
2. Рабочая тетрадь
3. Справочная литература.

Краткие теоретические сведения

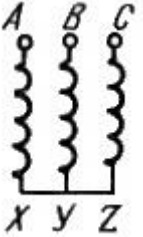
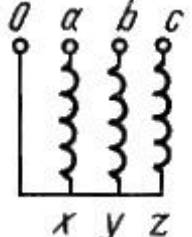

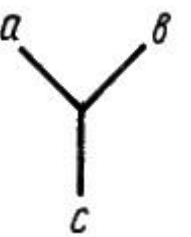

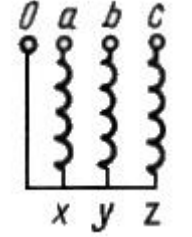
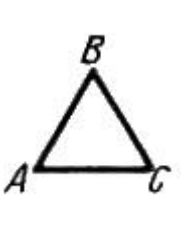
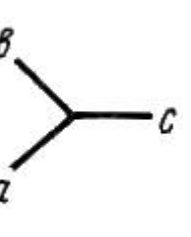
В соответствии с ГОСТ 11677-85 силовые трансформаторы 10(6)/0,4 кВ мощностью от 25 до 250 кВА могут изготавливаться со следующими схемами соединения обмоток:

- «звезда/звезда» – Y/Y_n ;
- «треугольник–звезда» – Δ/Y_n ;
- «звезда–зигзаг» – Y/Z_n .

Принципиальное отличие технических характеристик трансформаторов с различными схемами соединений обмоток заключается в разной реакции на несимметричные токи, содержащие составляющую нулевой последовательности. Это прежде всего однофазные сквозные короткие замыкания, а также рабочие режимы с неравномерной загрузкой фаз. Наиболее часто встречающиеся группы и схемы соединений обмоток показаны в следующей таблице.

Схемы и группы соединений обмоток силовых трансформаторов, применяемых в электрических сетях

Схема соединения обмоток	Диаграмма векторов	Условное обозначение
--------------------------	--------------------	----------------------

Высшее напряжение	Низшее напряжение	Высшее напряжение	Низшее напряжение	(группы)
				Y/Y-0
				Δ/Y-11

Преимущество трансформаторов со схемой соединений $\Delta/Y-11$ перед трансформаторами со схемой $Y/Y-0$ состоит в том, что их нулевой провод может быть загружен до 70% номинального фазового тока трансформатора, тогда как в трансформаторе со схемой $Y/Y-0$ нагрузка нулевого провода не должна превышать 15% фазового тока трансформатора.

В обозначении силовых трансформаторов указывают число фаз (Т — трехфазный), тип охлаждения (М — естественное масляное, С — воздушное), мощность, номинальные напряжения первичной и вторичной обмоток, группы и схемы соединения. Так, трехфазный трансформатор с масляным охлаждением мощностью 160кВА первичным напряжением 10кВ, вторичным 0,4кВ со схемой соединения звезда — звезда с нулевым выводом обозначается ТМ-160-10/0,4 Y/Y-0, такой же трансформатор, но с воздушным охлаждением (сухой) — ТС-160 - 10/0,4 Y/Y-0.

Выбор мощности трансформатора

Стандартные мощности трансформаторов								
25	40	60	100	160	250	400	630	1000

Для расчета присоединенной к трансформатору мощности анализируются данные о подключенных к нему мощностях потребителей, данные о распределении нагрузок по времени. Потребление электроэнергии многоквартирным домом варьируется не только в течение суток, но и по временам года: зимой в квартирах работают электрообогреватели, летом — вентиляторы и кондиционеры. Типовые графики нагрузок и величины

потребляемых мощностей для многоквартирных домов определяются из справочников.

Для расчета мощностей на промышленных предприятиях требуется знание принципов работы их технологического оборудования, порядок его включения в работу. Определяется режим максимальной загрузки, когда в работу включено наибольшее число потребителей ($S_{\text{макс}}$). Но все потребители одновременно включиться не могут никогда. Но при расчетах требуется учитывать и возможное расширение производственных мощностей, а также – вероятность в дальнейшем подключения дополнительных потребителей к трансформатору.

Учитывая число трансформаторов на подстанции (N) мощность каждого рассчитывают по формуле, затем выбирают из таблицы ближайшее большее значение: $S = S_{\text{макс}} / N * K_3$

В этой формуле K_3 – коэффициент загрузки трансформатора. Это отношение потребляемой мощности в максимальном режиме к номинальной мощности аппарата. Работа с необоснованно пониженным коэффициентом загрузки экономически не выгодна. Для потребителей, в зависимости от категории бесперебойности электроснабжения, рекомендуются коэффициенты:

Категория потребителей	Коэффициент загрузки
I	0,65-0,7
II	0,7-0,8
III	0,9-0,95

Из таблицы видно, что коэффициент загрузки учитывает подключение к одному из трансформаторов дополнительной нагрузки, переходящей к нему при выходе из строя другого трансформатора или его питающей линии. Но он ограничивает перегрузку трансформатора, оставляя по мощности некоторый запас.

Систематические перегрузки трансформаторов возможны, но их время и величина ограничиваются требованиями заводов-изготовителей этих устройств. По правилам ПТЭЭП длительная перегрузка трансформаторов с масляным или синтетическим диэлектриком ограничивается до 5%. Отдельно ПТЭЭП определяется *длительность аварийных перегрузок* в зависимости от их величины.

Для масляных трансформаторов:

Величина перегрузки, %	30	45	60	75	100
Длительность, мин	120	80	45	20	10

Для сухих трансформаторов:

Величина перегрузки, %	20	30	40	50	60
Длительность, мин	60	45	32	18	5

Из таблиц видно, что сухие трансформаторы к перегрузкам более критичны.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

ЗАДАНИЕ № 1.

1. Записать в рабочую тетрадь тему, название работы, цель занятия.
2. Ответить на вопросы по допуску к занятию.

ЗАДАНИЕ № 2.

Начертить схему задания и записать данные из таблицы заданий. Записать формулы расчета нагрузок каждой линии. Рассчитать активную и полную мощности линий. Данные по коэффициентам одновременности взять из таблицы.

Таблица коэффициентов одновременности для суммирования электрических нагрузок потребителей в сетях 0,38 кВ:

Число потребителей	Жилые дома с нагрузкой на вводе		Жилые дома с электроплитами и водонагревателями	Производственные потребители
	До 2 кВт/дом	Свыше 2 кВт/дом		
2	0,76	0,75	0,73	0,85
3	0,66	0,64	0,62	0,80
5	0,55	0,53	0,50	0,75
10	0,44	0,42	0,38	0,65
20	0,37	0,34	0,29	0,55
50	0,3	0,27	0,22	0,47
100	0,26	0,24	0,17	0,40
200	0,24	0,2	0,15	0,35
500 и более	0,22	0,18	0,12	0,30

Данные добавок взять из таблицы.

Таблица для суммирования нагрузок в сетях 0,38 кВ:

S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS	S	ΔS
0,2	0,2	11	6,7	36	23,5	61	41,7	102	70	152	110	202	152	252	192
0,3	0,2	12	7,3	37	24,2	62	42,4	104	72	154	111	204	153	254	193
0,4	0,3	13	7,9	38	25	63	43,1	106	73	156	113	206	155	256	195
0,5	0,3	14	8,5	39	25,8	64	43,8	108	75	158	114	208	156	258	196
0,6	0,4	15	9,2	40	26,5	65	44,5	110	76	160	116	210	158	260	198
0,8	0,5	16	9,8	41	27,2	66	45,2	112	78	162	117	212	160	262	200
1	0,6	17	10,5	42	28	67	45,6	114	80	164	119	214	161	264	201
1,5	0,9	18	11,2	43	28,8	68	46,6	116	81	166	120	216	163	266	203
2	1,2	19	11,8	44	29,5	69	47,3	118	82	168	122	218	164	268	204
2,5	1,5	20	12,5	45	30,2	70	47	120	84	170	123	220	166	270	206
3	1,8	21	13,1	46	31	72	49,4	122	86	172	124	222	168	272	208
3,5	2,1	22	13,6	47	31,8	74	50,2	124	87	174	126	224	169	274	209
4	2,4	23	14,4	48	32,5	76	52,2	126	89	176	127	226	171	276	211
4,5	2,7	24	15	49	33,2	78	53,6	128	90	178	129	228	172	278	212
5	3,0	25	15,7	50	34	80	55	130	92	180	130	230	174	280	214
5,5	3,3	26	16,4	51	34,7	82	56,4	132	94	182	132	232	176	282	216
6	3,6	27	17	52	35,4	84	57,8	134	95	184	134	234	177	284	217
6,5	3,9	28	17,7	53	36,1	86	59,2	136	97	186	136	236	179	286	219
7	4,2	29	18,4	54	36,8	88	60,6	138	98	188	138	238	180	288	220
7,5	4,5	30	19	55	37,5	90	62	140	100	190	140	240	182	290	222
8	4,8	31	19,7	56	38,2	92	63,4	142	102	192	142	242	184	292	224
8,5	5,1	32	20,4	57	38,9	94	64,8	144	103	194	144	244	185	294	225
9	5,4	33	21,2	58	39,6	96	66,2	146	105	196	146	246	187	296	227
9,5	5,7	34	22	59	40,3	98	67,6	148	106	198	148	248	188	298	228
10	6,0	35	22,8	60	41	100	69	150	108	200	150	250	190	300	230

ЗАДАНИЕ № 3.

Рассчитать активную и полную мощности линий методом, подходящим для расчета.

ЗАДАНИЕ № 4.

Определить значение уточненного коэффициента мощности каждой линий по формуле: $\cos \varphi = P_p / S_p$

ЗАДАНИЕ № 5.

Определить значение полной мощности на шинах 0,4 кВ. Записать условие выбора мощности силового трансформатора. Выбрать мощность трансформатора из таблицы и выписать его технические характеристики с пояснениями.

Таблица технических данных силовых трансформаторов 10/0,4 кВ:

Тип	S_n , кВА	Схема соединения	Потери мощности		U_k , %	I_x , %	Z_T , Ом	Z_{T0} , Ом
			ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт				
ТМ	25	Y / Y ₀	0,13	0,6	4,5	3,2	0,29	3,11
ТМ	40	Y / Y ₀	0,175	0,88	4,5	3	0,18	1,949
ТМ	63	Y / Y ₀	0,24	1,28	4,5	2,8	0,115	1,237
ТМ	100	Y / Y ₀	0,33	1,97	4,5	2,6	0,072	0,779
ТМ	160	Y / Y ₀	0,51	2,65	4,5	2,4	0,045	0,487
ТМ	250	Y / Y ₀	0,74	3,7	4,5	-	0,029	0,312
ТМ	400	Y / Y ₀	0,95	5,5	4,5	2,1	0,018	0,195
ТМ	630	Y / Y ₀	1,3	7,6	5,5	-	0,014	0,129

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать в тетрадь тему, название работы, цель.
2. Записать в тетрадь условие задачи и схемы.
3. Выполнить поочередно все задания.

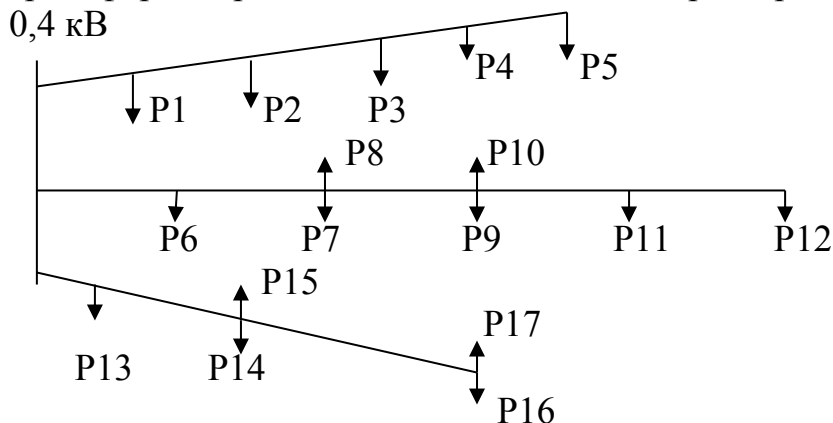
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература

Варианты заданий

1 вариант

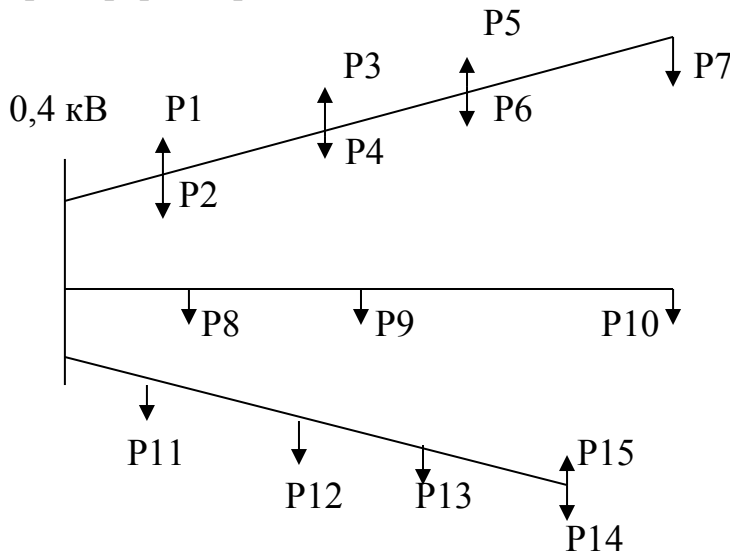
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,87$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$;
 $P_5=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,85$; $P_6=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,85$; $P_7=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$;
 $P_9=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=30\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=40\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,78$; $P_{14}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$;
 $P_{16}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,85$; $P_{17}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,85$

2 вариант

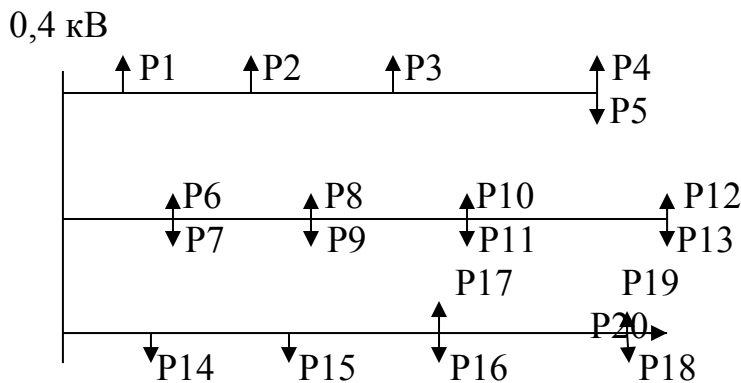
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$;
 $P_5=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=40\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,78$; $P_{10}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=25\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,85$; $P_{13}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$

3 вариант

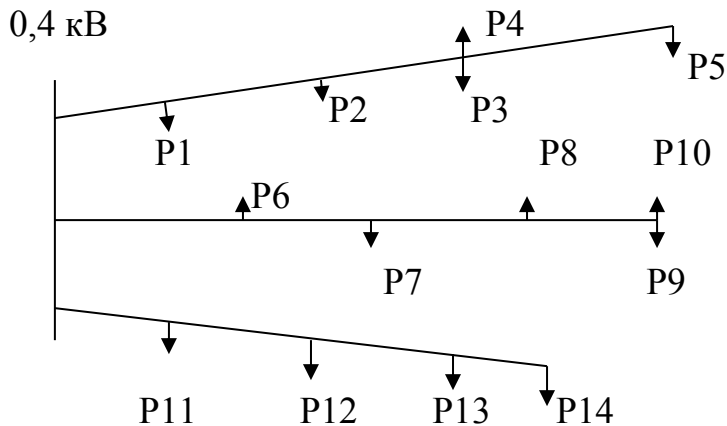
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=7\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=9\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$;
 $P_5=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,94$; $P_6=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,8$; $P_7=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$;
 $P_9=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,95$; $P_{11}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,95$; $P_{12}=30\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$; $P_{14}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,85$; $P_{15}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$;
 $P_{16}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,9$; $P_{17}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,9$; $P_{18}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{18}=0,94$; $P_{19}=5\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{19}=0,94$; $P_{20}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{20}=0,94$

4 вариант

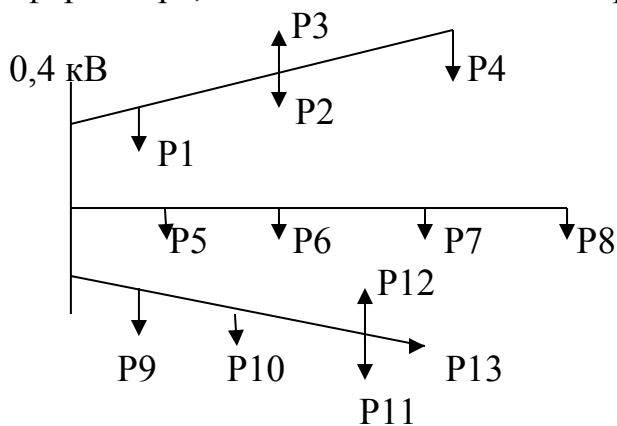
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$; $P_5=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,94$; $P_6=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,8$; $P_7=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$; $P_9=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,9$; $P_{11}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$; $P_{14}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$

5 вариант

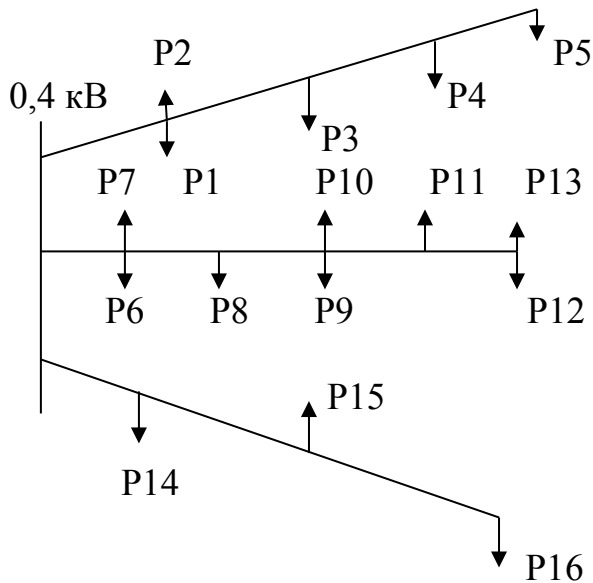
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $P_2=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=33\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$; $P_5=26\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=40\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,8$; $P_7=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,8$; $P_8=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,85$; $P_9=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=31\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,85$; $P_{13}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$

6 вариант

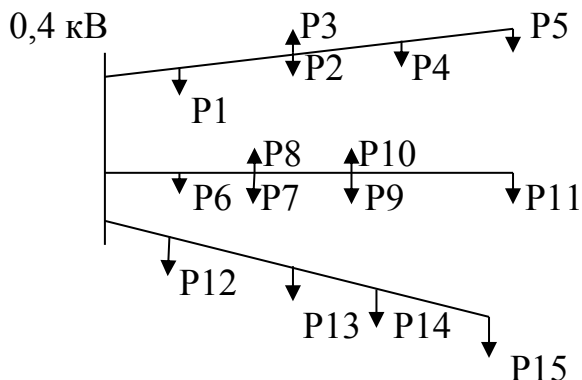
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$; $P_5=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,85$; $P_7=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,8$; $P_8=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$; $P_{14}=35\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=33\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$; $P_{16}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,8$

7 вариант

Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.

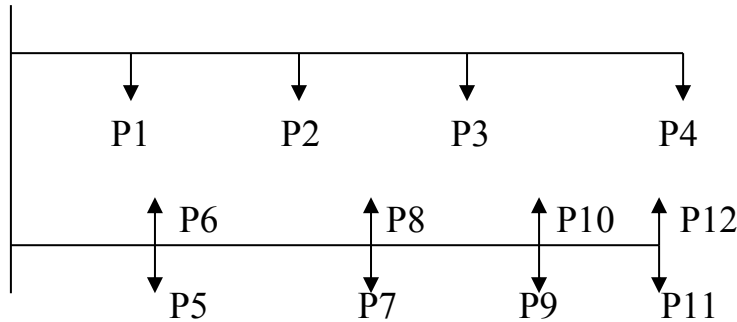


$P_1=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,85$; $P_5=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=26\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=29\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$; $P_{14}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=23\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$

8 вариант

Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.

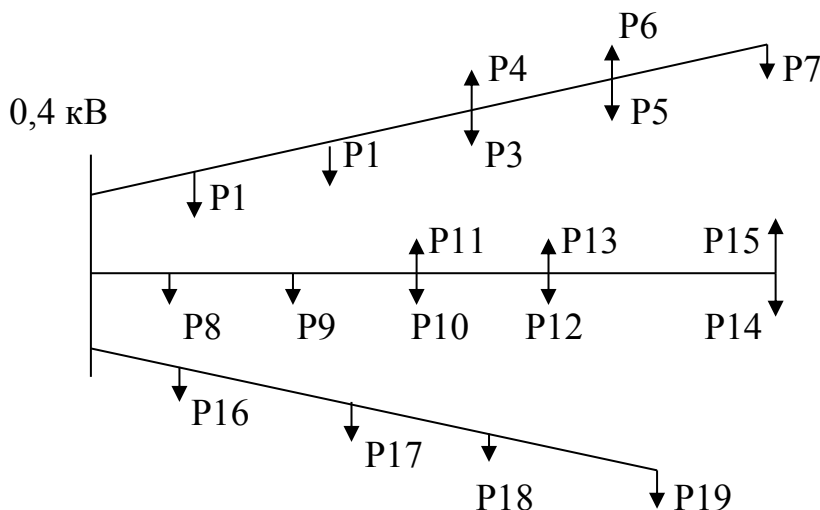
0,4 кВ



$P_1=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$;
 $P_5=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,8$; $P_8=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,85$; $P_{10}=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=20\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,87$

9 вариант

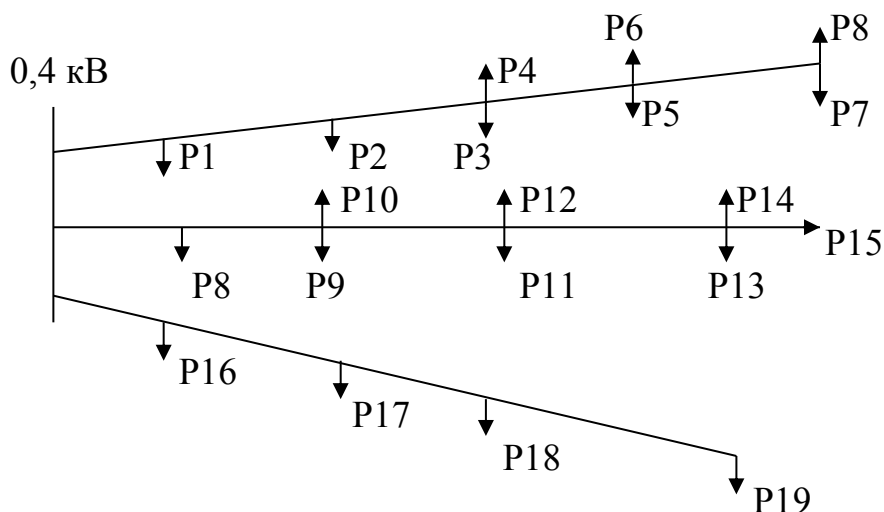
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,94$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$;
 $P_5=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,94$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,85$; $P_{10}=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=20\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,87$; $P_{13}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$; $P_{14}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,85$; $P_{15}=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$;
 $P_{16}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,9$; $P_{17}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,9$; $P_{18}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{18}=0,94$; $P_{19}=5\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{19}=0,94$

10 вариант

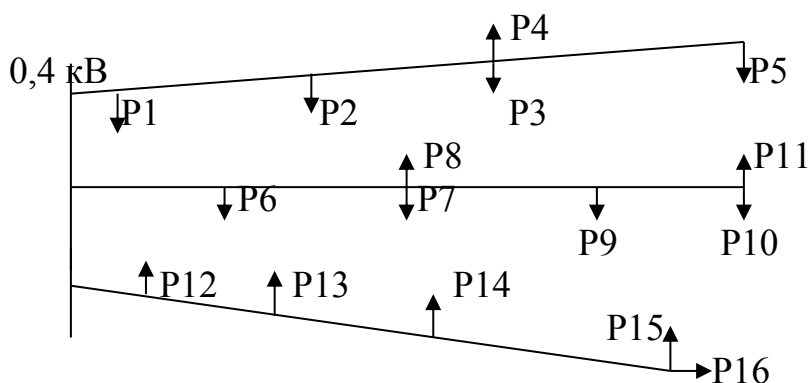
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=31\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,78$; $P_3=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$; $P_5=16\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,87$; $P_{13}=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$; $P_{14}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,9$; $P_{15}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,9$; $P_{16}=40\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,87$; $P_{17}=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,8$; $P_{18}=23\text{кВт}$; $\cos \varphi_{18}=0,85$; $P_{19}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{19}=0,8$

11 вариант

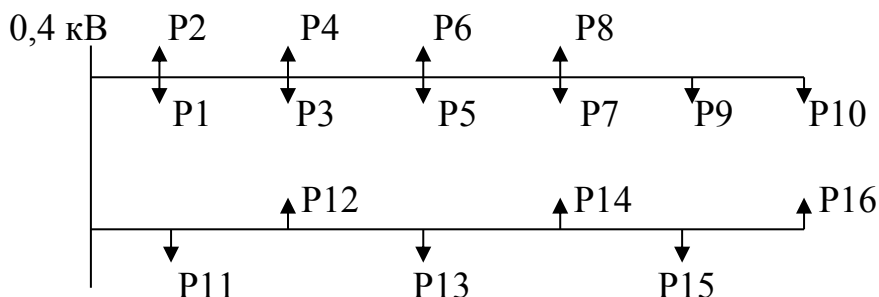
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,85$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$; $P_5=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=29\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,85$; $P_{13}=13\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$; $P_{14}=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$; $P_{16}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,87$

12 вариант

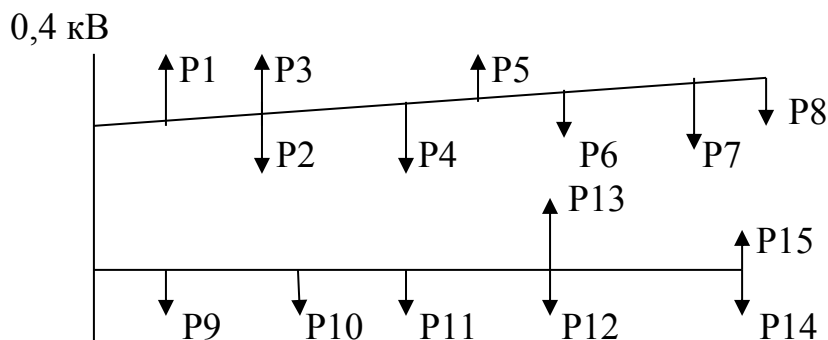
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,85$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$;
 $P_5=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=29\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=19\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,85$; $P_{13}=13\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$; $P_{14}=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$;
 $P_{16}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,87$

13 вариант

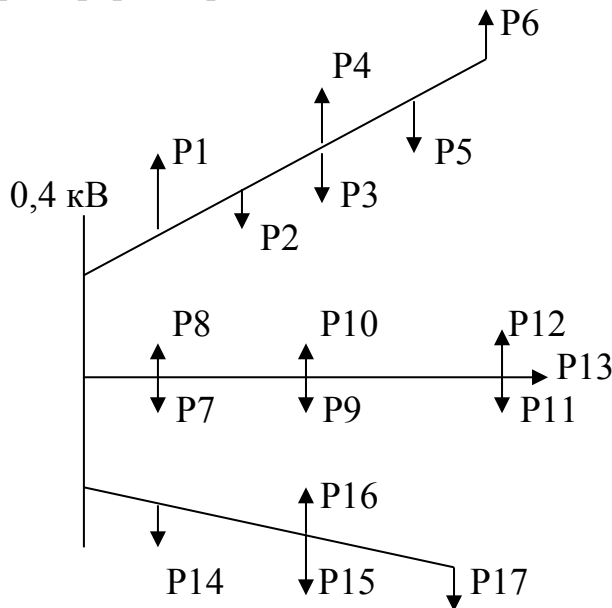
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $P_2=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,85$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$;
 $P_5=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=40\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,78$; $P_{10}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,85$; $P_{12}=17\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,85$; $P_{13}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,85$; $P_{14}=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$

14 вариант

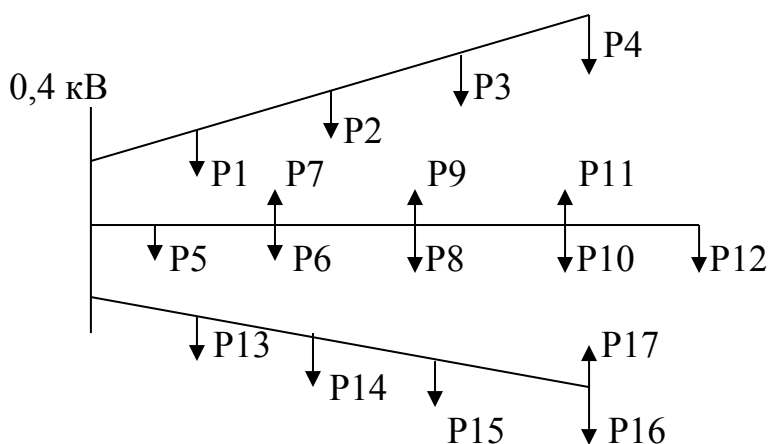
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,94$; $P_3=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,94$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$; $P_5=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,94$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$; $P_9=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,9$; $P_{11}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,9$; $P_{13}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=45\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,78$; $P_{15}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$; $P_{16}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,85$; $P_{17}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,8$

15 вариант

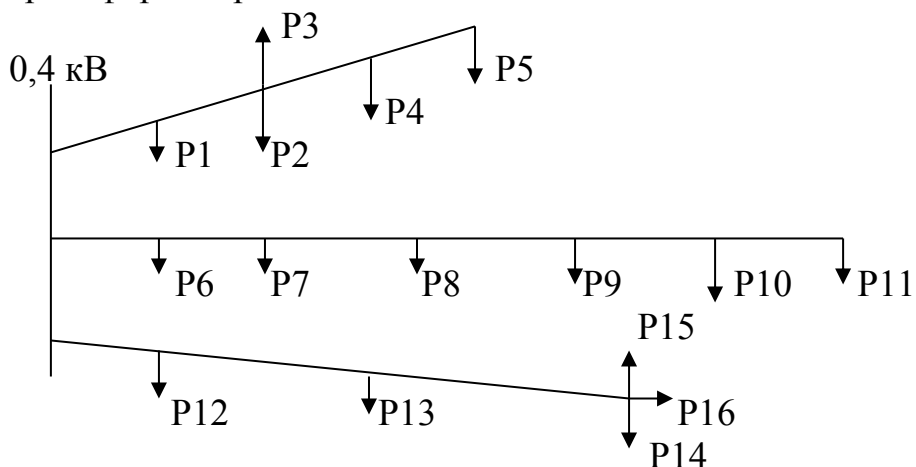
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,94$; $P_3=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,94$; $P_4=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$; $P_5=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,94$; $P_6=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$; $P_9=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,9$; $P_{11}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,9$; $P_{12}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,9$; $P_{13}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,78$; $P_{15}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$; $P_{16}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,85$; $P_{17}=30\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,8$

16 вариант

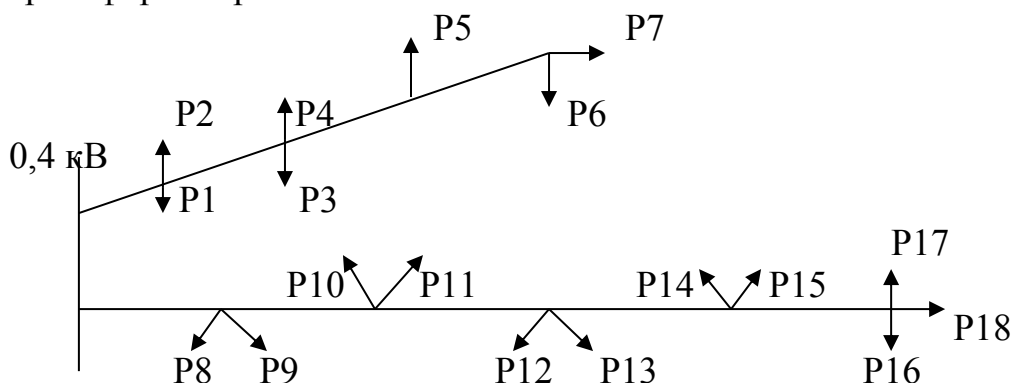
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=16\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,6$; $P_4=9\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$; $P_5=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,85$; $P_{12}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,9$; $P_{13}=33\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,8$; $P_{16}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,85$

17 вариант

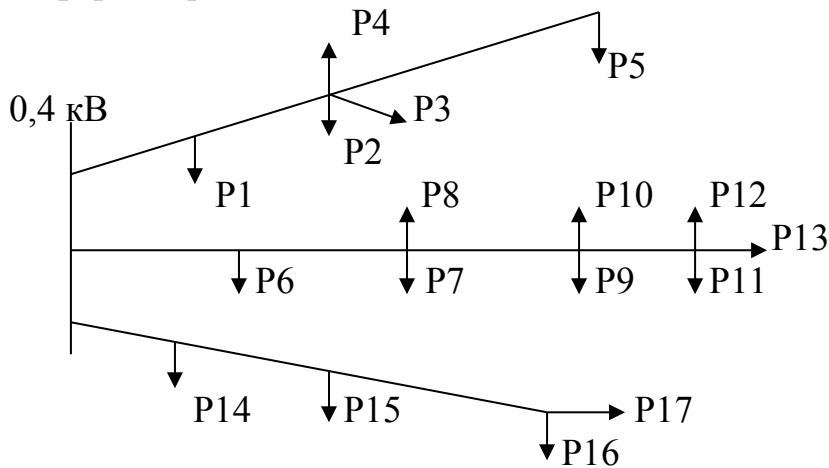
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$; $P_5=16\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$; $P_9=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,94$; $P_{11}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,94$; $P_{12}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,9$; $P_{13}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,9$; $P_{15}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,9$; $P_{16}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,85$; $P_{17}=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,8$; $P_{18}=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{18}=0,85$

18 вариант

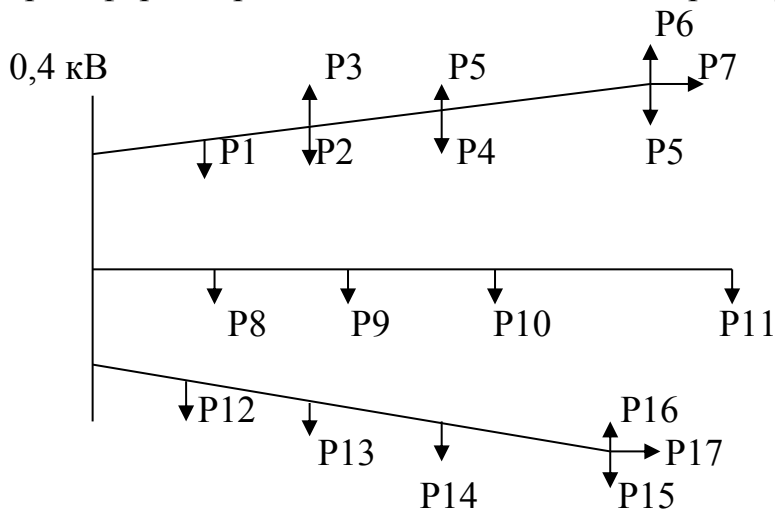
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=31\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=25\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $P_4=9\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$; $P_5=26\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,8$; $P_7=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,9$; $P_9=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,9$; $P_{10}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,94$; $P_{12}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,94$; $P_{13}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,94$; $P_{14}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,9$; $P_{15}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,9$; $P_{16}=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,85$; $P_{17}=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,85$

19 вариант

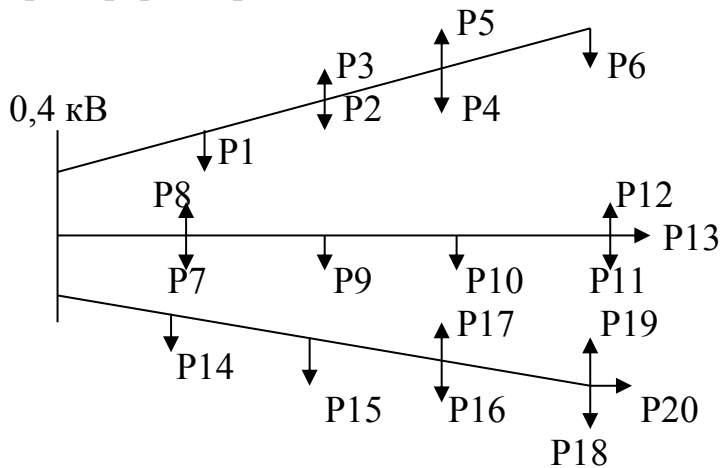
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$; $P_5=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,9$; $P_8=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=16\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,85$; $P_{12}=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,94$; $P_{13}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,9$; $P_{15}=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,9$; $P_{16}=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,8$; $P_{17}=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,8$

20 вариант

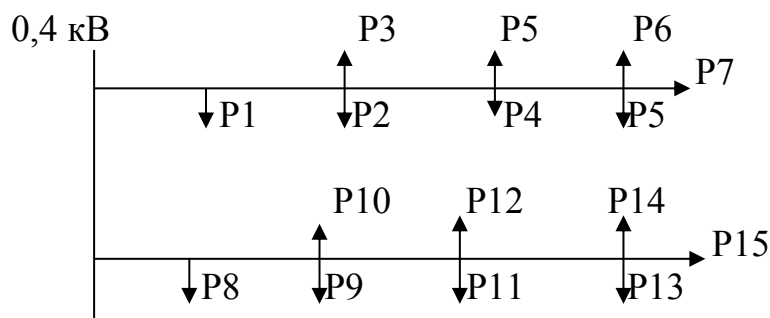
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,9$; $P_2=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,9$;
 $P_5=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,9$; $P_6=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=23\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,8$; $P_8=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,85$; $P_{10}=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=5\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,9$; $P_{13}=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,94$; $P_{14}=23\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,8$; $P_{15}=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$;
 $P_{16}=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,8$; $P_{17}=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,8$; $P_{18}=16\text{кВт}$; $\cos \varphi_{18}=0,85$; $P_{19}=19\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{19}=0,8$; $P_{20}=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{20}=0,85$

21 вариант

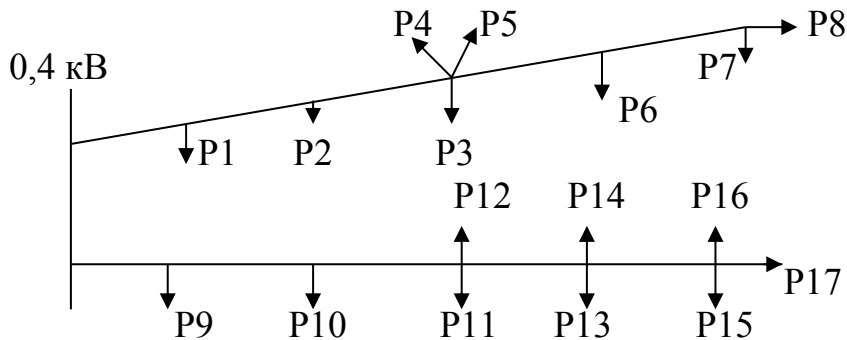
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=45\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,87$; $P_4=23\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$;
 $P_5=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,8$; $P_7=16\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,85$;
 $P_9=31\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=27\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=41\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,85$; $P_{12}=18\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,85$; $P_{13}=33\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$; $P_{14}=13\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,85$; $P_{15}=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$

22 вариант

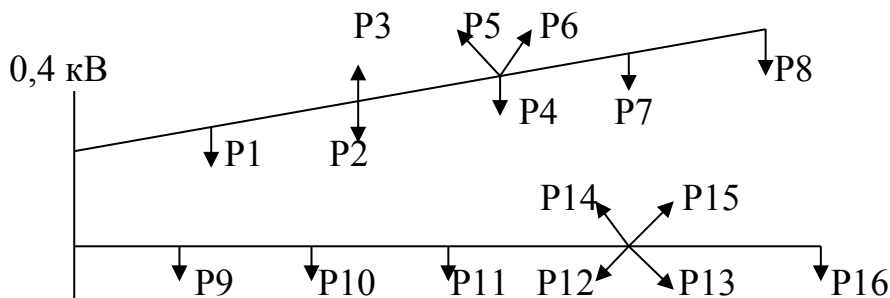
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=33\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,8$; $P_2=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,85$; $P_4=20\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,8$; $P_5=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,85$; $P_7=23\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,8$; $P_8=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$; $P_9=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,85$; $P_{10}=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,9$; $P_{13}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$; $P_{14}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,85$; $P_{15}=8\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,9$; $P_{16}=14\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,8$; $P_{17}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{17}=0,85$

23 вариант

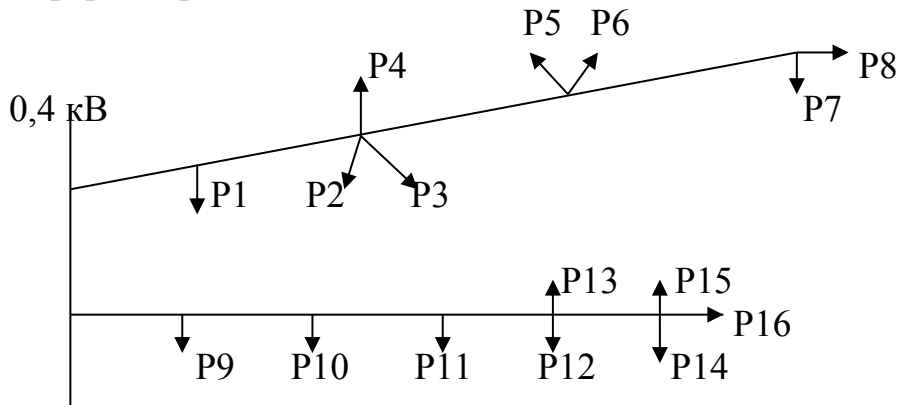
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,85$; $P_2=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,9$; $P_3=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,9$; $P_4=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,94$; $P_5=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,94$; $P_6=5\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,94$; $P_7=24\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,8$; $P_8=18\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,85$; $P_9=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,85$; $P_{10}=33\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,85$; $P_{11}=19\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,85$; $P_{12}=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=15\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,9$; $P_{14}=31\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,85$; $P_{15}=12\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$; $P_{16}=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,8$

24 вариант

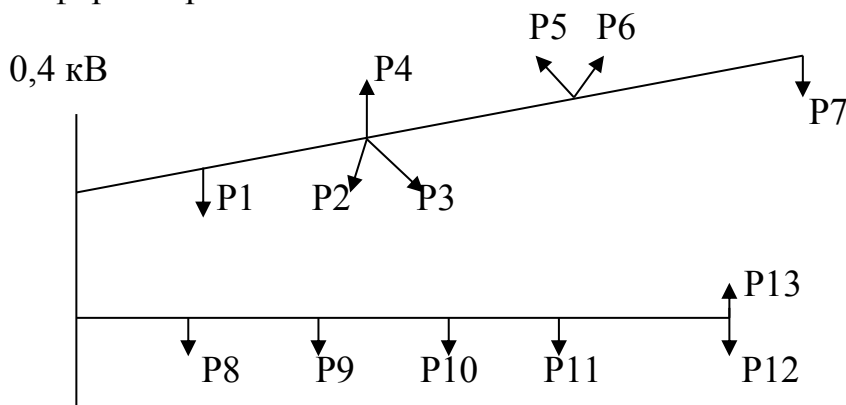
Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=9\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,94$; $P_2=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=32\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,85$;
 $P_5=26\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=29\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=45\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=18\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=32\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$; $P_{14}=21\text{кВт}$; $\cos \varphi_{14}=0,85$; $P_{15}=38\text{кВт}$; $\cos \varphi_{15}=0,85$;
 $P_{16}=10\text{кВт}$; $\cos \varphi_{16}=0,8$

25 вариант

Определить расчетные нагрузки на ВЛ 380 В и выбрать мощность трансформатора, выписать технические характеристики трансформатора.



$P_1=9\text{кВт}$; $\cos \varphi_1=0,94$; $P_2=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_2=0,8$; $P_3=32\text{кВт}$; $\cos \varphi_3=0,8$; $P_4=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_4=0,85$;
 $P_5=26\text{кВт}$; $\cos \varphi_5=0,8$; $P_6=11\text{кВт}$; $\cos \varphi_6=0,9$; $P_7=17\text{кВт}$; $\cos \varphi_7=0,85$; $P_8=29\text{кВт}$; $\cos \varphi_8=0,8$;
 $P_9=28\text{кВт}$; $\cos \varphi_9=0,8$; $P_{10}=45\text{кВт}$; $\cos \varphi_{10}=0,8$; $P_{11}=22\text{кВт}$; $\cos \varphi_{11}=0,8$; $P_{12}=18\text{кВт}$;
 $\cos \varphi_{12}=0,8$; $P_{13}=32\text{кВт}$; $\cos \varphi_{13}=0,8$

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 15

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение устройства, назначения и принципа действия разъединителей, выключателей нагрузки.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Изучить свойства и освоить методику выбора оборудования подстанций; воспитание таких профессиональных качеств, как логическое мышление через умение анализировать расчёты.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

Выключатели нагрузки предназначены для отключения и включения токов нагрузки до 400 А в сетях 6-10 кВ, но не отключают токи короткого замыкания (поэтому последовательно с ними обязательна установка предохранителей).

Выключатели нагрузки выбирают:

1. По напряжению
2. По току
3. По отключающей способности
$$I_{\text{раб. макс}} \leq I_{\text{откл. ном}}$$
4. Проверяются на электродинамическую устойчивость:
 - а) по действующему значению тока
 - б) по амплитудному значению
5. Проверяются на термическую устойчивость

Разъединители выше 1 кВ используют для включения и отключения обесточенных участков электрической цепи под напряжением, создания ее видимого разрыва, а также для работы в сетях с малым током замыкания на землю. Разъединители бывают внутренней и наружной установки.

Выполнение работы:

1. Записать технические данные выключателя, помещенные на табличке.
2. Разобрать полюс выключателя ВМП и ознакомиться с устройством его основных узлов.
3. Найти каналы поперечного дутья и карманы и установить путь газового дутья.
4. Ознакомиться с устройством и работой розеточного контакта выключателя.
5. Проследить путь тока через выключатель от ввода до вывода.
6. Изучить конструкцию выключателей ВМТ-110.
7. По справочным данным на щитке выключателя ознакомиться с характеристиками выключателя нагрузки.
8. Рассмотреть устройство выключателей нагрузки без предохранителей и в комплекте с предохранителями.
9. Ознакомиться с работой привода, проведя ручное включение и отключение выключателя.
10. Разобрать дугогасительную камеру выключателя, ознакомиться с ее устройством.
11. Проследить работу основных и дугогасительных контактов.

Выписать данные задачи. Начертить схематическое обозначение в трехполюсном исполнении.

Рассчитать ток короткого замыкания на шинах 0,4 кВ. Рассчитать ток короткого замыкания на шинах 10 кВ по формуле:

$$I_{к.ВН}^{(3)} = I_{к.НН}^{(3)} * K_3 / K_U$$

где K_3 – коэффициент запаса, $K_3=1,3$;

K_U – коэффициент трансформации по напряжению, $K_U = U_{ВН} / U_{НН}$

Определить расчетный ток на стороне 10 кВ. Определить ударный ток на стороне 10 кВ. Записать условия выбора разъединителя. Выбрать марку разъединителя и оформить его технические характеристики в таблице.

Таблица технических характеристик разъединителя:

Тип разъединителя	$U_{\text{ном.}}, \text{кВ}$	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$I_{\text{д.у.}}, \text{А}$	$I_{\text{т.у.}}, \text{А}$	Тип привода

Оформление отчета

1. Цель работы.
2. Характеристику выключателя.
3. Разрез фазы выключателя серии ВМП-10 с обозначением основных конструктивных элементов.
4. Разрез фазы выключателя ВМТ-110.
5. Эскиз выключателя нагрузки с обозначением основных элементов.
6. Эскиз дугогасительной камеры выключателя.
7. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Принцип работы выключателя.
2. Какие типы масляных выключателей Вам известны?
3. Из каких основных узлов состоит масляный малообъемный выключатель?
4. Как устроена дугогасительная камера выключателя?
5. Каково назначение воздушной подушки в выключателе ВМП?
6. Как устроен розеточный контакт выключателя?
7. Каковы особенности конструкции выключателя ВМТ?
8. Назовите достоинства и недостатки малообъемных масляных выключателей
9. Для чего предназначен выключатель нагрузки?
10. Принцип гашения дуги в выключателях нагрузки.
11. Можно ли выключателем нагрузки отключать участки с коротким замыканием?
12. Нужно ли последователь с выключателем нагрузки устанавливать разъединители для создания видимого разрыва цепи?
13. Сколько пар контактов на фазу имеет выключатель нагрузки?
14. Перечислить марки разъединителей на напряжение.
15. Запишите функциональное назначение разъединителей.
16. Опишите конструкцию разъединителей.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература.

Задача.

Выбрать марку разъединителя и выписать его технические характеристики.

Вариант	U _{ВН} , кВ	U _{НН} , кВ	S _{н.т.} , кВА
1	10	0,4	250
2	10	0,4	160
3	10	0,4	400
4	10	0,4	630
5	10	0,4	100
6	10	0,4	160
7	10	0,4	250
8	10	0,4	400
9	10	0,4	250
10	10	0,4	160
11	10	0,4	400
12	10	0,4	630
13	10	0,4	100
14	10	0,4	160
15	10	0,4	250
16	10	0,4	400
17	10	0,4	160
18	10	0,4	400
19	10	0,4	630
20	10	0,4	250
21	10	0,4	160
22	10	0,4	100
23	10	0,4	400
24	10	0,4	250
25	10	0,4	630

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 16

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение оборудования РУ низкой стороны.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику комплектования распределительных шкафов; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Рассчитывать разомкнутые и замкнутые сети.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 4 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

РУНН распределительное устройство 0.4 кВ классификация:

Признаки классификации	Исполнение
По назначению шкафов РУНН распределительное устройство 0.4 кВ	Шкаф ввода
	Шкаф секционирования
	Шкаф отходящих линий
	Шкаф резервного ввода от ДЭС
	Шкаф кабельный
По способу установки автоматических выключателей	Шкаф шинный
	Со стационарными автоматическими выключателями
	С выдвижными автоматическими выключателями
По способу ввода напряжения	Шинами
	Кабелем
По способу выполнения выводов отходящих линий	Вывод вверх
	Вывод вниз
шинами и кабелем в РУНН распределительное устройство 0.4 кВ	Выводы вверх и вниз
По числу отходящих линий	От 1 до 8
По виду обслуживания шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кВ	Одностороннего
	Двухстороннего
По взаимному расположению щитов из шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кВ	От 1 до 8
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP21
	IP31

Значение параметров РУНН распределительного устройства 0.4 кВ для типов КТП

Наименование параметра	Значение параметров РУНН распределительного устройства 0.4 кв для типов КТП				
	КТП- 400	КТП- 630	КТП- 1000	КТП- 1600	КТП- 2500
Мощность силового трансформатора, кВА	400	630	1000	1600	2500
Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Номинальный ток сборных шин НН, А	630	1000	1500	2300	4100
Ток термической стойкости сборных шин в течении 1с на стороне НН, кА	20	25	25	31,5	40
Ток электродинамической стойкости сборных шин на стороне НН, кА	30	50	50	70	100
Номинальный ток отходящих линий, А	100	160	160	250	400
	160	200	200	320	630
	250	250	250	400	800
		320	320	630	1000
		400	400	800	1600
			630	1000	
			800	1600	
Масса, кг			1000		
	В зависимости от заказа по набору шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кв				

В РУНН распределительном устройстве 0.4 кВ устанавливаются аппараты защиты, измерительные приборы, средства релейной защиты и автоматики, а также вспомогательные устройства со всеми внутренними электрическими соединениями главных и вспомогательных цепей.

В РУНН распределительном устройстве 0.4 кВ напряжение 0,4 кВ через вводные автоматические выключатели подается на сборные шины, от сборных шин через линейные автоматические выключатели к потребителю.

Конструкция РУНН распределительного устройства 0.4 кВ позволяет выполнить любую комбинацию автоматических силовых выключателей выдвижного или стационарного исполнения отечественного (серий ВА, «Электрон» или импортного производства (серий SentronVL, WL фирмы Siemens, серий Compact NS, NT, NSX, Masterpact NT и NW фирмы Schneider Electric и SACE Emax, Tmax фирмы ABB).

Каждый шкаф разделен на отсеки выключателей и релейный отсек, где установлена аппаратура управления автоматики и учета электроэнергии, а также отсек шин, где размещены сборные шины, шинные ответвления для кабельных и шинных присоединений и трансформаторы тока.

Ошиновка ввода и сборные шины РУНН распределительного устройства 0.4 кВ, а также вводной выключатель выполняются на ток, равный номинальному току силового трансформатора с коэффициентом $1,3 \cdot I_n$. Распределительное устройство низкого напряжения однотрансформаторной подстанции состоит из одной секции шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кВ.

Секция – это набор шкафов, состоящих из одного шкафа ввода и одного или нескольких шкафов отходящих линий.

Распределительное устройство низкого напряжения двухтрансформаторной подстанции состоит из двух секций и одного шкафа секционирования. Наличие двух секций позволяет обеспечивать бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией при отключении одного из вводов через шкаф секционирования. В качестве коммутирующего аппарата в шкаф секционирования могут быть установлен выключатель или разъединитель.

При работе двухтрансформаторных подстанций предусмотрена схема АВР. Возможна реализация схемы АВР как на электромеханических реле, так и на микропроцессорной аппаратуре. Если РУНН оборудовано дополнительным вводом от дизельной электростанции (ДЭС), при исчезновении напряжения на главных вводах включается данный ввод. Отключение ввода от ДЭС происходит при появлении напряжения на одном из основных вводов.

Распределительные устройства до 1000 В выполняются в помещениях в специальных шкафах (щитах). В зависимости от назначения распределительные устройства 220/380 В (класс напряжения 0,4кВ) могут быть выполнены для питания потребителей либо исключительно для собственных нужд электроустановки.

Конструктивно **распределительные устройства 0,4 кВ** имеют защитные аппараты (автоматические выключатели, плавкие предохранители), рубильники, выключатели-разъединители и соединяющие их сборные шины, а также клеммные колодки для подключения кабельных линий потребителей.

Помимо силовых цепей в низковольтных щитах может быть установлен ряд дополнительных устройств и вспомогательных цепей, а именно:

- приборы учета электроэнергии и трансформаторы тока;
- цепи индикации и сигнализации положения коммутационных аппаратов;
- измерительные приборы для контроля напряжения и тока в различных точках распределительного устройства;

- устройства сигнализации и защиты от замыканий на землю (для сетей конфигурации IT);
- устройства автоматического ввода резерва;
- цепи дистанционного управления коммутационными аппаратами с моторными приводами.

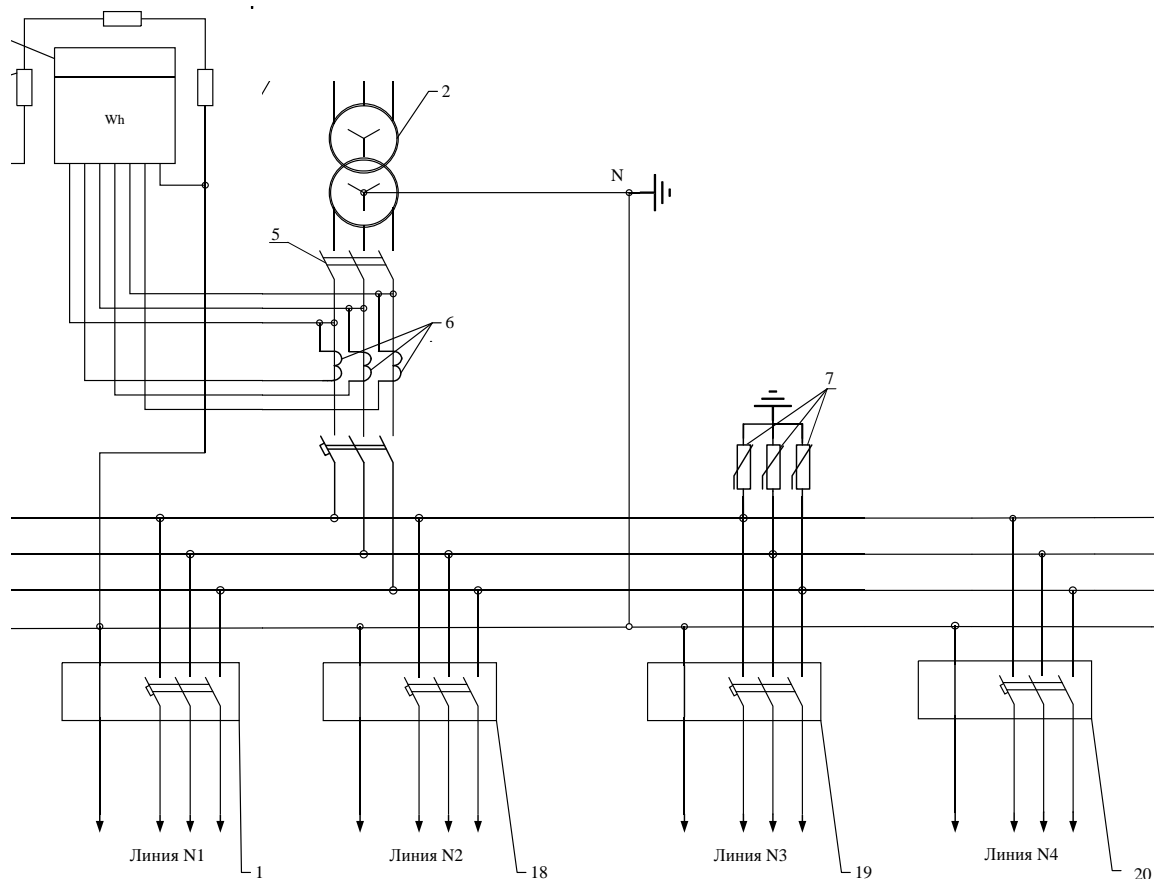
К низковольтным распределительным устройствам можно также отнести щиты постоянного тока, осуществляющие распределение постоянного тока от преобразователей, аккумуляторных батарей для питания оперативных цепей электрического оборудования и устройств релейной защиты и автоматики.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Прописать условия выбора и марку оборудования распределительных устройств 0,4 кВ и 10 кВ:

- выбор защиты силового трансформатора от токов короткого замыкания,
- выбор защиты сетей и оборудования от перенапряжений,
- выбор разъединительного устройства со стороны 0,4 кВ для отключения секций и силового трансформатора,
- выбор измерительных трансформаторов и прибора учета электроэнергии,
- выбор оборудования для защиты отходящих линий от токов короткого замыкания и перегрузок.

2. Ознакомиться с схемой КТП (сторона НН 0,4 кВ), начертить схему РУ-0,4 кВ.



3. Определить марки и технические характеристики аппаратуры, установленной в ячейках КРУ.
4. Проверить выбор технических данных расчетами.
5. Подготовить отчет по практической работе.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать тему, название работы, цель.
2. Записать условия выбора оборудования.
3. Начертить схему комплектования распределительных устройств 0,4 кВ и 10 кВ.
4. Ответить на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что надо заземлять в электроустановках?
2. Оборудование распределительных устройств до 1000 В.
3. Выбор шкафов и распределительных шинопроводов.
4. Автоматическое повторное включение линий в сельских распредел. сетях
5. Выявление дефектов контактных соединений распределительных устройств и воздушных линий
6. Защитные меры в электроустановках
7. Номинальные напряжения электрических сетей и области их применения

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 17

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение оборудования РУ высокой стороны.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику комплектования распределительных шкафов; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: Рассчитывать разомкнутые и замкнутые сети.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

Здание РУ - 10 кВ выполнено одноэтажным, с однорядным расположением ячеек КРУ, с двумя секциями, с одним коридором. Кабельные линии непосредственно из ячеек КРУ выводят наружу.

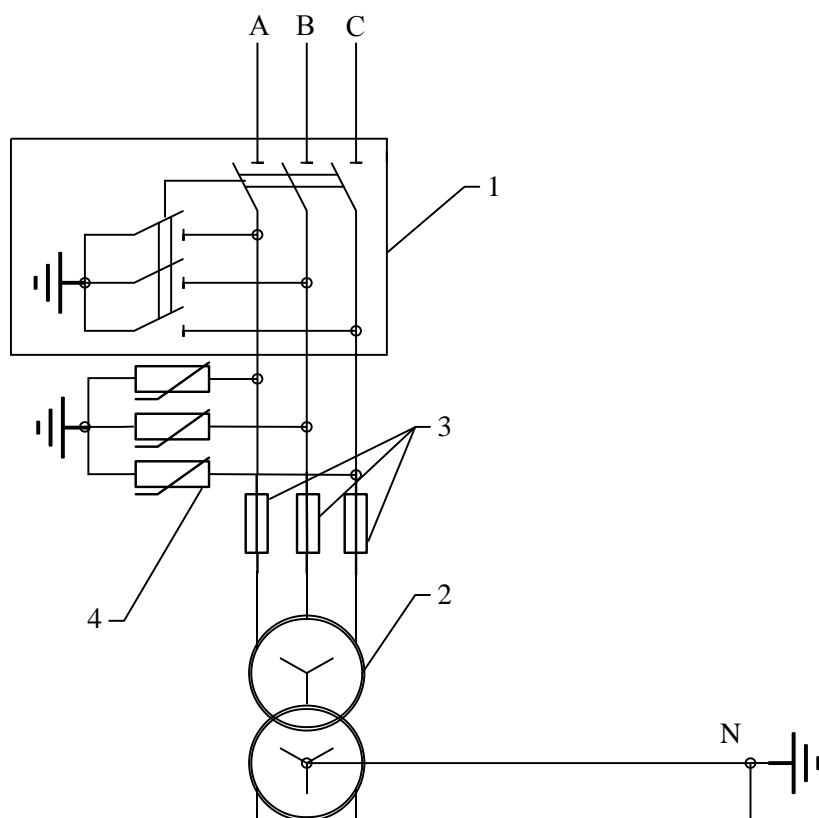
Шкаф КРУ состоит из жёсткого металлического корпуса, внутри которого размещена вся аппаратура. Для безопасного обслуживания и локализации аварий корпус разделён на отсеки металлическими перегородками и автоматически закрывающимися металлическими шторками. Выключатель с приводом ВВЭ-10-31,5/2500 ТЗ установлен на выкатной тележке. В верхней и нижней частях тележки расположены подвижные разъединяющие контакты, которые при вкатывании тележки в шкаф замыкаются с шинными и линейными неподвижными контактами. При выкатывании тележки с предварительно отключённым выключателем разъёмные контакты отключаются, и выключатель при этом будет отсоединён от сборных шин и кабельных вводов.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Прописать условия выбора и марку оборудования распределительных устройств 10 кВ:

- выбор защиты силового трансформатора от токов короткого замыкания,
- выбор защиты сетей и оборудования от перенапряжений,
- выбор разъединительного устройства со стороны 10 кВ для отключения ЛЭП и силового трансформатора.

2. Ознакомиться с схемой КТП (сторона ВН 10 кВ), начертить схему РУ-10 кВ.



3. Определить марки и технические характеристики аппаратуры, установленной в ячейках КРУ.

4. Проверить выбор технических данных расчетами.

5. Подготовить отчет по практической работе.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать тему, название работы, цель.
2. Записать условия выбора оборудования.
3. Начертить схему комплектования распределительных устройств 0,4 кВ и 10 кВ.

4. Ответить на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что надо заземлять в электроустановках
2. Оборудование распределительных устройств выше 1000 В
3. Выбор шкафов и распределительных шинопроводов
4. Выявление дефектов контактных соединений распределительных устройств и воздушных линий
5. Защитные меры в электроустановках
6. Номинальные напряжения электрических сетей и области их применения

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 18

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Комплектация силового и осветительного щита.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику комплектования распределительных шкафов; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

РУНН распределительное устройство 0.4 кВ классификация:

Признаки классификации	Исполнение
По назначению шкафов РУНН распределительное устройство 0.4 кВ	Шкаф ввода
	Шкаф секционирования
	Шкаф отходящих линий
	Шкаф резервного ввода от ДЭС
	Шкаф кабельный
По способу установки автоматических выключателей	Шкаф шинный
	Со стационарными автоматическими выключателями
	С выдвижными автоматическими выключателями
По способу ввода напряжения	Шинами
	Кабелем
По способу выполнения выводов отходящих линий	Вывод вверх
	Вывод вниз
	Выводы вверх и вниз
По способу выполнения выводов отходящих линий	От 1 до 8
	Одностороннего
По виду обслуживания шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кВ	Двухстороннего
	От 1 до 8
По взаимному расположению щитов из шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кВ	

Значение параметров РУНН распределительного устройства 0.4 кВ для типов КТП

Наименование параметра	Значение параметров РУНН распределительного устройства 0.4 кВ для типов КТП				
	КТП-400	КТП-630	КТП-1000	КТП-1600	КТП-2500
Мощность силового трансформатора, кВА	400	630	1000	1600	2500
Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Номинальный ток сборных шин НН, А	630	1000	1500	2300	4100
Ток термической стойкости сборных шин в течении 1с на стороне НН, кА	20	25	25	31,5	40
Ток электродинамической стойкости сборных шин на стороне НН, кА	30	50	50	70	100
Номинальный ток отходящих линий, А	100	160	160	250	400
	160	200	200	320	630
	250	250	250	400	800
		320	320	630	1000
		400	400	800	1600
			630	1000	
			800	1600	
Масса, кг			1000		
	В зависимости от заказа по набору шкафов РУНН				
	распределительного устройства 0.4 кв				

В РУНН распределительном устройстве 0.4 кВ устанавливаются аппараты защиты, измерительные приборы, средства релейной защиты и автоматики, а также вспомогательные устройства со всеми внутренними электрическими соединениями главных и вспомогательных цепей.

В РУНН распределительном устройстве 0.4 кВ напряжение 0,4 кВ через вводные автоматические выключатели подается на сборные шины, от сборных шин через линейные автоматические выключатели к потребителю.

Конструкция РУНН распределительного устройства 0.4 кВ позволяет выполнить любую комбинацию автоматических силовых выключателей

выдвижного или стационарного исполнения отечественного (серий ВА, «Электрон» или импортного производства (серий SentronVL, WL фирмы Siemens, серий Compact NS, NT, NSX, Masterpact NT и NW фирмы Schneider Electric и SACE Emax, Tmax фирмы ABB).

Каждый шкаф разделен на отсеки выключателей и релейный отсек, где установлена аппаратура управления автоматики и учета электроэнергии, а также отсек шин, где размещены сборные шины, шинные ответвления для кабельных и шинных присоединений и трансформаторы тока.

Ошиновка ввода и сборные шины РУНН распределительного устройства 0.4 кВ, а также вводной выключатель выполняются на ток, равный номинальному току силового трансформатора с коэффициентом $1,3 \cdot I_n$. Распределительное устройство низкого напряжения однотрансформаторной подстанции состоит из одной секции шкафов РУНН распределительного устройства 0.4 кВ.

Секция – это набор шкафов, состоящих из одного шкафа ввода и одного или нескольких шкафов отходящих линий.

Распределительное устройство низкого напряжения двухтрансформаторной подстанции состоит из двух секций и одного шкафа секционирования. Наличие двух секций позволяет обеспечивать бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией при отключении одного из вводов через шкаф секционирования. В качестве коммутирующего аппарата в шкаф секционирования могут быть установлен выключатель или разъединитель.

При работе двухтрансформаторных подстанций предусмотрена схема АВР. Возможна реализация схемы АВР как на электромеханических реле, так и на микропроцессорной аппаратуре. Если РУНН оборудовано дополнительным вводом от дизельной электростанции (ДЭС), при исчезновении напряжения на главных вводах включается данный ввод. Отключение ввода от ДЭС происходит при появлении напряжения на одном из основных вводов.

Распределительные устройства до 1000 В выполняются в помещениях в специальных шкафах (щитах). В зависимости от назначения распределительные устройства 220/380 В (класс напряжения 0,4 кВ) могут быть выполнены для питания потребителей либо исключительно для собственных нужд электроустановки.

Конструктивно распределительные устройства 0,4 кВ имеют защитные аппараты (автоматические выключатели, плавкие предохранители), рубильники, выключатели-разъединители и соединяющие их сборные шины, а также клеммные колодки для подключения кабельных линий потребителей.

Помимо силовых цепей в низковольтных щитах может быть установлен ряд дополнительных устройств и вспомогательных цепей, а именно:

- приборы учета электроэнергии и трансформаторы тока;

- цепи индикации и сигнализации положения коммутационных аппаратов;
- измерительные приборы для контроля напряжения и тока в различных точках распределительного устройства;
- устройства сигнализации и защиты от замыканий на землю (для сетей конфигурации IT);
- устройства автоматического ввода резерва;
- цепи дистанционного управления коммутационными аппаратами с моторными приводами.

К низковольтным распределительным устройствам можно также отнести щиты постоянного тока, осуществляющие распределение постоянного тока от преобразователей, аккумуляторных батарей для питания оперативных цепей электрического оборудования и устройств релейной защиты и автоматики.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Прописать условия выбора и марку оборудования распределительных устройств 0,4 кВ и 10 кВ:

- выбор защиты силового трансформатора от токов короткого замыкания,
- выбор защиты сетей и оборудования от перенапряжений,
- выбор разъединительного устройства со стороны 0,4 кВ и 10 кВ для отключения секций и силового трансформатора,
- выбор измерительных трансформаторов и прибора учета электроэнергии,
- выбор оборудования для защиты отходящих линий от токов короткого замыкания и перегрузок.

2. Ознакомиться с конструкцией КРУ.

3. Определить марки и технические характеристики аппаратуры, установленной в ячейках КРУ.

4. Проверить выбор технических данных расчетами.

5. Подготовить отчет по практической работе.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать тему, название работы, цель.
2. Записать условия выбора оборудования.

3. Начертить схему комплектования распределительных устройств 0,4 кВ и 10 кВ.
4. Ответить на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как могут подключаться подстанции к сети с двумя центрами питания?
2. Чем отличается распределительный пункт от подстанции?
3. Какие требования предъявляются к схемам распределительных устройств?
4. Какие известны блочные схемы подстанций?
5. В чем сущность схем по типу мостика и по типу четырехугольника?
6. Чем отличается секция шин от системы шин?
7. Каково назначение секционного, шиносоединительного и обходного выключателей?
8. Как подключается линия в схеме с двумя секциями шин и обходной системой шин?
9. Как подключается линия в схеме с двумя системами шин и обходной системой шин?
10. Какие известны схемы распределительных устройств низшего напряжения одно- и двухтрансформаторных подстанций?

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 19

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Расчет и выбор защиты силового трансформатора.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику выбора защиты трансформаторов; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 4 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

В трансформаторах и в соединениях их с другими элементами систем электроснабжения могут возникать следующие аварийные режимы: междуфазные короткие замыкания в обмотках и на выводах, однофазные короткие замыкания на землю при работе в сетях с заземленной нейтралью и между витками обмотки. К ненормальным режимам относят: перегрузку и внешние короткие замыкания. Большинство трансформаторов на напряжение 6...10кВ мощностью до 630кВА защищают плавкими предохранителями. Для трансформаторов 6...10/0,4кВ используют предохранители ПКТ-10, для трансформаторов 35/10кВ – ПВТ-35.

При защите трансформаторов плавкими предохранителями они должны удовлетворять следующим условиям:

- номинальное напряжение предохранителей и их плавких вставок должно быть равно номинальному напряжению сети: $U_{н.пр.} = U_{н.с.}$

- номинальный ток отключения предохранителя должен равняться или быть больше максимального тока короткого замыкания в месте установки предохранителя:

$$I_{н.о.} \geq I_{к.мах.}^{(3)}$$

- номинальный ток плавкой вставки для предохранителей, защищающих трансформаторы напряжением 6 и 10 кВ со стороны высшего напряжения

$$I_{в.н.} \approx (2...3) I_{н.тр.}$$

- $I_{в.н.}$ принимается по стандартному табличному значению (Л.1.с.209).

- минимально допустимое время действия предохранителя $t_{в.}$ должно быть меньше допустимого времени протекания тока короткого замыкания по трансформатору $t_{доп.}$: $t_{в.} < t_{доп.}$.

Время перегорания плавкой вставки можно определить по ампер-секундной характеристике предохранителей (Л.1.с.210). Для этого необходимо определить возможный ток короткого замыкания:

$$I_{к.расч.} = K_n * I_{к.н.} / K_T.$$

где $K_n = 1,3$ – коэффициент надежности, учитывающий разброс ампер-секундных характеристик предохранителей и необходимый запас;

$K_U = U_1 / U_2$ – коэффициент трансформации по напряжению;

$I_{к.н.}$ – ток трехфазного короткого замыкания на стороне низшего напряжения трансформатора.

ЗАДАНИЕ № 1.

Записать в рабочую тетрадь тему, название работы, цель занятия.

ЗАДАНИЕ № 2.

1. Выписать данные задачи № 1. Начертить часть схемы в трехполюсном исполнении, включая в схему элементы задания. Начертить в схеме аппараты защиты силового трансформатора.

2. Рассчитать мощность на шинах 0,4 кВ. Записать условие выбора мощности силового трансформатора $S_{н.т.}$. Выбрать марку силового трансформатора, выписать его характеристики, используя таблицу технических характеристик.

Таблица технических характеристик силовых трансформаторов:

Тип	S_n , кВА	Схема соединения	Потери мощности		U_k , %	I_x , %	Z_T , Ом	Z_{T0} , Ом
			ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт				
ТМ	25	Y / Y ₀	0,13	0,6	4,5	3,2	0,29	3,11
ТМ	40	Y / Y ₀	0,175	0,88	4,5	3	0,18	1,949
ТМ	63	Y / Y ₀	0,24	1,28	4,5	2,8	0,115	1,237
ТМ	100	Y / Y ₀	0,33	1,97	4,5	2,6	0,072	0,779
ТМ	160	Y / Y ₀	0,51	2,65	4,5	2,4	0,045	0,487
ТМ	250	Y / Y ₀	0,74	3,7	4,5	-	0,029	0,312
ТМ	400	Y / Y ₀	0,95	5,5	4,5	2,1	0,018	0,195
ТМ	630	Y / Y ₀	1,3	7,6	5,5	-	0,014	0,129

3. Определить расчетный ток на шинах 0,4 кВ по формуле:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

4. Определить расчетный ток на стороне ВН по формуле:

$$I_{p.BH} = S_{н.т.} / \sqrt{3} * U_{ВН}$$

5. Рассчитать ток короткого замыкания на шинах 0,4 кВ.

6. Рассчитать ток короткого замыкания на шинах 10 кВ по формуле:

$$I_{к.ВН}^{(3)} = I_{к.НН}^{(3)} * K_3 / K_U$$

где K_3 – коэффициент запаса, $K_3=1,3$;

K_U – коэффициент трансформации по напряжению, $K_U = U_{ВН} / U_{НН}$

7. Определить ток вставки плавкой вставки $I_{в.н.}$ с учетом коэффициента намагничивания по формуле:

$$I_{в.н.} = (2...3) I_{н.тр.}$$

Выбрать величину номинального значения тока вставки по таблице.

Шкала номинальных токов плавких вставок высоковольтных предохранителей:

$I_{в.н.}, A$														
2	3	5	7,5	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	300

8. Выбрать марку предохранителя с учетом тока вставки.

9. По графику определить время перегорания плавкой вставки t_b .

10. Определить действительное время термической устойчивости силового трансформатора к току короткого замыкания t_d по формуле:

$$t_d = 900 / k^2$$

где $k = I_{к.ВН}^{(3)} / I_{p.ВН}$ – кратность возрастания тока при коротком замыкании.

11. Сделать вывод по полученным данным.

ЗАДАНИЕ № 3.

1. Выписать данные задачи № 2. Начертить часть схемы в трехполюсном исполнении, включая в схему элементы задания. Начертить в схеме аппараты защиты силового трансформатора.

2. Определить расчетный ток на стороне ВН по формуле:

$$I_{p.ВН} = S_{н.т.} / \sqrt{3} * U_{ВН}$$

3. Рассчитать ток короткого замыкания на шинах 35 кВ по формуле:

$$I_{к.ВН}^{(3)} = I_{к.НН}^{(3)} * K_3 / K_U$$

4. Определить ток вставки плавкой вставки $I_{в.н.}$ с учетом коэффициента намагничивания по формуле:

$$I_{в.н.} = (2 \dots 3) I_{н.тр.}$$

Выбрать величину номинального значения тока вставки по таблице. Выбрать марку предохранителя с учетом тока вставки.

5. По графику определить время срабатывания защиты $t_{в.}$

6. Рассчитать степень селективности срабатывания защиты по формуле:

$$\Delta t = t_{в.} - t_{с.з.}$$

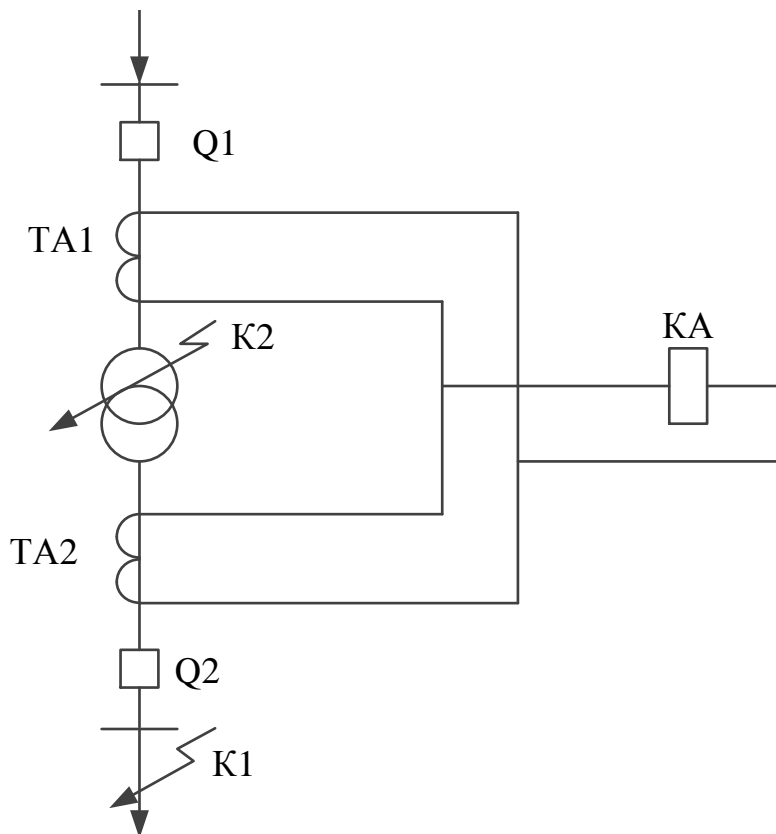
где $t_{с.з.}$ – время срабатывания защиты со стороны $U_{НН}$.

Если $\Delta t \geq 0,6$ сек., то селективность защиты обеспечена. Если $\Delta t < 0,6$ сек., то необходимо выбрать плавкую вставку на больший номинальный ток.

ЗАДАНИЕ № 4.

Начертить представленную схему продольной дифференциальной защиты трансформатора. Перечислить элементы схемы.

Записать, для какой защиты трансформатора применяется такая схема. Описать принцип действия схемы при различных аварийных ситуациях (точка короткого замыкания в К1 и в К2). Показать токи, протекающие в нормальном режиме и в режиме небаланса.



ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать в тетрадь тему, название работы, цель.
2. Записать в тетрадь условия задач.
3. Выполнить поочередно все задания.
4. Ответить на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Перечислить марки предохранителей выше 1 кВ.
2. Запишите функциональное назначение перечисленных предохранителей.
3. Опишите конструкцию предохранителей ПКТ-10.
4. Покажите маркировку предохранителей на примере.
5. Назначение газовой защиты силового трансформатора.
6. Опишите устройство газового реле ВГ-80.
7. По какому принципу выбираются измерительные трансформаторы для схемы задания № 4.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература

Варианты заданий

Задача № 1.

Схема содержит силовой трехфазный трансформатор, три отходящие воздушные линии 0,38 кВ. Начертить аппараты защиты силового трансформатора.

Вариант	U _{ВН} , кВ	U _{НН} , кВ	S ₁ , кВА	S ₂ , кВА	S ₃ , кВА
1	10	0,4	73	55	74
2	10	0,4	75	57	63
3	10	0,4	74	53	77
4	10	0,4	73	46	95
5	10	0,4	63	48	79
6	10	0,4	47	58	84
7	10	0,4	49	55	65
8	10	0,4	43	63	79
9	10	0,4	75	46	55
10	10	0,4	58	49	46
11	10	0,4	37	47	75
12	10	0,4	58	44	47
13	10	0,4	47	42	57
14	10	0,4	74	38	68
15	10	0,4	48	39	58
16	10	0,4	60	36	75
17	10	0,4	59	39	66
18	10	0,4	57	59	89
19	10	0,4	53	52	85
20	10	0,4	63	66	64
21	10	0,4	64	72	70
22	10	0,4	68	47	85
23	10	0,4	60	46	83
24	10	0,4	77	64	57
25	10	0,4	73	55	74

Задача № 2.

Схема содержит силовой трехфазный трансформатор, отходящую воздушную линию 10 кВ. В качестве защиты силового трансформатора выбрать плавкие предохранители.

Вариант	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	$S_{н.т.}$, кВА	$t_{с.з.}$ со стороны $U_{НН}$, сек
1	10	35	1000	0,2
2	10	35	1600	0,5
3	10	35	2500	0,7
4	10	35	4000	1,1
5	10	35	6300	1,3
6	10	35	1000	0,25
7	10	35	1600	0,55
8	10	35	2500	0,8
9	10	35	4000	1,0
10	10	35	6300	1,25
11	10	35	1000	0,15
12	10	35	1600	0,4
13	10	35	2500	0,85
14	10	35	4000	1,15
15	10	35	6300	1,35
16	10	35	1000	0,3
17	10	35	1600	0,6
18	10	35	2500	0,9
19	10	35	4000	1,2
20	10	35	6300	1,1
21	10	35	1000	0,2
22	10	35	1600	0,45
23	10	35	2500	0,75
24	10	35	4000	0,95
25	10	35	6300	1,25

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 20

ТЕМА: Оборудование трансформаторных подстанций.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Комплектация трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику комплектования трансформаторных подстанций; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

Потребительские ТП 10/0,4 кВ по конструкции могут быть комплектные наружной установки и закрытого типа (кирпичные, блочные, панельные).

В системах электроснабжения сельского хозяйства применяются следующие типы комплектных ТП 10/0,4 кВ:

- 1 – мачтовые трансформаторные подстанции (МТП) одностолбовые мощностью 4 и 10 кВА (однофазные), 25-160 кВА (трехфазные);
- 2 – МТП двухстолбовые мощностью 25-250 кВА;
- 3 – КТП шкафного типа мощностью 25-250 кВА;
- 4 – КТП киоскового типа с трансформаторами мощностью 100-630 кВА;
- 5 – закрытые трансформаторные подстанции (ЗТП) с трансформаторами мощностью 160-630 кВА.

Первые четыре типа ТП выполняются тупиковыми однострановыми практически с единой схемой электрических соединений. Силовой трансформатор типа ТМ присоединяется к ВЛ 10 кВ через разъединитель типа РЛНД-1-10 и предохранитель типа ПКТ, а к шинам 0,4 кВ через рубильник. На отходящих линиях устанавливаются автоматические

воздушные выключатели и защитные приставки, обеспечивающие максимальную токовую защиту и защиту от однофазных КЗ, или плавкие предохранители.

Для защиты электрооборудования от атмосферных перенапряжений устанавливаются вентильные разрядники типа РВО-10 напряжением 10 кВ и РВН-0,5 напряжением 0,4 кВ или нелинейные ограничители перенапряжений – в новых разработках.

В цепи уличного освещения для автоматического управления устанавливается фотореле.

Учет расхода электроэнергии на вводе 0,4 кВ осуществляется трехфазным счетчиком типа СА4У-Н672М, включенным через трансформаторы тока типа Т-0,66.

Мачтовые (столбовые) ТП 10/0,4 кВ предназначены для электроснабжения потребителей сельского хозяйства небольшой мощности. Их достоинства следующие: простота конструкции, удобство эксплуатации, надежная работа оборудования, более низкая стоимость по сравнению с другими конструкциями ТП 10/0,4 кВ. Конструктивно МТП выполнены на концевой П-образной опоре или на железобетонной стойке ВЛ 10 кВ. Оборудование КТП шкафного типа устанавливается единым блоком на стойках на высоте 1,8 м от земли.

Для повышения удобства и безопасности обслуживания, снижения эксплуатационных издержек разработаны киосковые однотрансформаторные тупиковые КТП 10/0,4 кВ мощностью 100-250 кВА. Оборудование размещается в металлическом корпусе, состоящем из отсеков низкого (0,4 кВ), высокого (10 кВ) напряжения, находящихся по разные стороны КТП. КТП устанавливается на четырех железобетонных стойках на высоте 0,7 м от земли. ЗТП 10/0,4 кВ применяют для электроснабжения наиболее ответственных и крупных потребителей сельского хозяйства. Чаще всего на них устанавливается два трансформатора, и они имеют развитые РУ 10 и 0,4 кВ.

КТП 10/0,4 кВ представляют собой однотрансформаторные подстанции наружной установки предназначены для применения в районах с умеренным климатом (от -45°C до $+40^{\circ}\text{C}$). Комплектные трансформаторные подстанции выпускаются:

- по способу подключения к ЛЭП: тупиковыми (КТПТ) или проходными (КТПП);
- по виду ввода: с воздушным вводом или с кабельным вводом.

Общий вид КТП и КТПР мощностью 25-250 кВА приведен на рисунке. КТП подключается к сети через разъединитель, который поставляется комплектно. На отходящих фидерах установлены стационарные автоматы (в КТП) и рубильники с дугогасящими камерами (в КТПР).

Подстанция получает питание по линии напряжением 10 кВ. Напряжение к силовому трансформатору Т подводится через разъединитель QS1 и

предохранители FU1 - FU3 защищающие силовой трансформатор от многофазных КЗ, от выводов его вторичной обмотки через рубильник QS2 и трансформаторы тока ТА1 - ТА3 – к шинам напряжением 0,4 кВ, далее через автоматические выключатели QF1 - QF4 к линиям №1 - №4. На линиях №1 - №3 напряжением 0,38 кВ установлены максимальные реле тока КА1 - КА3 для защиты отходящих линий от однофазных коротких замыканий. К приборам уличного освещения питание поступает через предохранители FU4 - FU6 и магнитный пускатель КМ1. Автоматическое включение и отключение линии уличного освещения осуществляется посредством фотореле KV1 с фоторезистором BL1, ручное – переключателем SA1.

Защита от многофазных КЗ и перегрузки отходящих линий осуществляется автоматическими выключателями QF1 - QF4.

Учет расхода активной электроэнергии выполняется счетчиком РИ1, токовые обмотки которого питаются от трансформаторов тока ТА1 - ТА3, для поддержания нормальной температуры воздуха вблизи счетчика в зимних условиях служат резисторы R1 - R3, включаемые переключателем.

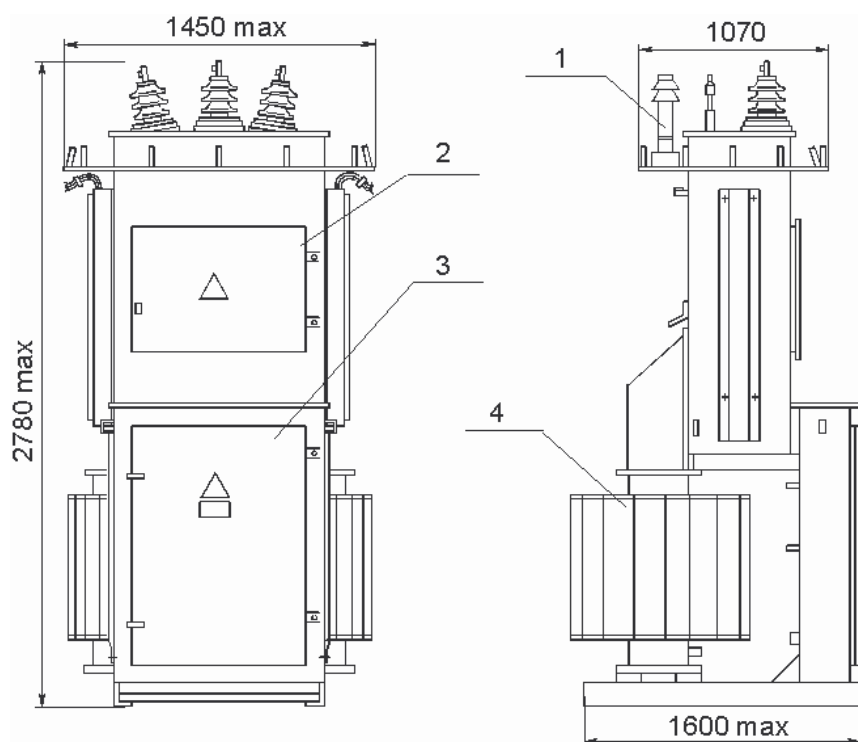


Рис. Общий вид КТП и КТПР мощностью 25-250 кВА. 1 – вентильный разрядник РВО; 2 – шкаф РУВН; 3 – шкаф РУНН; 4 трансформатор.

Контроль наличия напряжения и освещение шкафа РУНН осуществляется лампой, включаемой автоматическим выключателем SF2. Шкаф РУНН освещают лампой EL1, которую включают автоматическим выключателем SF1.

Для защиты от перенапряжения на линиях напряжением 10 кВ устанавливают разрядники FV1-FV3, а на линиях напряжением 0,38 кВ – разрядники FV4-FV6. Вместо вентильных разрядников на подстанциях

выпускаемых в настоящее время могут быть установлены наиболее совершенные аппараты – нелинейные ограничители перенапряжений.

Комплектные трансформаторные подстанции киоскового типа применяются в основном для электроснабжения промышленных объектов и отдельных населенных пунктов. КТП киоскового типа выполняются одно – или двухтрансформаторными, наружной установки.

Общий вид КТППАС мощностью 63 - 400 кВА приведен на рисунке. Где 1, 2 – башни ввода ВН № 2 и № 1 соответственно (только для КТП с воздушным вводом); 3, 4 – шкафы ВН №1 и № 2 соответственно; 5 – шкаф трансформаторного ввода; 6 – шкаф трансформатора и РУНН; 7 – отсек трансформатора; 8 – шкаф выводов НН (только для КТП с воздушными выводами НН); 9 – отсек РУНН; 10 – кабели 0,4 кВ.

Конструктивно КТПТАС отличается от КТППАС отсутствием одной башни ввода ВН и более простой принципиальной схемой, поэтому рассмотрим принципиальную схему КТППАС.

Высоковольтный ввод в КТП киоскового типа 10 кВ выполняется кабельным или воздушным. Выводы отходящих линий 0,4 кВ кабельные и воздушные или только кабельные.

На отходящих фидерах 0,4 кВ устанавливаются автоматические выключатели стационарного или выдвижного исполнения.

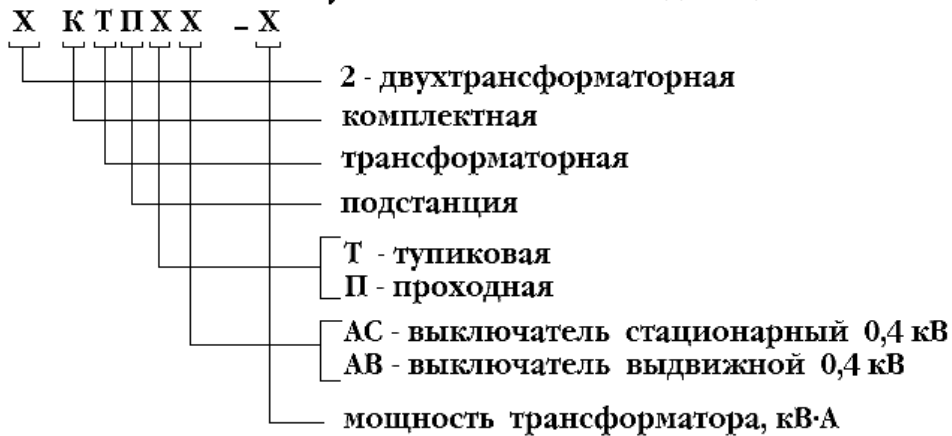
Конструктивно КТП выполняются в шкафном исполнении, основные составные части соединяются болтовыми соединениями. Конструкция КТП предусматривает ее установку на фундаменте, а также на бетонных блоках высотой 600 мм.

КТП с воздушным вводом подключается к ЛЭП 10 кВ через разъединители QS1 и QS2 которые поставляются комплектно с подстанцией и устанавливаются на ближайших опорах. Патроны высоковольтных предохранителей установлены внутри шкафа ВН КТП.

КТП обеспечивает учет активной электрической энергии, счетчиком РП1, подключенному через трансформаторы тока ТА1 - ТА3. Законом изготовителем предусматривается возможность по требованию заказчика установки счетчика реактивной энергии, а также счетчика любой модификации (совмещенного, электронного и т.д.)

Условное обозначение КТП киоскового типа:

Условное обозначение подстанции



Для создания нормальных условий эксплуатации КТП схемой предусмотрено внутреннее освещение лампами EL1 - EL6 и обогрев аппаратуры нагревательными элементами ЕК1 - ЕК4. Лампы освещения располагаются в шкафах подстанции и включаются переключателями SA1 - SA5, их питание осуществляется от понижающего трансформатора Т2 с напряжением во вторичной цепи 42 В. Цепи освещения подстанции защищены от КЗ предохранителем FU7, также в цепи предусмотрено гнездо для подключения переносного освещения. Питание на Т2 подается через автоматический выключатель SF1. Включение электронагревателей шкафов может производиться вручную переключателем SA9 или автоматически при помощи теплового датчика ВК1 и промежуточного реле KL2. Подогрев счетчика электрической энергии Р11 в холодное время года осуществляется резисторами R1 - R3 вручную переключателем SA7.

В КТП имеется фидер уличного освещения, включаемый магнитным пускателем KM1 и защищаемый предохранителями FU4 - FU6, который оснащен устройством ручного и автоматического включения и отключения при помощи переключателя SA8. В автоматическом режиме катушка магнитного пускателя получает питание через фотореле, которое состоит из фотосопротивления BL1 и реле напряжения KV1.

Схема КТП предусматривает контроль тока амперметром PA1 установленным в цепи счетчика электрической энергии и напряжения на стороне 0,4 кВ. С помощью вольтметра PV1 подключенного через переключатель SA6, можно измерить линейные напряжения на шинах 0,4 кВ.

В КТП предусматриваются следующие виды защит:

- от атмосферных перенапряжений (при наличии воздушных линий) вентильными разрядниками FV1 - FV3 на стороне ВН и FV4 - FV6 на стороне НН;
- от междуфазных коротких замыканий на шинах ВН трансформатора Т1 предохранителями FU1 - FU3;

- от перегрузки силового трансформатора с помощью теплового реле КК1, включенного через трансформаторы тока ТА4, ТА5. При перегрузке трансформатора замыкающий контакт теплового реле КК1 замыкает цепь питания катушки промежуточного реле КЛ2, замыкающие контакты КЛ2 замыкают цепи питания независимых расцепителей автоматических выключателей QF1 - QF6, SF2, которые отключают автоматические выключатели QF1-QF6 отходящих линий и автоматический выключатель SF2 цепи обогрева шкафов;

- от перегрузки и коротких замыканий на отходящих линиях 0,4 кВ автоматическими выключателями QF1-QF6, имеющими тепловые, электромагнитные;

- от коротких замыканий цепей обогрева, цепей освещения КТП автоматическими выключателями SF1, SF2;

- КТП имеет полный комплект электрических и механических блокировок, обеспечивающих безопасную работу обслуживающего персонала.

Для предотвращения отключения рубильника QS4 под нагрузкой предусмотрена блокировка, которая работает следующим образом. При открывании панели закрывающей РУ 0,38 кВ размыкающие контакты выключателя блокировки SQ1 замыкаются и реле КЛ1 срабатывает, отключая автоматические выключатели QF1-QF6 линий № 1 - 6 и SF2 цепей обогрева оборудования КТП. Одновременно замыкающим контактом SQ1 размыкается цепь обмотки магнитного пускателя КМ и отключается линия уличного освещения (положение контактов выключателя SQ1 на рис. показано при открытой панели, закрывающей РУ 0,38 кВ).

Предусмотрены также механические блокировки, не допускающие открывания двери вводного устройства высшего напряжения при отключенных заземляющих ножах разъединителя, а также отключения заземляющих ножей разъединителя при открытой двери вводного устройства 10 кВ. Блок-замок двери вводного устройства 10 кВ и блок-замок привода заземляющих ножей имеют одинаковый секрет. К ним имеется один ключ. Во включенном положении разъединителя ключ с привода заземляющих ножей снять невозможно. После отключения главных и включения заземляющих ножей разъединителя ключ свободно снимается с привода заземляющих ножей и им можно открыть дверь устройства ввода 10 кВ.

В отличие от схемы, приведенной на рис., подстанции киокового типа могут иметь следующие особенности:

1. В КТПАС с кабельным вводом отсутствуют QS1, QS2, FV1-FV3, SQ3, SQ4.
2. В КТПАС с кабельными выводами отсутствуют КА1-КА4, FV4-FV6.
3. Линии №3 и №4 – только с кабельными выводами.

4. Цепи с QS2, YAT, SQ3, SQ4 выполняются только для КТПАС с воздушным вводом, с выключателями нагрузки имеющими электромагнит отключения.

5. В КТПАС мощностью 63-250 кВ·А отсутствует светильник EL1.

6. Штатная защита от перегрузки устанавливается только в КПППАС 400 кВА (в КТПАС остальных мощностей по заказу).

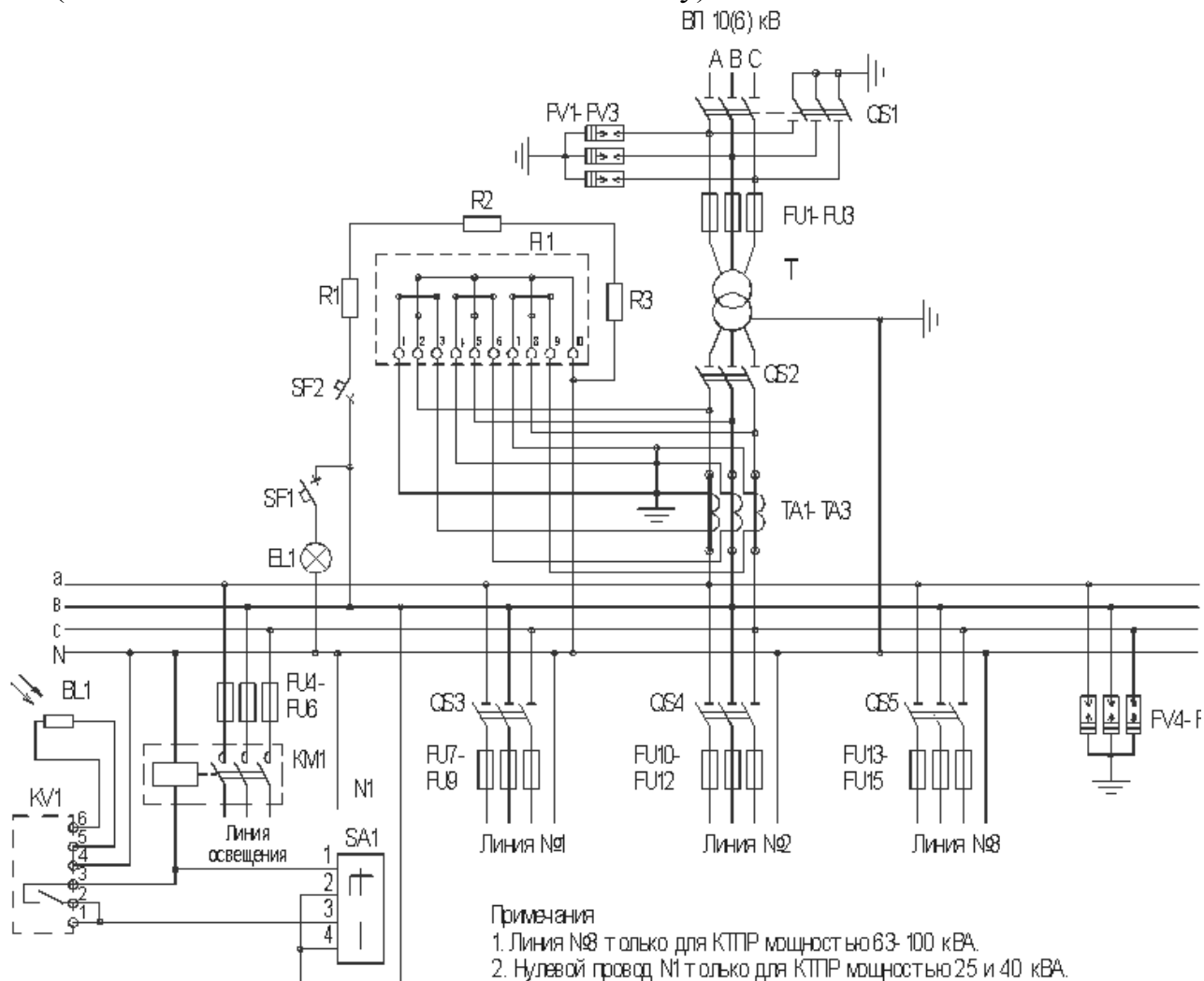
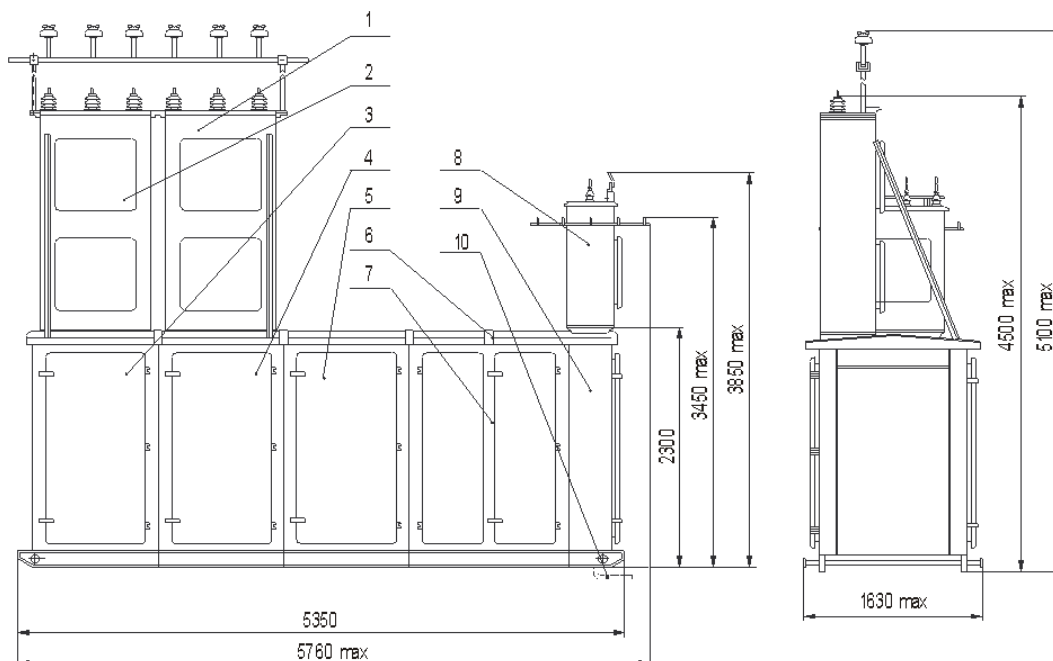


Схема принципиальная электрическая КТП



КТП 63-400 кВА проходного типа с воздушным (кабельным) вводом ВН и воздушно.

Мачтовые трансформаторные подстанции типа МТП представляют собой однотрансформаторные подстанции наружной установки.

МТП мощностью до 25 кВА монтируют на А-образной деревянной опоре. МТП мощностью 25-100 кВА монтируют на П-образной деревянной опоре или одной железобетонной. МТП мощностью 160-250 кВА – на АП-образной деревянной или П-образной железобетонной опоре. Подстанции в большинстве случаев выполняют тупиковыми.

На рис. показан общий вид МТП 10/0,4 кВ мощностью 25-100 кВА. Все оборудование размещено на железобетонной опоре.

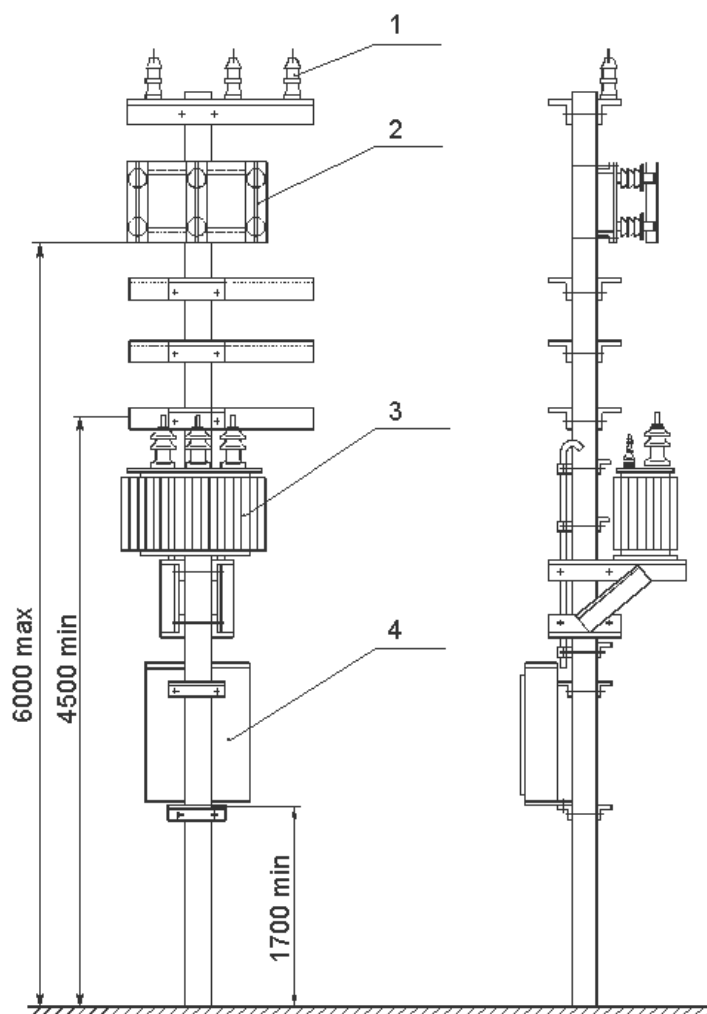
Трансформатор 3 установлен на площадке, закрепленной на опоре, изоляторы ВН трансформатора должны находиться на высоте не менее 4,5 м. МТП подключается к ЛЭП посредством разъединителя, который устанавливается на ближайшей опоре. Напряжение к трансформатору от разъединителя подается через предохранители 2. Для защиты от перенапряжений устанавливаются вентильные разрядники 1 (или ограничители перенапряжения)

РУНН 0,4 кВ 4 представляет собой металлический шкаф с установленной внутри аппаратурой. Ввод в шкаф от трансформатора и выводы к линиям 380/220 В выполнены в трубах.

МТП мощностью более 100 кВА выполняются с площадкой для обслуживания силового трансформатора. Для подъема на площадку обслуживания служит складная металлическая лестница, которая (в сложенном виде) так же, как дверцы шкафа и привод разъединителя, запирается на замок.

Заводы изготовители по желанию заказчика могут изменять количество отходящих линий НН и их токи, также МТП по желанию заказчика могут быть укомплектованы любым типом силового трансформатора.

Принципиальная электрическая схема МТП 160, 250 кВА аналогична схеме КТПР.



МТП 10/0,4 кВ мощностью 25-100 кВА

Содержание и порядок выполнения работы

1. Прописать условия выбора и марку оборудования трансформаторных подстанций КТП-10/0,4 кВ:
2. Ознакомиться с схемой КТП, начертить схему КТП в однолинейном исполнении.
3. Определить марки и технические характеристики аппаратуры, установленной в ячейках КТП.
4. Проверить выбор технических данных расчетами.
5. Подготовить отчет по практической работе.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать тему, название работы, цель.
2. Схему электрических соединений МТП 10/0,4 или 35/0,4 кВ.
1. Схему электрических соединений КТП шкафного типа.
4. Перечень оборудования (спецификации) к схемам, приведенным на рисунках.
5. Начертить схему комплектования распределительных устройств 0,4 кВ и 10 кВ.
6. Начертить внешний вид подстанции.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Из каких основных частей состоит комплектная подстанция КТП?
2. На какой высоте устанавливают силовой трансформатор на мачтовой подстанции?
3. Какое оборудование для защиты трансформатора применено на подстанции?
4. Какие аппараты и приборы размещены в низковольтном шкафу подстанции?
5. Какими блокировочными устройствами снабжена мачтовая подстанция?
6. Расскажите, как подводится высокое напряжение к подстанции?
7. Какие виды защит установлены на рассмотренной подстанции?
8. Расскажите, как подводится высокое напряжение к подстанции?
9. Как устанавливается и крепится комплектная трансформаторная подстанция?
10. Как осуществляется защита от перегрузок на подстанциях?
11. Какие виды защит установлены на подстанции киоскового типа?

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Справочная литература

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 21

ТЕМА: Осветительное оборудование с/х предприятий.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение и расчет искусственных источников света предприятий с/х назначения.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику расчета и выбора источников искусственного освещения с/х предприятий; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

Теоретическая часть

В применяемых электрических источниках света электрическая энергия преобразуется в лучистую двумя основными способами: нагрева тела электрическим током и электрическим разрядом в газах и парах металлов. В соответствии с этим электрические *источники света подразделяются на тепловые и разрядные.*

Тепловые источники света выполняют в виде различных ламп накаливания (ЛН). *Разрядные источники света* делятся на разрядные лампы низкого давления - люминесцентные лампы (ЛЛ) и разрядные лампы высокого давления: дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ), металлогалогенные лампы (ДРИ) и натриевые лампы (ДНаТ). *Выбор источников света* определяется показателями экономической целесообразности и эффективности.

Лампы накаливания следует применять для освещения вспомогательных (санузлы, лестницы, коридоры, тамбуры и т.д.) и складских помещений, и помещений с частыми включениями и отключениями ламп. Их допускается использовать в помещениях основного производственного назначения для

хранения сельскохозяйственной продукции, размещения растений, животных и птицы.

Люминесцентные лампы следует использовать при повышенных требованиях к цветопередаче, в помещениях с напряженной зрительной работой, в общественных и административных зданиях.

Разрядные лампы высокого давления применяют для освещения высоких производственных помещений при высоте подвеса не менее 4м и для освещения открытых территорий, улиц, дорог.

При выборе источника света необходимо учитывать, что *расход электрической энергии* по сравнению с лампами накаливания меньше при лампах ДРЛ на 40%, люминесцентных - 55%, металлогалогенных - типа ДРИ - 65%, натриевых лампах - до 70%.

Снижение светового потока осветительной установки из-за загрязнения светильников и источников света и их старения при расчетах учитывают коэффициентом запаса K_3 . Для ламп накаливания принимают $K_3=1,15...1,7$, для газоразрядных $K_3=1,3...2,1$. Для сельскохозяйственных производственных помещений рекомендуется принимать для ламп накаливания $K_3=1,15$, для газоразрядных $K_3=1,3$. Для помещений общественных и жилых зданий рекомендуется принимать для ламп накаливания $K_3=1,3$, для газоразрядных $K_3=1,5$.

Таблица: Нормируемая освещенность помещений кормоцеха

Наименование помещения	Нормируемая освещенность, лк
Основное помещение	100
Помещение для персонала	300
Инвентарная	20

Таблица: Нормируемая освещенность помещений коровника, телятника

Нормы освещенности	Освещенность, лк	
	Газоразрядные лампы	Лампы накаливания
Для крупного рогатого скота молочного направления		
Помещения для содержания коров и молодняка: зона кормления стойла, секции, боксы	75	30
	50	20
	75	30
Помещения для содержания быков	75	30
Помещения родильного отделения:		
- для отела коров	150	100
- для санитарной обработки коров	75	30

- профилакторий, помещения для содержания телят	100	50
Телятники	100	50

Выбор системы и вида освещения

В сельскохозяйственных помещениях предусматриваются следующие виды освещения: рабочее освещение двух разновидностей - **технологическое и дежурное**. **Технологическое освещение** обеспечивает нужную продуктивность животных, птицы, а также условия видения для выполнения обслуживающим персоналом производственных операций. Технологическое освещение располагают в зоне расположения животных. Рабочее освещение обеспечивает нормированную освещенность во всех точках рабочей поверхности. Рабочее освещение включается только при выполнении персоналом работ в данном помещении. **Дежурное освещение** предназначено для наблюдения на объекте в ночное время с минимальной освещенностью. Светильники дежурного освещения выделяются из числа светильников общего освещения. В помещениях для содержания животных они составляют 10%, а в родильных отделениях 15% от общего числа светильников в помещении. Дежурное освещение располагается равномерно по проходам производственных помещений. К дежурному освещению может относиться наружное освещение входов в помещение.

Различают две системы освещения: общего и комбинированного. Система комбинированного освещения характеризуется наличием местных светильников, установленных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается. Общее освещение может быть равномерным и локализованным. Общее равномерное освещение обеспечивает равномерное распределение освещения заданного уровня по всей поверхности помещения. Общее локализованное освещение создает необходимую освещенность на различных участках освещаемой поверхности.

При проектировании освещения с использованием *светодиодных светильников*, следует ориентироваться на нормы освещения для ламп накаливания. При этом мощность и энергопотребление светодиодных светильников VARTON, способных обеспечить аналогичную освещенность, в 8-10 раз меньше. Это значит, что соответственно сократятся и последующие затраты на освещение.

Размещение светильников

Существуют два вида размещения светильников: равномерное и локализованное. При локализованном способе размещения светильников выбор их места расположения решается в каждом случае индивидуально и зависит от технологического процесса и плана размещения освещаемых объектов.

Наиболее рациональным является равномерное размещение светильников по вершинам квадратов и прямоугольников. Оптимальное расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$\lambda_c \times h \leq L \leq \lambda_z \times h$$

где λ_c и λ_z - относительные светотехнические и энергетические наиболее выгодные расстояния между светильниками; h - расчетная высота подвеса светильника, м; L - расстояние между светильниками на плане, м.

Численные значения λ_c и λ_z зависят от типа кривой силы света и определяются по таблице. Расчетная высота подвеса светильника определяется по формуле:

$$h = H - h_c - h_p$$

где H - высота помещения, м;

h_c - высота свеса светильника, м;

h_p - высота освещаемой рабочей поверхности от пола, м.

Высота свеса подвесных светильников $h_c=0,3...0,5$ м, а для плафонов и встроенных светильников до $h_c=0,2$ м. Высота свеса может быть и больше 0,5 м, но в этом случае светильники необходимо устанавливать на жестких подвесах, не допускающих их раскачивания. Расстояние от стен до крайних светильников выбирается в пределах $l=(0,3—0,5)L$. Если рабочие поверхности расположены у стен, то расстояние между стеной и крайними светильниками рекомендуется брать $0,3L$. При определении расстояния между светильниками с газоразрядными лампами λ_z не учитывается. По рассчитанному значению L , l , длине A и ширине B помещения определяют число светильников по длине помещения.

Число светильников по ширине помещения:

$$N_B = \frac{B - 2 \times l}{L} + 1$$

И общее количество светильников в помещении: $N = N_A \times N_B$

Если расчет расстояния между светильниками в ряду и между рядами производился с учетом λ_c , то полученные значения N_A и N_B округляют до целого числа в сторону наименьшего значения, если с учетом λ_z в сторону большего значения. После чего размещают светильники на плане помещения и определяют действительные расстояния между светильниками и рядами. При равномерном размещении светильников по углам прямоугольника рекомендуется, чтобы $L_A/L_B < 1,5$.

В узких помещениях допустимо однородное расположение светильников. Светильники с люминесцентными лампами рекомендуется устанавливать рядами, преимущественно параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами. Светильники с четырьмя и более люминесцентными лампами могут располагаться также, как и светильники с точечными источниками света (лампы накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ).

Размещение светильников в основном помещении

Принимаем, что в данном помещении светильники находятся в углах квадрата. Расстояние между светильником в ряду L_a и между рядами L_b определяется по формуле: $L_{св.} = A / N_p$

где λ_c – наиболее выгодное относительное расстояние между светильниками, принимается по кривой силы света (в данном помещении установлен светильник РСП 20, кривая силы света для этого светильника Г), $\lambda_c = 0,8 \dots 1,2$ м;

Расчетную высоту h , определяем по формуле:

$$h = H - h_c - h_p$$

где H – высота помещения, м;

h_c – высота свеса светильника (расстояние от светового центра до перекрытия), м;

h_p – высота расчетной поверхности над полом, на которой нормируется освещенность, м.

Расстояние до крайних светильников или рядов светильников до стены, по формуле:

$$l = (0,3 \dots 0,5) \times L_{a,b}$$

Тогда по известным значениям $L_{a,b}$ и l , длине A , и ширине B , помещения можно определить число рядов светильников, и число светильников в ряду.

Действительное расстояние от стен до ближайшего ряда светильников:

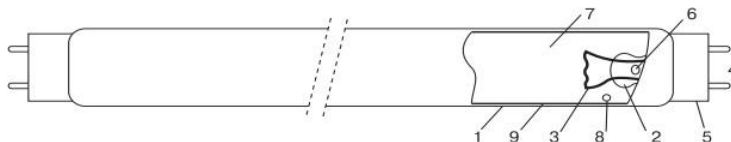
$$l_b = \frac{B - (N_B - 1) \times L_{a,b}}{2}$$

Расстояние до ближайшего светильника в ряду:

$$l_a = \frac{A - (N_A - 1) \times L_{a,b}}{2}$$

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Опишите устройство и принцип действия люминесцентных ламп. Обозначить на рисунке основные элементы лампы и прописать их назначение.



2. Опишите назначение ПРА.
3. Начертите схему подключения лампы со стартером.

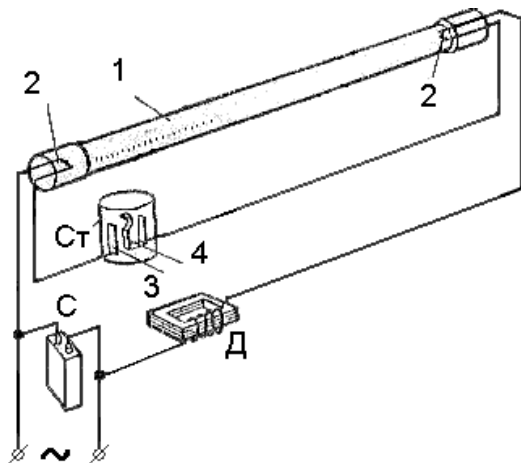
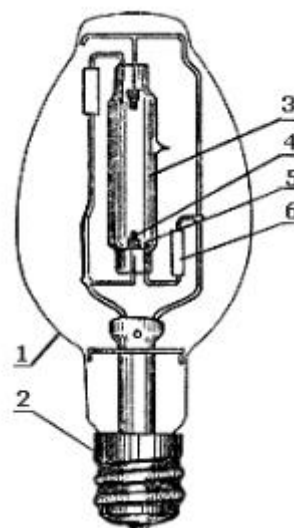


Схема: _____

Опишите элементы и принцип действия схемы. Запишите типы светильников с лампами ЛЛ.

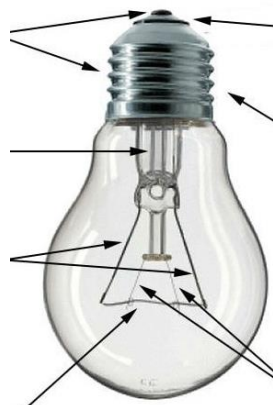
4. Обозначьте и опишите устройство и принцип действия лампы ДРЛ.



5. Начертите схему подключения лампы ДРЛ в сеть.

6. Опишите принцип действия схемы. Запишите типы светильников с лампами ДРЛ.

7. Обозначьте и опишите устройство и принцип действия ламп накаливания.



8. Начертите схему подключения лампы накаливания в сеть.
9. Опишите принцип действия схемы. Запишите типы светильников с лампами накаливания.
10. Выполнить расчет освещения помещения по данным своего варианта:

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды производственного освещения.
2. Дайте сравнительную оценку различных видов освещения (преимущества и недостатки).
3. Какими показателями характеризуется производственное освещение?
4. Какой величиной нормируется естественное освещение?
5. К чему сводится проектирование и расчет естественного освещения в производственных помещениях?

Варианты заданий

Вариант 1. В помещении коровника с размерами $70 \times 20 \times 4$ установить 60 светильников с лампами ДРЛ-100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, защиту электропроводок, сечение и число проводников, осветительный щит. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 2. В помещении коровника с размерами $48 \times 18 \times 3,5$ установить 36 светильников с люминесцентными лампами ЛЛ-2 \times 40 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 3. В помещении телятника с размерами $52 \times 18 \times 4$ установить 40 светильников с лампами накаливания ЛН – 100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 4. В помещении телятника с размерами $72 \times 18 \times 4$ разместить 60 люминесцентных ламп ЛЛ – 2 \times 40 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 5. В помещении коровника с размерами $30 \times 12 \times 4$ разместить 18 светильников ДРЛ – 125 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 6. В помещении свинофермы $46 \times 18 \times 4$ разместить 40 светильников с люминесцентными лампами ЛЛ – 2×40 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 7. В помещении коровника с размерами $65 \times 20 \times 4$ установить 56 светильников с лампами накаливания ЛН – 100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 8. В цехе завода с размерами $60 \times 20 \times 4$ установить 40 светильников с лампами ДРЛ – 150 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 9. В мастерских по ремонту машин с размерами $30 \times 12 \times 3.5$ установить 30 светильников с лампами накаливания ЛН – 100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 10.

В помещении коровника с размерами $70 \times 18 \times 4$ установить 50 светильников с люминесцентными лампами ЛЛ – 80 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 11. В помещении птицефабрики с размерами $60 \times 18 \times 4$ установить 60 светильников с лампами ЛЛ- 2×80 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 12. В помещении телятника с размерами $60 \times 12 \times 3.5$ установить 40 светильников с лампами ЛЛ-100Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 13. В учебных мастерских с размерами $30 \times 10 \times 3$ установить 30 светильников с лампами ЛН-100Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 14. В помещении магазина с размерами $20 \times 15 \times 3.5$ требуется установить 30 светильников с лампами ЛЛ-80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 15. В телятнике с размерами $60 \times 20 \times 4$ установить 40 светильников с лампами ЛЛ-100Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 16. В учебном классе с размерами $15 \times 10 \times 3$ установить 20 светильников с лампами ЛЛ-2 \times 40Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 17. В помещении птичника с размерами $72 \times 30 \times 4$ установить 60 светильников с лампами ЛЛ-2 \times 80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 18. На станции техобслуживания с размерами $30 \times 10 \times 4$ установить 20 светильников ЛН-75Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 19. В помещении свинофермы с размерами $40 \times 15 \times 3.5$ установить 20 светильников ДРЛ-150Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 20. В токарных мастерских с размерами $30 \times 15 \times 3.5$ установить 20 светильников ЛЛ-2 \times 40Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 21. В учебном классе с размерами $12 \times 8 \times 3$ установить 12 светильников с лампами ЛЛ-2 \times 80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и

число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 22. В помещении птичника с размерами $50 \times 18 \times 4$ установить 30 светильников с лампами ЛЛ-2×80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 23. На станции техобслуживания с размерами $15 \times 10 \times 4$ установить 10 светильников ЛЛ-2×80 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 24. В помещении свинофермы с размерами $20 \times 12 \times 3,5$ установить 15 светильников ДРЛ-100 Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

Вариант 25. В токарных мастерских с размерами $18 \times 10 \times 3$ установить 15 светильников ЛЛ-2×80Вт. Выбрать тип светильника, трассы электропроводок, осветительный щит, защиту электропроводок, сечение и число проводников. Проверить потерю напряжения в линии. Рассчитать освещение методом удельной мощности.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 22

ТЕМА: Оборудование с/х предприятий.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение и расчет электрооборудования ремонтных мастерских.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику расчета электроснабжения оборудования с/х предприятий; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

Теоретическая часть

Таблица зависимости коэффициентов использования, $K_M = F(n_z, K_n)$

n_z	Коэффициент использования, K_n									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,22	2,62	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,23	2,87	2,42	2	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,1	1,04
7	2,88	2,48	2,1	1,8	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,4	1,3	1,2	1,08	1,04
9	2,56	2,2	1,9	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,1	1,84	1,6	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
14	2,1	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,2	1,13	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
18	1,91	1,7	1,55	1,37	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06	1,03
20	1,84	1,65	1,5	1,34	1,24	1,2	1,15	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,4	1,28	1,21	1,17	1,14	1,1	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,1	1,05	1,03
35	1,25	1,41	1,3	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05	1,02

40	1,5	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	1,02
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,4	1,3	1,23	1,16	1,14	1,11	1,1	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,1	1,09	1,07	1,03	1,02
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,1	1,1	1,09	1,06	1,03	1,02
80	1,25	1,2	1,15	1,11	1,1	1,1	1,08	1,06	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,1	1,09	1,09	1,08	1,06	1,02	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,1	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02

Расчет составления схемы электроснабжения и выбора мощности силового трансформатора рассматривается на примере.

Пример выполнения задания.

Данные:

Категория ЭСН-1

Электроприемники: 1, 7, 19, 21, 24, 25, 29

Размеры мастерских: 345 м² (15×23)

Требуется:

1. Составить схему ЭСН
2. рассчитать нагрузки и заполнить сводную ведомость нагрузок
3. выбрать ТП-10/0,4

Решение:

1. Выбрать по таблице электроприемники по номерам, разбить их на группы (3-фазные ДР, 3-фазные ПКР, 1-фазные ПКР, ОУ). Так как потребитель 1 категории, составляется 2-хсекционная схема с учетом распределения нагрузок. ТП 2-хтрансформаторная с одинаковой мощностью трансформаторов. Между секциями устанавливается устройство АВР. Нагрузки распределяются по секциям приблизительно равномерно.

2. Приведение 3-хфазных нагрузок ПКР к ДР:

$$P_H = P_{\Pi} \cdot \sqrt{ПВ} = 5 \cdot \sqrt{0,6} = 3,9 \text{ кВт}$$

Приведение 1-фазных нагрузок ПКР к ДР:

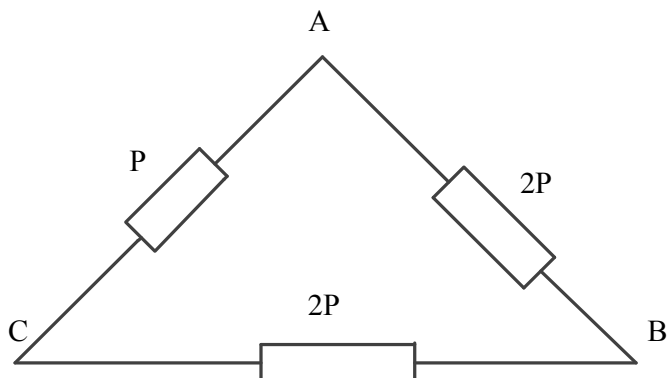
$$P_H = S_H \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{ПВ} = 28 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{0,4} = 7,1 \text{ кВт}$$

Приведение 1-фазных нагрузок к 3-фазной мощности:

$$P_B = P_{\text{ф.нб.}} = (2 \cdot P_H + 2 \cdot P_{\Pi}) / 2 = 2 \cdot P_H = 2 \cdot 7,1 = 14,2 \text{ кВт}$$

$$P_A = P_C = P_{\text{ф.нм.}} = (P_H + 2 \cdot P_{\Pi}) / 2 = 1,5 \cdot P_H = 1,5 \cdot 7,1 = 10,7 \text{ кВт}$$

Распределение 1-фазных нагрузок по фазам:



Определить неравномерность распределения нагрузок по фазам:

$$H = (P_{\text{ф.нб.}} - P_{\text{ф.нм.}}) * 10^2 / P_{\text{ф.нм.}} = (14,2 - 10,7) * 100 / 10,7 = 33 \% > 15 \%$$

При $H > 15 \%$ и включении на фазное напряжение условная 3-фазная мощность (приведенная) тогда $P_y^{(3)} = 3 * P_{\text{ф.нб.}}^{(1)} = 3 * 14,2 = 42,6 \text{ кВт}$

3. Нагрузка ОУ определяется методом удельной мощности:

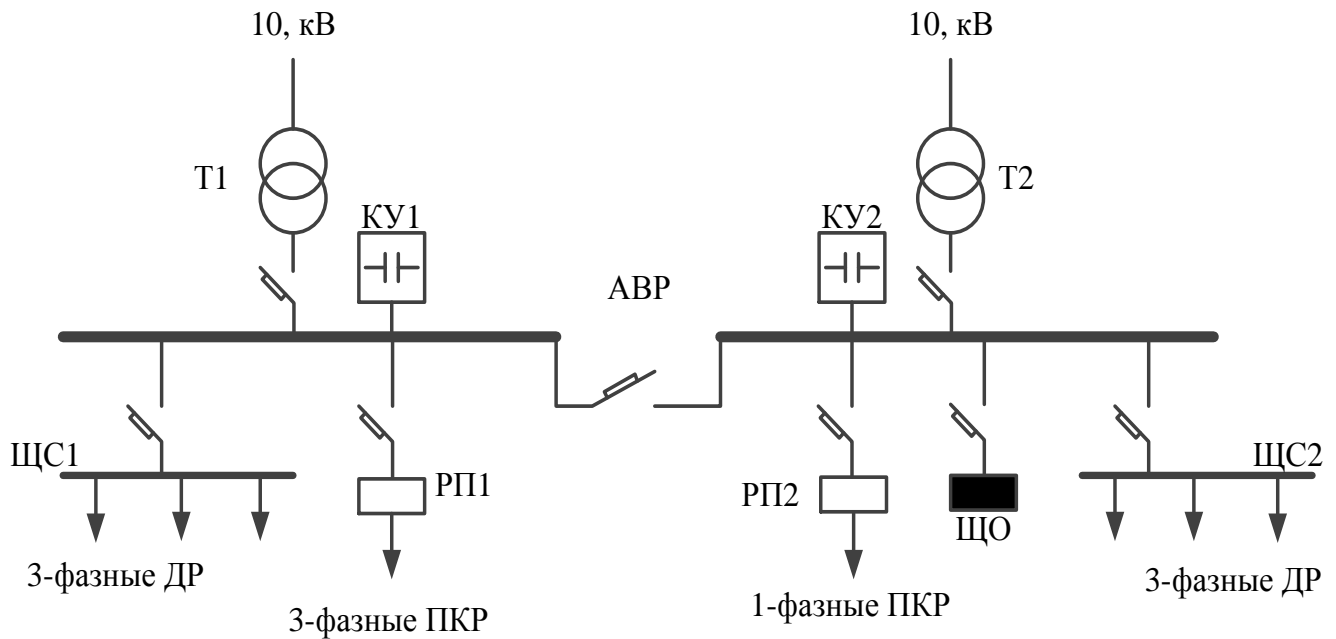
$$P_{\text{оу}} = P_{\text{уд.}} * S = 10 * 345 * 10^{-3} = 3,5 \text{ кВт}$$

4. Распределяем нагрузки по секциям:

Секция 1	Нагрузка, кВт	Секция 2	Нагрузка, кВт
РП1		РП2	
Тельфер 3,9*8	31,2	Трансформатор сварочный 7,1*5	35,5
		ЩО	3,5
ЩС 1		ЩС 2	
Компрессорная установка 28*3	84	Компрессорная установка 28*2	56
Станок карусельный 40*1	40	Станок карусельный 40*1	40
Печь сопротивления 35*3	105	Печь сопротивления 35*3	105
Транспортер 10*1	10	Транспортер 10*2	20
Итого по ЩС 1	239	Итого по ЩС 2	221
ИТОГО	270,2	ИТОГО	260

В расчетах нагрузок не учитываются резервные нагрузки.

Схема электроснабжения:



Расчеты производятся для ЩС1 и ЩС2

5. Определить суммы активных, реактивных и полных мощностей электроприемников за смену в группах:

$$P_{\text{см}} = K_{\text{и}} * P_{\text{н}}; \quad Q_{\text{см}} = P_{\text{см}} * \text{tg } \varphi$$

- Тельфер транспортный: $P_{\text{см}} = 31,2 * 0,3 = 9,4 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 9,4 * 1,73 = 16,3 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{9,4^2 + 16,3^2} = 18,8 \text{ кВА}$
- Трансформатор сварочный: $P_{\text{см}} = 35,5 * 0,2 = 7,1 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 7,1 * 2,29 = 16,3 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{7,1^2 + 16,3^2} = 17,8 \text{ кВА}$
- ЩО: $Q_{\text{см}} = 3,5 * 0,33 = 1,1 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{3,5^2 + 1,1^2} = 3,2 \text{ кВА}$

ЩС1:

- Компрессорная установка: $P_{\text{см}} = 84 * 0,65 = 54,6 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 54,6 * 0,75 = 41 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{54,6^2 + 41^2} = 68,3 \text{ кВА}$
- Станок карусельный: $P_{\text{см}} = 40 * 0,14 = 5,6 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 5,6 * 1,73 = 9,7 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{5,6^2 + 9,7^2} = 11,2 \text{ кВА}$
- Печь сопротивления: $P_{\text{см}} = 105 * 0,8 = 84 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 84 * 0,33 = 27,7 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{84^2 + 27,7^2} = 88,4 \text{ кВА}$
- Транспортёр роликовый: $P_{\text{см}} = 10 * 0,55 = 5,5 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 5,5 * 0,88 = 4,8 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{5,5^2 + 4,8^2} = 7,3 \text{ кВА}$

Всего по ЩС1: $P_{\text{см.}\Sigma} = 54,6 + 5,6 + 84 + 5,5 = 149,7 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см.}\Sigma} = 41 + 9,7 + 27,7 + 4,8 = 83,2 \text{ квар}$
 $S_{\text{см.}\Sigma} = \sqrt{P_{\text{см.}\Sigma}^2 + Q_{\text{см.}\Sigma}^2} = \sqrt{149,7^2 + 83,2^2} = 171,3 \text{ кВА}$
 $\cos \varphi = P_{\text{см.}\Sigma} / S_{\text{см.}\Sigma} = 149,7 / 171,3 = 0,87$
 $\tg \varphi = (\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}) / \cos \varphi = (\sqrt{1 - 0,87^2}) / 0,87 = 0,56$

ЩС2:

- Компрессорная установка: $P_{\text{см}} = 56 * 0,65 = 36,4 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 63,4 * 0,75 = 27,3 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{36,4^2 + 27,3^2} = 45,5 \text{ кВА}$
- Станок карусельный: $P_{\text{см}} = 40 * 0,14 = 5,6 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 5,6 * 1,73 = 9,7 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{5,6^2 + 9,7^2} = 11,2 \text{ кВА}$
- Печь сопротивления: $P_{\text{см}} = 105 * 0,8 = 84 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 84 * 0,33 = 27,7 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{84^2 + 27,7^2} = 88,4 \text{ кВА}$
- Транспортер роликовый: $P_{\text{см}} = 20 * 0,55 = 11 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см}} = 11 * 0,88 = 9,7 \text{ квар}$
 $S_{\text{см}} = \sqrt{P_{\text{см}}^2 + Q_{\text{см}}^2} = \sqrt{11^2 + 9,7^2} = 14,7 \text{ кВА}$

Всего по ЩС2: $P_{\text{см.}\Sigma} = 36,4 + 5,6 + 84 + 11 = 137 \text{ кВт}$
 $Q_{\text{см.}\Sigma} = 27,3 + 9,7 + 27,7 + 9,7 = 74,4 \text{ квар}$
 $S_{\text{см.}\Sigma} = \sqrt{P_{\text{см.}\Sigma}^2 + Q_{\text{см.}\Sigma}^2} = \sqrt{137^2 + 74,4^2} = 155,9 \text{ кВА}$
 $\cos \varphi = P_{\text{см.}\Sigma} / S_{\text{см.}\Sigma} = 137 / 155,9 = 0,88$
 $\tg \varphi = (\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}) / \cos \varphi = (\sqrt{1 - 0,88^2}) / 0,88 = 0,63$

6. Определить средний коэффициент использования группы электроприемников:

$$K_{\text{и.ср.}} = P_{\text{см.}\Sigma} / P_{\text{н.}\Sigma}$$

Для ЩС1: $K_{\text{и.ср.}} = 149,7 / 239 = 0,63$

Для ЩС2: $K_{\text{и.ср.}} = 137 / 221 = 0,62$

7. Определить коэффициент максимума активной нагрузки.

$K_{\text{м}}$ выбираем по таблице: $K_{\text{м}} = 1,3$

8. Определить максимальную активную нагрузку для РП, ШМА и ЩО.

$$P_{\text{макс}} = K_{\text{м}} * P_{\text{см.}\Sigma}$$

- для РП1: $P_{\text{макс}} = P_{\text{см.}} = 9,4 \text{ кВт}$

- для РП2: $P_{\text{макс}} = P_{\text{см.}} = 8,5 \text{ кВт}$

- для ЩС1: $P_{\text{макс}} = K_{\text{м}} * P_{\text{см.}\Sigma} = 1,3 * 149,7 = 194,6 \text{ кВт}$

- для ЩС2: $P_{\text{макс}} = K_{\text{м}} * P_{\text{см.}\Sigma} = 1,3 * 137 = 178,1 \text{ кВт}$

- для ЩО: $P_{\text{макс}} = K_{\text{и}} * P_{\text{н}} = 0,85 * 3,5 = 3 \text{ кВт}$

9. Определить коэффициент максимума реактивной нагрузки.

$K_M = 1,1$ (при количестве нагрузок ≤ 10),

$K_M = 1 >$ (при количестве нагрузок < 10),

Определить максимальную реактивную нагрузку для РП, ШМА и ЩО.

- для РП1: $Q_{\max} = Q_{\text{см}} * K_M = 16,3 * 1,1 = 18$ квар

- для РП2: $Q_{\max} = Q_{\text{см}} * K_M = 16,3 * 1,1 = 18$ квар

- для ЩС1: $Q_{\max} = Q_{\text{см}} * K_M = 83,2 * 1,1 = 91,5$ квар

- для ЩС2: $Q_{\max} = Q_{\text{см}} * K_M = 74,4 * 1,1 = 81,8$ квар

- для ЩО: $Q_{\max} = Q_{\text{см}} * K_M = 1 * 1,1 = 1$ квар

10. Определить $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2}$

- для РП1: $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{9,4^2 + 18^2} = 20,3$ кВА

- для РП2: $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{8,5^2 + 18^2} = 20$ кВА

- для ЩС1: $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{194,6^2 + 91,5^2} = 215$ кВА

- для ЩС2: $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{178,1^2 + 81,8^2} = 196$ кВА

- для ЩО: $S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{3^2 + 1^2} = 3,2$ кВА

11. Суммарная активная мощность на шинах НН (0,4 кВ)

$P_{\max.\text{НН}} = 9,4 + 8,5 + 194,6 + 178,1 + 3 = 393,6$ кВт

Суммарная реактивная мощность на шинах НН (0,4 кВ)

$Q_{\max.\text{НН}} = 18 + 18 + 91,5 + 81,8 + 1 = 210,3$ кВт

Суммарная полная мощность:

$S_{\max.\text{НН}} = \sqrt{P_{\max.\text{НН}}^2 + Q_{\max.\text{НН}}^2} = \sqrt{393,6^2 + 210,3^2} = 446$ кВА

12. Определить потери мощности в трансформаторе:

$\Delta P_T = 0,02 S_{\max.\text{НН}} = 0,02 * 446 = 8,92$ кВт

$\Delta Q_T = 0,1 S_{\max.\text{НН}} = 0,1 * 446 = 44,6$ квар

$\Delta S_T = \sqrt{\Delta P_T^2 + \Delta Q_T^2} = \sqrt{8,92^2 + 44,6^2} = 45,5$ кВА

13. Определить расчетную мощность трансформатора с учетом потерь, но без компенсации реактивной мощности:

$S_T \geq S_p = 0,7 (S_{\max.\text{НН}} + \Delta S_T) = 0,7 (446 + 45,5) = 0,7 * 491,5 = 344$ кВА

14. Выбираем трансформаторы ТМ 400-10/0,4 (КТП 2×400)

Выписать *технические характеристики трансформатора*:

- номинальная мощность, кВА;
- схемы и группа соединения обмоток;
- потери мощности холостого хода, кВт;
- потери мощности короткого замыкания, кВт;
- напряжение короткого замыкания, %;
- сопротивление трансформатора, Ом;
- сопротивление трансформатора, приведенное к стороне 0,4 кВ при однофазном коротком замыкании, Ом.

Варианты заданий

Вариант	Категория ЭСН	Площадь помещения, м ²	Номера электроприемников по таблице № 1 «Технические данные электроприемников»
1	1	450	1, 4, 14, 17, 23, 25, 28
2	2	500	2, 5, 15, 18, 24, 26, 29
3	3	550	3, 6, 16, 21, 22, 26, 28
4	2	600	1, 7, 14, 17, 23, 27, 29
5	3	400	2, 8, 15, 18, 24, 25, 28
6	1	450	3, 9, 16, 22, 25, 29
7	3	500	1, 10, 14, 17, 24, 27, 28
8	1	550	2, 11, 15, 18, 22, 25, 29
9	2	600	3, 12, 16, 19, 23, 25, 28
10	1	600	1, 13, 18, 20, 22, 26, 29
11	2	550	2, 14, 19, 21, 24, 27, 28
12	3	500	3, 15, 17, 20, 23, 26, 29
13	2	450	3, 16, 19, 20, 24, 27, 28
14	3	400	2, 7, 17, 21, 22, 26, 29
15	1	350	1, 10, 18, 22, 23, 27, 28
16	1	450	2, 5, 15, 18, 23, 25, 29
17	2	500	1, 4, 14, 17, 24, 26, 28
18	3	550	1, 7, 14, 17, 23, 26, 29
19	2	600	3, 6, 16, 20, 22, 26, 28
20	3	400	3, 9, 16, 19, 24, 27, 29
21	1	450	2, 8, 15, 18, 22, 25, 28
22	3	500	2, 11, 15, 18, 24, 25, 29
23	1	550	1, 10, 14, 17, 22, 25, 28
24	2	600	1, 13, 18, 22, 23, 26, 29
25	1	600	3, 12, 16, 22, 25, 28

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА № 23-28

ТЕМА: Оборудование с/х предприятий.

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Изучение и расчет электрооборудования животноводческих комплексов, птицеводческих комплексов, кормоцехов, свиноферм, телятников.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Освоить методику расчета электроснабжения оборудования с/х предприятий; воспитание таких профессиональных качеств, как осуществление поиска и использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

УМЕНИЯ И НАВЫКИ: проводить выбор электрооборудования.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: учебный корпус № 1, кабинет № 1

НОРМА ВРЕМЕНИ: 2 часа.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА:

1. инструкционная карта;
2. рабочая тетрадь;
3. справочная литература.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ

ЗАДАНИЕ № 1. Записать в рабочую тетрадь тему, название работы, цель занятия. Описать электрооборудование сельскохозяйственного предприятия (назначение, марка электродвигателя, тип привода, принцип действия).

ЗАДАНИЕ № 2.

1. Для разработки электроснабжения освещения сельскохозяйственного помещения произвести расчет с использованием метода коэффициента использования светового потока для основного производственного и служебного помещений предприятия.

Индекс помещений определяется по формуле:

$$j = \frac{S}{(h - (h_1 + h_2)) \cdot (a + b)}$$

где, h – высота помещения;

h_1 – высота подвеса светильника;

h_2 – расстояние от пола до рабочей поверхности.

Для расчета помещений необходимо взять из задания данные: $a \times b \times h$.

Определить h_1 ; h_2 .

Выбрать из таблиц нормируемую освещенность (нормы освещенности помещений сельскохозяйственных предприятий взять из справочного материала).

Таблица отраслевых норм освещенности телятника, коровника:

Помещение	Рабочая поверхность для нормируемой освещенности	Освещенность, Лк
		При газоразрядных лампах
Помещение для содержания молодняка	Пол, зона кормления	75
Помещение родильного отделения	Пол, зона кормушек	150
Телятники	Пол, зона кормушек	100
Служебное помещение	Рабочая зона	300
Помещение для приготовления и хранения кормов	Рабочая зона	150
Вентиляционная	Рабочая зона	50
Котельная	Рабочая зона	100
Коридор, тамбур	Пол	75
Санузел с нагревательным котлом и душевой	Пол	75
Приводная, помещение для уборки навоза	Рабочая зона	50
Помещение для содержания подстилки и инвентаря	Пол	50
Щитовая	Рабочая зона	100
Помещения для транспортеров	Рабочая зона	50

2. Определить расчетную высоту рабочего места по формуле:

$$H_p = h - h_1 - h_2$$

3. Определить индекс помещения:

$$j = \frac{S}{(h - (h_1 + h_2)) \cdot (a + b)}$$

4. По таблице определить коэффициент использования η , исходя из значений коэффициента отражения и индекса помещения.

Таблица коэффициента использования светового потока светильника η :

Коэффициент отражения	ЛСП-44					ЛСП-14				
ρ_n (отражение потолка)	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρ_c (отражение стен)	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
ρ_p (отражение пола)	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
Индекс помещения	коэффициент использования η , %									
0,5	28	27	20	13	11	22	18	13	11	9
0,6	33	32	22	17	14	25	23	17	14	12
0,8	42	40	30	23	20	31	29	23	15	17
1	51	47	37	29	25	37	34	28	23	21
1,25	57	53	42	34	29	42	38	32	27	25

1,5	62 57 47 38 33	46 42 36 30 28
2	70 63 53 44 38	51 46 40 35 32
2,5	76 58 57 49 42	55 50 43 39 35
4	80 71 60 52 44	58 52 45 41 37
4,5	85 75 64 56 48	61 54 48 44 40
5	90 79 68 61 52	65 57 51 48 43

5. Выбрать марку светильника и осветительного прибора с учетом типа помещения.

Записать **технические характеристики светильника**.

Напряжение, В:

Номинальная частота, Гц:

Климатическое исполнение:

Степень защиты, IP:

Записать световой поток лампы, Лк.

6. Определить количество рядов по формуле:

$$N_p = v / L_{\text{опт.}}$$

где оптимальное расстояние между рядами определяется по соотношению:

$$L_{\text{опт.}} = \lambda * H_p = (1,2 \dots 1,6) * H_p$$

7. Определить количество светильников в ряду по формуле:

$$N_{\text{св.}} = a / L_{\text{опт.}}$$

8. Найти расчетный световой поток:

$$\Phi_p = E_n * S * K_z * Z / N * \eta$$

Коэффициент использования светового потока для данной марки светильника определяем по таблице «Коэффициент использования светового потока светильника».

E – нормируемая освещенность, Лк;

S – площадь помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса; служит для компенсации светового потока при возможных загрязнениях; ($K_z=1,3 \dots 1,5$)

Z – коэффициент неравномерности освещения (при расположении светильников в линию (ряд) рекомендуется принимать $z=1,1$ для люминесцентных ламп;

$\Phi_{\text{лампы}}$ – световой поток одной лампы, Лм.

9. Определить фактическую освещенность помещения:

$$E_{\text{ф}} = \Phi_{\text{св.}} * N * \eta / K_z * S * Z$$

10. Рассчитать отклонение от норм освещенности по формуле:

$$\Delta E\% = [(E_{\text{ф.}} - E_{\text{н.}}) / E_{\text{н.}}] * 100\%$$

Отклонение освещенности $\Delta E\%$ должно быть в допустимых пределах (-10%...+20%).

11. Выполнить расчет служебного помещения по пунктам 1 – 10.

ЗАДАНИЕ № 3.

Расчет остальных помещений выполнить методом удельной мощности. По таблице определить табличную удельную мощность для каждого помещения и определяем мощность осветительной нагрузки по формуле:

$$P_{р.л.} = P_{уд.} * S / N$$

где $P_{р.л.}$ – расчетная мощность лампы, Вт

$P_{уд.}$ – удельная табличная мощность, Вт/м

S – площадь помещения, м²

N – планируемое количество светильников.

1. Определить расчетную высоту рабочего места:

$$H_p = h - h_1 - h_2$$

2. Рассчитать удельную мощность:

$$P_{уд.} = P_{уд. \text{ табл.}} * E_n * K_z * Z / \eta * K_{и} * E_{норм.}$$

где $K_{и} = 0,48 * \sqrt{S} / H_p$ – коэффициент использования светового потока,

K_z – коэффициент запаса,

Z – коэффициент неравномерности освещенности.

3. Расчетная удельная мощность:

$$P_{р.л.} = P_{уд.} * S$$

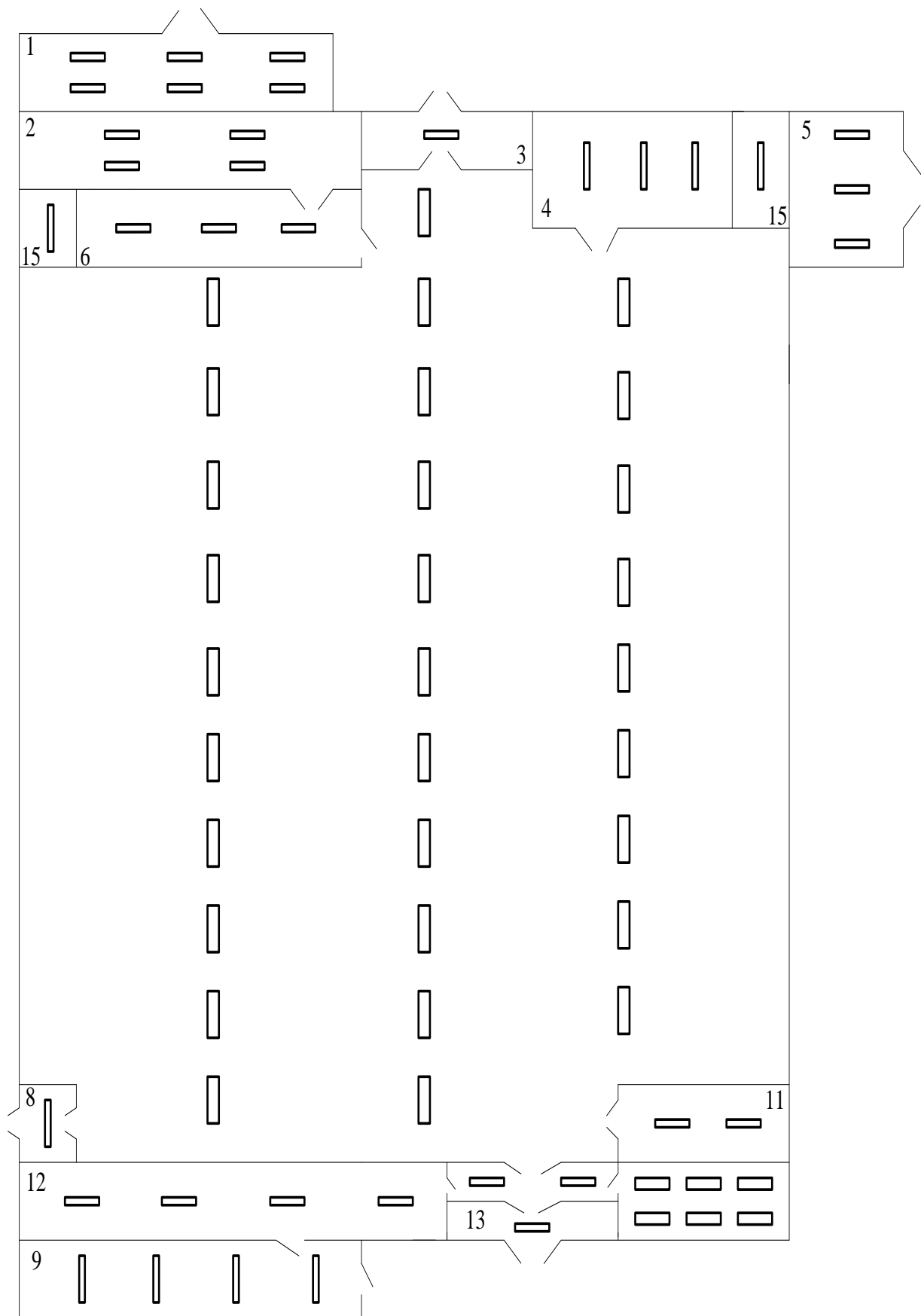
4. Определить число светильников по формуле:

$$N = P_{уд.} * S / P_{св.}$$

5. Выполнить расчет для всех остальных помещений методом удельной мощности.

6. Выполнить чертеж плана осветительного оборудования телятника.

Примерный план расположения светильников:

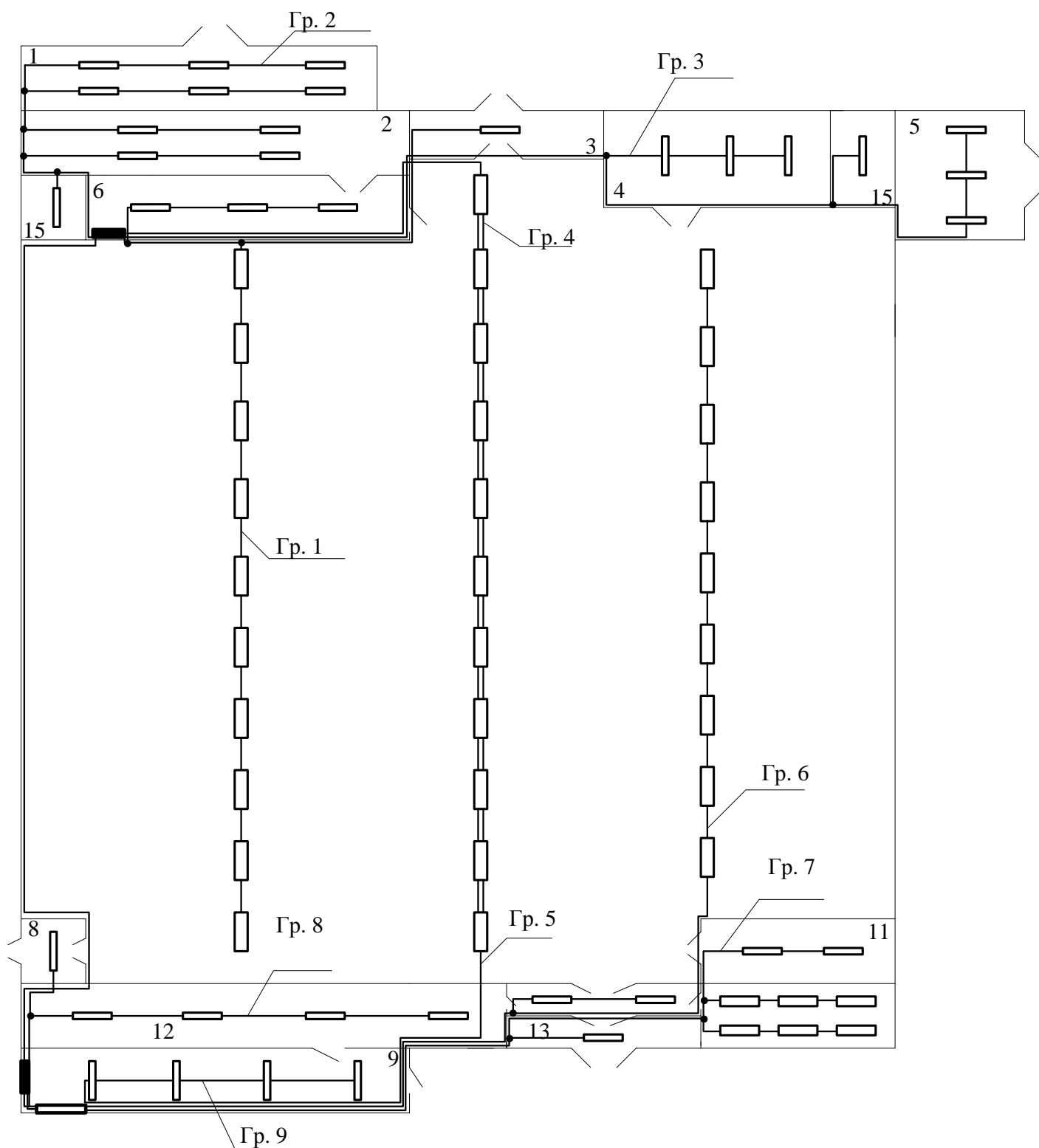


7. Заполнить таблицу: Марки светильников и источников света

№ п\п	Наименование помещения	Марка светильника	Источник света (тип лампы)	Световой поток 1-й лампы, Лм	Количество ламп в светильнике, шт.
1	Котельная				
2	Помещение для приготовления комбикормов				
3	Тамбур				
4	Приводная				
5	Помещение для погрузки навоза				
6	Помещение для подстилки и инвентаря				
7	Помещение для телят				
8	Тамбур				
9	Щитовая				
10	Коридор				
11	Санузел				
12	Вентиляционное помещение				
13	Тамбур				
14	Служебное помещение				
15	Помещения для транспортёров				

8. Распределить светильники по группам с присвоенными номерами. Выполнить чертеж плана электроснабжения осветительного оборудования объекта с указанием осветительных щитов.

Примерный план распределения светильников по группам:



ЗАДАНИЕ № 4.

1. Выполнить расчет мощностей групп по формуле:

$$P_{\text{гр.}} = n * P_{\text{св.}}$$

$P_{\text{св.}}$ – мощность светильника

N – количество светильников в группе.

2. Выполнить расчет токов групп по формуле:

$$I_{гр.} = 1,25 * P_{св.} / U_{\phi} * \cos \varphi$$

где $U_{\phi} = 220$ В – фазное напряжение группы

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности ламп.

3. Определить общую мощность на вводе щитов освещения.

$$P_{щО1} = \sum P_{гр.}$$

$$P_{щО2} = \sum P_{гр.}$$

4. Определить токи на вводе в осветительные щиты:

$$I_{щО1} = 1,25 * P_{щО1} / \sqrt{3} * U * \cos \varphi$$

$$I_{щО2} = 1,25 * P_{щО2} / \sqrt{3} * U * \cos \varphi$$

5. Определить общая мощность осветительной нагрузки:

$$P_{общ.} = P_{щО1} + P_{щО2}$$

6. Определить суммарный ток на вводе в осветительные щиты:

$$I_{щО\Sigma} = 1,25 * P_{общ} / \sqrt{3} * U * \cos \varphi$$

ЗАДАНИЕ № 5.

Выполнить выбор кабельной продукции и аппаратов защит для освещения. Принять к установке на вводе щитов выключатели марки ВА47-29-3Р, для групп выключатели ВА47-29-1Р с использованием таблицы технических характеристик.

Технические характеристики выключателя ВА 47-29

ВА 47-29

Номинальное рабочее напряжение, В

~230/400

Номинальный рабочий ток I_n , А

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 16, 20,
25, 32, 40, 50, 63

Частота тока сети, Гц

50

Наибольшая отключающая способность, не менее,
кА

4,5

Число полюсов

1, 2, 3, 4

Степень защиты по ГОСТ 14254-96

IP20

Автоматические выключатели ВА47-29 типа В.

1. Определить токи расцепителей по условиям:

$$1. I_{н.а.} \geq I_{гр.} * K_z$$

$$2. I_{н.т.} \geq I_{гр.}$$

где $I_{н.а.}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А;

$I_{н.т.}$ – номинальный ток теплового расцепителя, А;

Расчеты защиты остальных групп внести в монтажную таблицу.

2. Выполнить выбор кабеля на вводе осветительного щита

Условие выбора: $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{защ.}}$

3. Выполнить выбор кабеля для подключения осветительных групп.

Расчеты сечения остальных групп внести в монтажную таблицу.

4. Провести проверку выбранного сечения по потере напряжения.

Принимаем допустимую потерю в осветительной сети согласно ГОСТ 32144-2013 равную 5%. Провести пример расчета по наиболее загруженной и удаленной группе.

Определить потери напряжения по формуле:

$$\Delta U_{\text{гр.}} = M / c * F$$

где М – момент нагрузки, кВт*м;

с – расчетный коэффициент, для медных жил с = 12;

F – сечение кабеля, мм².

Определяем момент нагрузки:

$$M = \sum P_{\text{рл.}} * L$$

Определить потерю напряжения на участке от распределительного щита до щита освещения:

$$\Delta U_{\text{ЩР-ЩО}} = P_{\text{ЩО2}} * L_0 / c * F$$

Определить потерю напряжения в расчетной точке:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{\text{гр.}} + \Delta U_{\text{ЩР-ЩО}}$$

Аналогично провести расчет потерь напряжения для остальных групп и занести результаты в расчетно-монтажную таблицу.

Пример расчетно-монтажной таблицы осветительной сети

Групповой осветительный щиток				№ группы	Номинальная мощность, кВт	Ток рабочий, А	Длина линии, м	Потеря напряжения, %	Фаза подключения группы	Марка, сечение кабеля
Тип ОЩ, марка автоматического выключателя на вводе	Защитное устройство									
	Тип	Ток номинальный, А	Ток теплового расцепителя, А							
ОЩВ-5-0 36 УХЛ4 BA47-29 3P In.=25 А	BA47-29 1P	6	6	1	0,756	4,7	49	1,8	А	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	2	0,396	2,5	9	0,8	В	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	3	0,252	1,6	12	0,65	С	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	4	0,36	2,3	55	1,5	А	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	5	0,36	2,3	55	1,5	В	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	6	0,792	5	58	2,2	С	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	7	0,324	2	14	0,7	А	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	8	0,180	1,1	7	0,45	В	ВВГнг 3×1,5
	BA47-29 1P	6	6	9	0,144	0,9	5	0,4	С	ВВГнг 3×1,5
ВВГнг 4×6 ПР-3-0 36 УХЛ3										

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:

1. Записать в тетрадь тему, название работы, цель.
2. Записать в тетрадь условие задания.
3. Выполнить необходимые расчёты

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. инструкционные карты
2. Нормативные таблицы

Варианты заданий:

В телятнике на 200 голов размещены: котельная, помещение для приготовления комбикормов, вентиляционное помещение, санузел, помещение для телят и погрузки навоза. Помещение для телят относится к взрывоопасному помещению, так как выделяются газы, которые удаляются системой вентиляции. Помещение для приготовления комбикормов относится к пожароопасному помещению, так как используется сухие корма.

Стены помещений выполнены из железобетона со штукатурной отделкой с последующей покраской 50% синего цвета низ, 50% белого цвета вверх, полы железобетонные, потолок железобетонный с последующей побелкой белого цвета. В помещении для подстилки и инвентаря полы железобетонные покрытые деревянным настилом. В щитовой, санитарном узле и вентиляционном помещении полы железобетонные, покрытые гидроизоляцией с линолеумом. В коридоре и служебном помещении стены выполнены из вагонки.

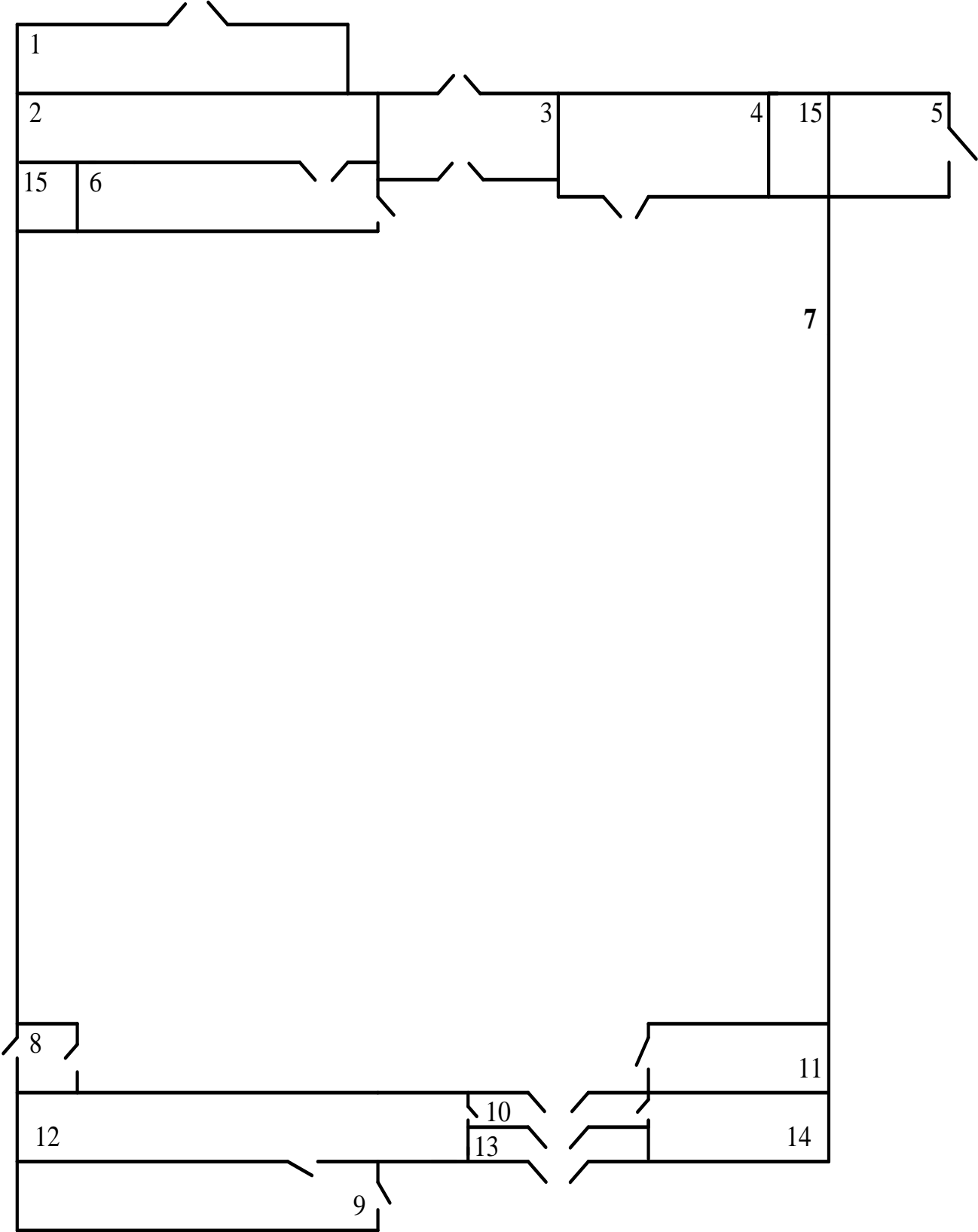
Задание:

По данным своего варианта выбрать марку светильника и осветительного прибора, определить количество светильников в помещениях, распределить светильники по группам. Рассчитать мощности и токи групп. Выбрать марку и сечение кабельной продукции с учетом защиты линий автоматическими выключателями. Составить монтажную таблицу осветительной электропроводки.

Помещения телятника:

№	Наименование помещения	Отражение светового потока в процентах от поверхности потолка, стен и пола
1	Котельная: $S=32,2 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
2	Помещение для приготовления комбикормов: $S=18,15 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
3	Тамбур: $S=4,8 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
4	Приводная: $S=23,65 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
5	Помещение для погрузки навоза: $S=31 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
6	Помещение для подстилки и инвентаря: $S=25,85 \text{ м}^2$	$30 \times 30 \times 10$
7	Помещение для телят: $S=716,8 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
8	Тамбур: $S=7 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
9	Щитовая: $S=11 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
10	Коридор: $S=13,8 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
11	Санузел: $S=11 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
12	Вентиляционное помещение: $S=26,4 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
13	Тамбур: $S=6,6 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$
14	Служебное помещение: $S=26,4 \text{ м}^2$	$70 \times 50 \times 20$
15	Помещения для транспортеров $S=6 \text{ м}^2$	$50 \times 30 \times 10$

План расположения помещений телятника



Вариант	Размеры помещений														
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12	№ 13	14	15
1	6×4×3,5	3×5×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	5×7×3,5	5×5×3,5	50×15×4	2×4×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	5×5×3,5	2×4×3,5	5×5	3×2
2	5×5×3,5	4×4×3,5	2×3×3,5	5×4×3,5	5×6×3,5	5×4×3,5	53×12×4	2×4×3,5	4×3×3,5	5×3×3,5	4×3×3,5	5×4×3,5	2×4×3,5	5×4	2×3
3	6×6×3,5	4×5×3,5	2×2×3,5	4×5×3,5	5×5×3,5	6×3×3,5	55×20×4	2×4×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	3×4×3,5	6×3×3,5	2×4×3,5	4×5	3×2
4	5×6×3,5	3×6×3,5	3×2×3,5	3×6×3,5	5×4×3,5	6×4×3,5	57×14×4	2×4×3,5	4×3×3,5	3×6×3,5	4×3×3,5	6×4×3,5	2×4×3,5	3×6	2×3
5	6×4×3,5	5×3×3,5	2×3×3,5	3×7×3,5	4×7×3,5	5×4×3,5	51×20×4	2×4×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	5×4×3,5	2×4×3,5	3×7	3×2
6	4×7×3,5	5×4×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	4×6×3,5	5×5×3,5	48×25×4	2×4×3,5	4×3×3,5	5×3×3,5	4×3×3,5	5×5×3,5	2×4×3,5	5×5	2×3
7	5×7×3,5	4×4×3,5	2×3×3,5	5×4×3,5	4×5×3,5	5×6×3,5	60×10×4	2×4×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	3×4×3,5	5×6×3,5	2×4×3,5	5×4	3×2
8	4×8×3,5	5×4×3,5	3×2×3,5	4×5×3,5	4×4×3,5	4×5×3,5	58×15×4	2×4×3,5	4×3×3,5	3×6×3,5	4×3×3,5	4×5×3,5	2×4×3,5	4×5	2×3
9	5×8×3,5	3×6×3,5	2×3×3,5	5×6×3,5	5×5×3,5	4×4×3,5	52×18×4	2×4×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	2×4×3,5	5×6	3×2
10	6×4×3,5	3×5×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	5×6×3,5	4×6×3,5	55×16×4	2×4×3,5	4×3×3,5	5×3×3,5	4×3×3,5	4×6×3,5	2×4×3,5	5×5	2×3
11	5×6×3,5	4×4×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	5×4×3,5	5×4×3,5	51×20×4	2×4×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	3×4×3,5	5×4×3,5	2×4×3,5	5×5	3×2
12	6×6×3,5	4×5×3,5	2×3×3,5	5×4×3,5	4×7×3,5	5×5×3,5	60×10×4	3×2×3,5	4×3×3,5	3×6×3,5	4×3×3,5	5×5×3,5	3×2×3,5	5×4	2×3
13	6×5×3,5	3×6×3,5	2×2×3,5	4×5×3,5	4×6×3,5	5×6×3,5	58×15×4	3×2×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	5×6×3,5	3×2×3,5	4×5	3×2
14	6×7×3,5	5×3×3,5	3×2×3,5	3×6×3,5	4×5×3,5	4×5×3,5	55×16×4	3×2×3,5	4×3×3,5	5×3×3,5	4×3×3,5	4×5×3,5	3×2×3,5	3×6	2×3
15	6×5×3,5	5×4×3,5	2×3×3,5	3×7×3,5	5×7×3,5	4×5×3,5	50×15×4	3×2×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	3×4×3,5	4×5×3,5	3×2×3,5	3×7	3×2
16	5×5×3,5	4×4×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	5×6×3,5	5×5×3,5	53×12×4	3×2×3,5	4×3×3,5	3×6×3,5	4×3×3,5	5×5×3,5	3×2×3,5	5×5	2×3
17	7×4×3,5	5×4×3,5	2×3×3,5	5×4×3,5	5×5×3,5	5×4×3,5	55×20×4	3×2×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	5×4×3,5	3×2×3,5	5×4	3×2
18	5×6×3,5	3×6×3,5	3×2×3,5	4×5×3,5	5×4×3,5	6×3×3,5	57×14×4	3×2×3,5	4×3×3,5	5×3×3,5	4×3×3,5	6×3×3,5	3×2×3,5	4×5	2×3
19	6×6×3,5	4×5×3,5	2×3×3,5	5×6×3,5	4×7×3,5	6×4×3,5	51×20×4	3×2×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	3×4×3,5	6×4×3,5	3×2×3,5	5×6	3×2
20	6×5×3,5	3×6×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	4×6×3,5	5×4×3,5	48×25×4	3×2×3,5	4×3×3,5	3×6×3,5	4×3×3,5	5×4×3,5	3×2×3,5	5×5	2×3
21	5×6×3,5	5×3×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	4×5×3,5	5×5×3,5	60×10×4	3×2×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	5×5×3,5	3×2×3,5	5×5	3×2
22	5×7×3,5	5×4×3,5	2×3×3,5	5×4×3,5	4×4×3,5	5×6×3,5	58×15×4	3×2×3,5	4×3×3,5	5×3×3,5	4×3×3,5	5×6×3,5	3×2×3,5	5×4	2×3
23	6×6×3,5	4×4×3,5	3×2×3,5	4×5×3,5	5×5×3,5	4×5×3,5	52×18×4	3×2×3,5	3×4×3,5	4×4×3,5	3×4×3,5	4×5×3,5	3×2×3,5	4×5	3×2
24	6×5×3,5	5×4×3,5	2×3×3,5	5×6×3,5	5×6×3,5	4×4×3,5	55×16×4	3×2×3,5	4×3×3,5	3×6×3,5	4×3×3,5	4×4×3,5	3×2×3,5	5×6	2×3
25	6×6×3,5	3×6×3,5	3×2×3,5	5×5×3,5	5×5×3,5	4×6×3,5	58×15×4	3×2×3,5	3×4×3,5	3×5×3,5	3×4×3,5	4×6×3,5	3×2×3,5	5×5	3×2

Пример расчета электрооборудования телятника

Технологический процесс телятника на 200 голов включает в себя приготовление комбикормов, удаление навоза и создание микроклимата. Раздача кормов проводится раздатчиками КТУ-10А в кормушки. Поение предусмотрено из поилок ПА-1А в количестве 100 штук. Вода для использования в поилках нагревается в электрическом накопительном нагревателе ЭПЗ-15. Навоз удаляется из навозных проходов с помощью скреперных установок УСГ-3, который далее удаляется шнековыми транспортерами горизонтальным и наклонным ТШГ-250 и ТШН-300 в прицеп в помещении для погрузки навоза.

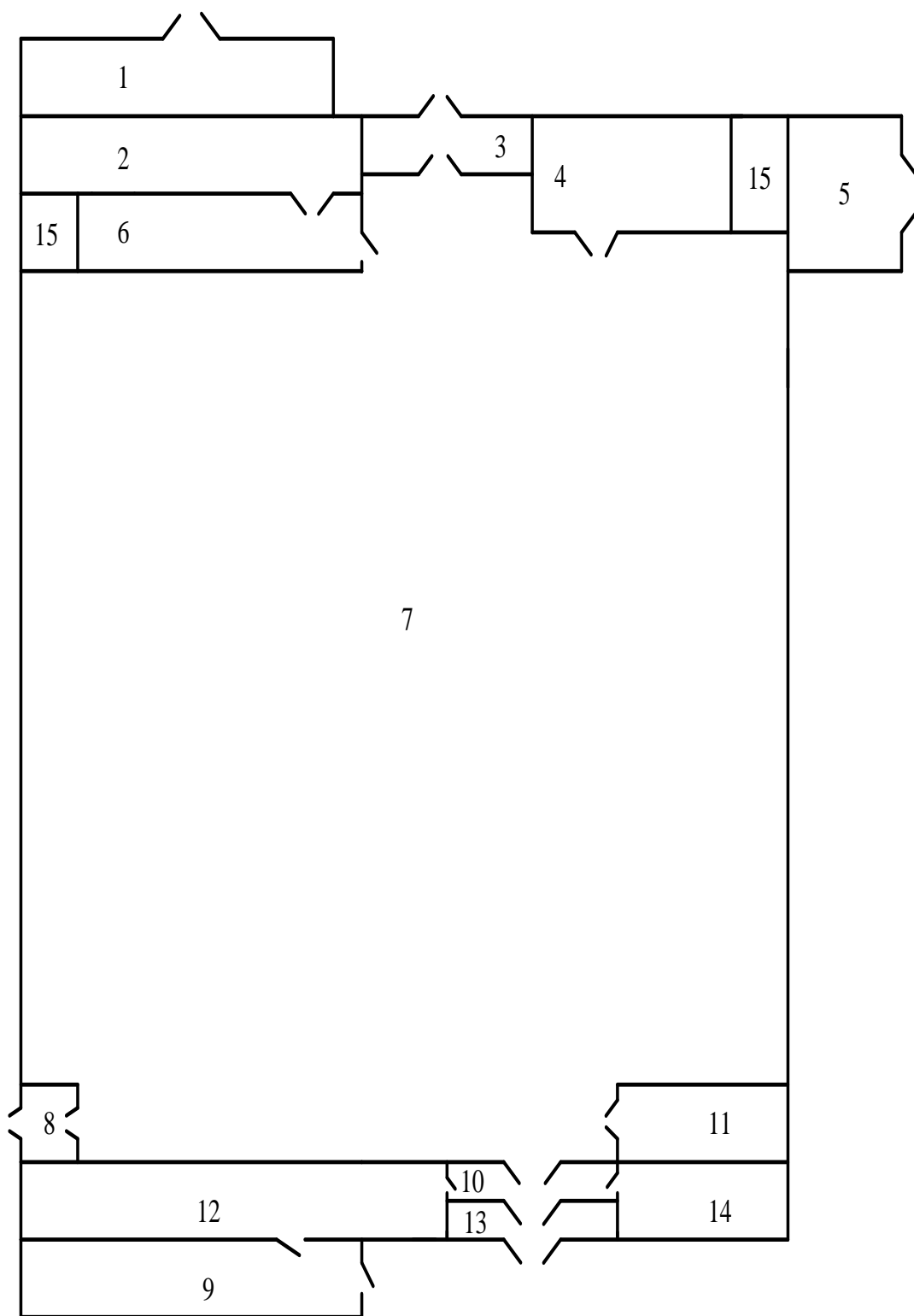
В телятнике на 200 голов размещены: котельная, помещение для приготовления комбикормов, вентиляционное помещение, санузел, помещение для телят и погрузки навоза. Помещение для телят относится к взрывоопасному помещению, так как выделяются газы, которые удаляются системой вентиляции. Помещение для приготовления комбикормов относится к пожароопасному помещению, так как используется сухие корма.

Стены помещений выполнены из железобетона со штукатурной отделкой с последующей покраской 50% синего цвета низ, 50% белого цвета вверх, полы железобетонные, потолок железобетонный с последующей побелкой белого цвета. В помещении для подстилки и инвентаря полы железобетонные покрытые деревянным настилом. В щитовой, сан. узле и вентиляционном помещении полы железобетонные, покрытые гидроизоляцией с линолеумом. В коридоре и служебном помещении стены выполнены из вагонки.

№	Наименование и площадь помещения	Высота помещений, м	Отражение светового потока в процентах от поверхности потолка, стен и пола
1	Котельная: S=32,2 м ²	3,5	50×30×10
2	Помещение для приготовления комбикормов: S=18,15 м ²	3,5	50×30×10
3	Тамбур: S=4,8 м ²	3,5	50×30×10
4	Приводная: S=23,65 м ²	3,5	50×30×10
5	Помещение для погрузки навоза: S=31 м ²	3,5	50×30×10
6	Помещение для подстилки и инвентаря: S=25,85 м ²	3,5	30×30×10
7	Помещение для телят: S=716,8 м ²	3,7	50×30×10

8	Тамбур: S=7 м ²	3,5	50×30×10
9	Щитовая: S=11 м ²	3,5	50×30×10
10	Коридор: S=13,8 м ²	3,5	50×30×10
11	Санузел: S=11 м ²	3,5	50×30×10
12	Вентиляционное помещение: S=26,4 м ²	3,5	50×30×10
13	Тамбур: S=6,6 м ²	3,5	50×30×10
14	Служебное помещение: S=26,4 м ²	3,5	70×50×20
15	Помещения для транспортёров S=6 м ²	3,5	50×30×10

План расположения помещений телятника



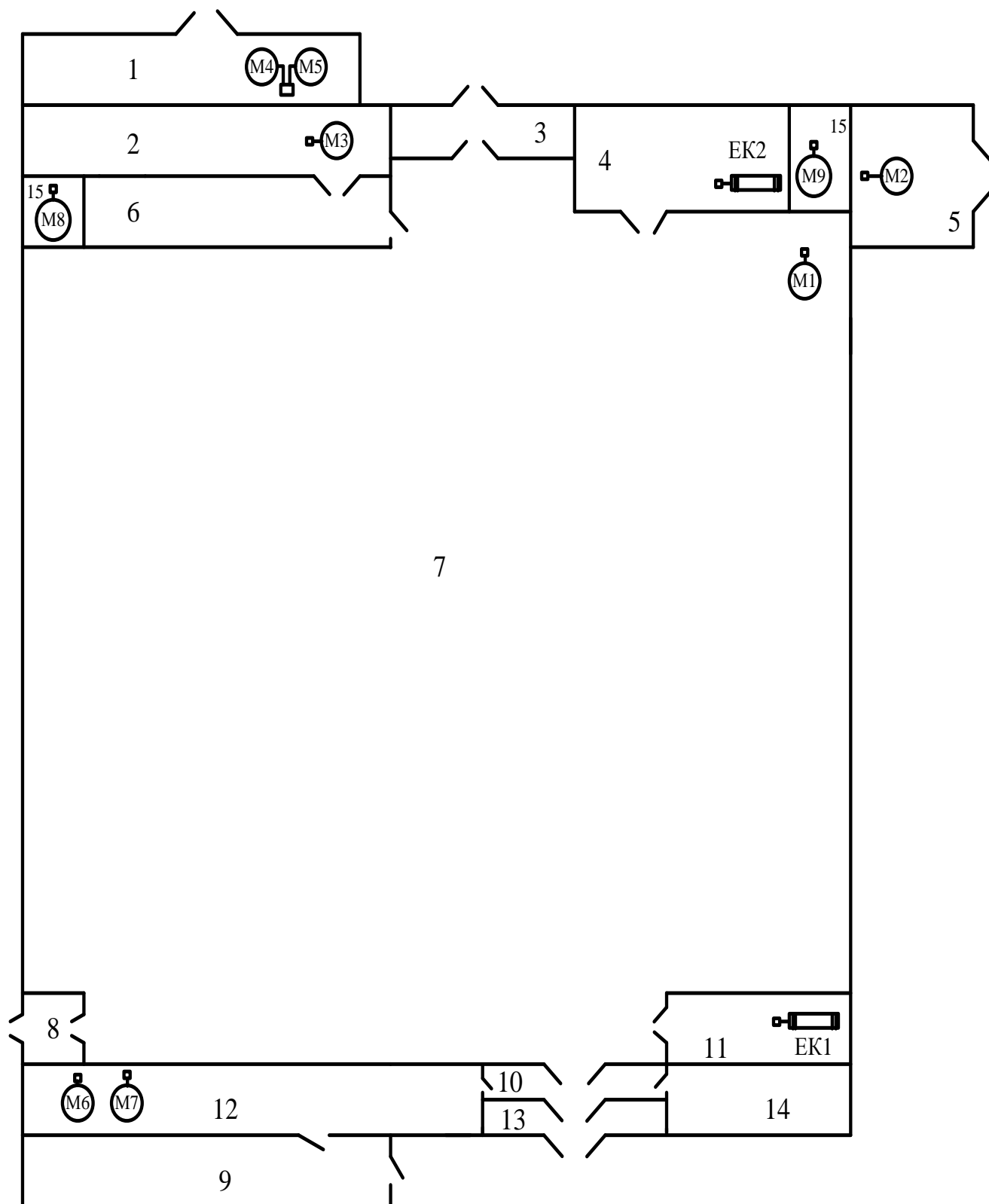
Телятник предусматривает боксовое содержание.

Для проекта снабжения внутренней электросети телятника на 200 голов создаем чертеж плана помещений с расположением электрических нагрузок.

Расчет силовой электропроводки телятника.

Таблица электрооборудования телятника:

№ п/п	Наименование ЭО	Марка электродвигателя	Р _{уст} , кВт.	η, %	cos φ	К _п
1	Транспортер горизонтальный ТШГ- 250	РА112М2У3	7,5	0,87	0,88	6,5
2	Транспортер наклонный ТШН-300	РА100Л2У3	5,5	0,87	0,91	6,5
3	Измельчитель комбикормов	РА100Л2У4	5,5	0,87	0,91	4,5
4	Насос	РА80В2У3	2,2	0,83	0,87	6,5
5	Резервный насос	РА80В2У3	2,2	0,83	0,87	6,5
6	Вентилятор вытяжной	РА100Л2У3	5,5	0,87	0,91	7,5
7	Вентилятор проточный	РА132М2У3	11	0,88	0,9	7,5
8	скреперная установка УГС-3	РА112М8	1,5	0,73	0,7	4,5
9	скреперная установка УГС-3	РА112М8	1,5	0,73	0,7	4,5
10	Водонагреватель накопительный ЕК ₁	ЭПЗ-15	15	0,95	1	-
11	Водонагреватель ЕК ₂ автопоения	САЗС-400/90	12	0,95	1	-



Выбор защитной аппаратуры телятника

Произведем выбор защиты силовой электропроводки: автоматические выключатели QF для защиты электродвигателей и водонагревателя. Для управления электродвигателями проведем выбор магнитных пускателей, тепловых реле.

Пускатели выбираются по условиям:

1. Сила номинального тока пускателя должна соответствовать току электродвигателя: $I_{н.п.} \geq I_{н.д.}$.

1. Для выбора аппаратуры защиты автоматического выключателя определяем номинальную силу тока, пусковую силу тока электродвигателей.

Номинальная сила тока определяются по формуле:

$$I_{н.п.} \geq I_{н.д.}$$

2. Напряжение втягивающей катушки должно быть равно напряжению сети:

$$U_{н.кат.} \geq U_c.$$

3. Пускатель должен обеспечивать нормальные условия коммутации:

$$I_{н.п.} \geq I_{п.д.}/6$$

где: $I_{п.д.}$ – пусковой ток двигателя, А

$I_{ном.М}$ – номинальная сила тока электродвигателя, А

$U_{ном.М}$ – номинальное напряжение электродвигателя, кВ;

Принимается $U_{ном} = 0,38\text{кВ}$.

Для выбора аппаратуры проводим расчет токов электродвигателя по формуле:

$$I_{н.д.} = P_{н.д.} / (\sqrt{3} * U_{н.} * \eta * \cos \varphi)$$

где P_M – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

$\cos \varphi_M$ – коэффициент мощности электродвигателя;

η_M – (КПД) коэффициент полезного действия электродвигателя.

Рассчитываем пусковые токи по формуле:

$$I_{п.М} = I_{ном.М} * K_{п}$$

где:

$I_{п.М}$ – пусковая сила тока электродвигателя, А;

$I_{ном.М}$ – номинальная сила тока электродвигателя, А;

$K_{п.М}$ – кратность пускового тока электродвигателя.

Выбираем пускатели серии КМИ, которые предназначены для пуска, остановки и реверсирования асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором на напряжение до 660 В.

Тепловые реле должны соответствовать типу и размеру пускателей. Также учитывается условие: $I_{н.реле.} \geq I_{н.д.}$.

Номинальный ток электродвигателя должен находиться в пределах регулирования тока несрабатывания теплового реле. Выбираем тепловые реле марки РТИ.

Для защиты от короткого замыкания автоматические выключатели на соответствующее значение номинального тока срабатывания.

Автоматические выключатели выбираем по условиям:

1. номинальная сила тока автоматического выключателя QF больше номинальной силы тока электродвигателя М: $I_{ном.QF} \geq I_{ном.M}$

где: $I_{ном.QF}$ - номинальная сила тока автоматического выключателя, А.

2. сила тока теплового расцепителя автоматического выключателя QF больше либо равна номинальной силе тока электродвигателя М.

$$I_{т.р.QF} \geq K_3 * I_{ном.M}$$

где: $I_{т.р.QF}$ - сила тока теплового расцепителя автоматического выключателя QF, А;

K_3 – коэффициент запаса (1,1...1,3); принимается $K_3 = 1,1$.

3. сила тока электромагнитного расцепителя автоматического выключателя QF больше пускового тока электродвигателя:

$$I_{эл.м.р.QF} = K_э * I_{т.р.QF} > K_н * I_{п.М},$$

где: $I_{эл.м.р.QF}$ - сила тока электромагнитного расцепителя автоматического выключателя, А;

$K_э$ – кратность электромагнитного расцепителя. Принимается (тип В – в 3 раза больше, тип С – в 5 раз больше, тип D – в 10 раз больше) – для характеристики срабатывания расцепителя.

$K_н$ – коэффициент надежности; принимается $K_н = 1,25$.

Проводим расчет токов двигателей:

Номинальный и пусковой токи двигателя М1:

$$I_{н.д.1} = 7,5 / (1,73 * 0,38 * 0,87 * 0,88) = 15 \text{ А}$$

$$I_{п.д.1} = 15 * 6,5 = 97,5 \text{ А}$$

Номинальный и пусковой токи двигателя М2:

$$I_{н.д.2} = 5,5 / (1,73 * 0,38 * 0,87 * 0,91) = 10,6 \text{ А}$$

$$I_{п.д.2} = 15 * 6,5 = 68,7 \text{ А}$$

Номинальный и пусковой токи двигателя М3:

$$I_{н.д.3} = 1,5 / (1,73 * 0,38 * 0,73 * 0,7) = 4,5 \text{ А}$$

$$I_{п.д.3} = 4,5 * 4,5 = 20 \text{ А}$$

Номинальный и пусковой токи двигателя М4:

$$I_{н.д.4} = 5,5 / (1,73 * 0,38 * 0,87 * 0,91) = 10,6 \text{ А}$$

$$I_{п.д.4} = 10,6 * 4,5 = 47,5 \text{ А}$$

Номинальный и пусковой токи двигателей М5 и М6:

$$I_{н.д.5,6} = 2,2 / (1,73 * 0,38 * 0,83 * 0,87) = 4,6 \text{ А}$$

$$I_{п.д.5,6} = 4,6 * 6,5 = 30 \text{ А}$$

Номинальный и пусковой токи двигателя М7:

$$I_{н.д.7} = 5,5 / (1,73 * 0,38 * 0,87 * 0,91) = 10,6 \text{ А}$$

$$I_{п.д.7} = 10,6 * 7,5 = 79,5 \text{ А}$$

Номинальный и пусковой токи двигателя М8:

$$I_{н.д.8} = 11 / (1,73 * 0,38 * 0,89 * 0,95) = 19,8 \text{ А}$$

$$I_{п.д.8} = 19,8 * 7,5 = 148,4 \text{ А}$$

Номинальный ток нагревателя 9:

$$I_{н.9} = 15 / (1,73 * 0,38 * 0,95) = 24 \text{ А}$$

Номинальный ток нагревателя 10:

$$I_{н.10} = 12 / (1,73 * 0,38 * 0,79) = 23 \text{ А}$$

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателя М1:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 15 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-11810 $I_{н.п.}=18 \text{ А}$; $I_{\max.п.}=6*18=108 \text{ А}$

$$I_{\max.п.} \geq I_{п.д.1} = 97,5 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1321 с пределами регулирования по току 12-18 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=16 \text{ А}$

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

$$1. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_{н.д.}=15 \text{ А}$$

$$2. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_3 * K_3 = 16 \text{ А}$$

где I_3 – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)

K_3 – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_3=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×1,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателя М2:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 10,6 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-11210 $I_{н.п.}=12 \text{ А}$; $I_{\max.п.}=6*12=72 \text{ А}$

$$I_{\max.п.} \geq I_{п.д.1} = 68,7 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1316 с пределами регулирования по току 9-13 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=13$ А

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

1. $I_{доп.} \geq I_{н.д.}=10,6$ А
2. $I_{доп.} \geq I_3 \cdot K_3 = 13$ А

где I_3 – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)

K_3 – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_3=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×1,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателя М3:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 4,5 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-11910 $I_{н.п.}=9$ А; $I_{маx.п.}=6 \cdot 9 = 54$ А

$$I_{маx.п.} \geq I_{п.д.1} = 20 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1310 с пределами регулирования по току 4-6 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=5$ А

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

1. $I_{доп.} \geq I_{н.д.}=4,5$ А
2. $I_{доп.} \geq I_3 \cdot K_3 = 5$ А

где I_3 – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)

K_3 – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_3=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×1,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателя М4:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 10,6 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-11210 $I_{н.п.}=12$ А; $I_{маx.п.}=6 \cdot 12 = 72$ А

$$I_{маx.п.} \geq I_{п.д.1} = 47,5 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1316 с пределами регулирования по току 9-13 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=13$ А

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

1. $I_{доп.} \geq I_{н.д.}=10,6$ А
2. $I_{доп.} \geq I_3 \cdot K_3 = 13$ А

где I_z – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)
 K_z – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_z=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×1,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателей М5, М6:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 4,6 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-11910 $I_{н.п.}=9 \text{ А}$; $I_{маx.п.}=6*9=54 \text{ А}$

$$I_{маx.п.} \geq I_{п.д.1} = 30 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1310 с пределами регулирования по току 4-6 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=5 \text{ А}$

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

$$1. \quad I_{доп.} \geq I_{н.д.}=4,6 \text{ А}$$

$$2. \quad I_{доп.} \geq I_z * K_z = 5 \text{ А}$$

где I_z – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)
 K_z – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_z=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×1,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателя М7:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 10,6 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-11810 $I_{н.п.}=18 \text{ А}$; $I_{маx.п.}=6*18=108 \text{ А}$

$$I_{маx.п.} \geq I_{п.д.1} = 79,5 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1316 с пределами регулирования по току 9-13 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=13 \text{ А}$

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

$$1. \quad I_{доп.} \geq I_{н.д.}=10,6 \text{ А}$$

$$2. \quad I_{доп.} \geq I_z * K_z = 13 \text{ А}$$

где I_z – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)
 K_z – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_z=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×1,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления двигателя М8:

Пуск двигателя легкий, поэтому пусковой коэффициент $\alpha=2,5$.

$$I_{н.п.} \geq 19,8 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-22510 $I_{н.п.}=25 \text{ А}$; $I_{\max.п.}=6*25=150 \text{ А}$

$$I_{\max.п.} \geq I_{п.д.1} = 148,5 \text{ А}$$

Проводим выбор теплового реле:

Выбираем реле марки РТИ 1322 с пределами регулирования по току 17-25 А

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=20 \text{ А}$

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

$$1. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_{н.д.}=19,8 \text{ А}$$

$$2. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_3 * K_3 = 20 \text{ А}$$

где I_3 – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)

K_3 – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_3=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×2,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления нагревателем 9:

$$I_{н.} \geq 24 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-22510 $I_{н.п.}=25 \text{ А}$;

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=25 \text{ А}$

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

$$1. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_{н.}=24 \text{ А}$$

$$2. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_3 * K_3 = 25 \text{ А}$$

где I_3 – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)

K_3 – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_3=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×2,5

Проводим выбор оборудования защиты и управления нагревателем 10:

$$I_{н.} \geq 23 \text{ А}$$

Выбираем пускатель КМИ-22510 $I_{н.п.}=25 \text{ А}$;

Проводим выбор автоматического выключателя:

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29М $I_{н.р}=25 \text{ А}$

Проводим выбор проводников силовой сети:

Выбираем кабель марки ВВГнг 4-х жильный по условиям:

$$1. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_{н.}=23 \text{ А}$$

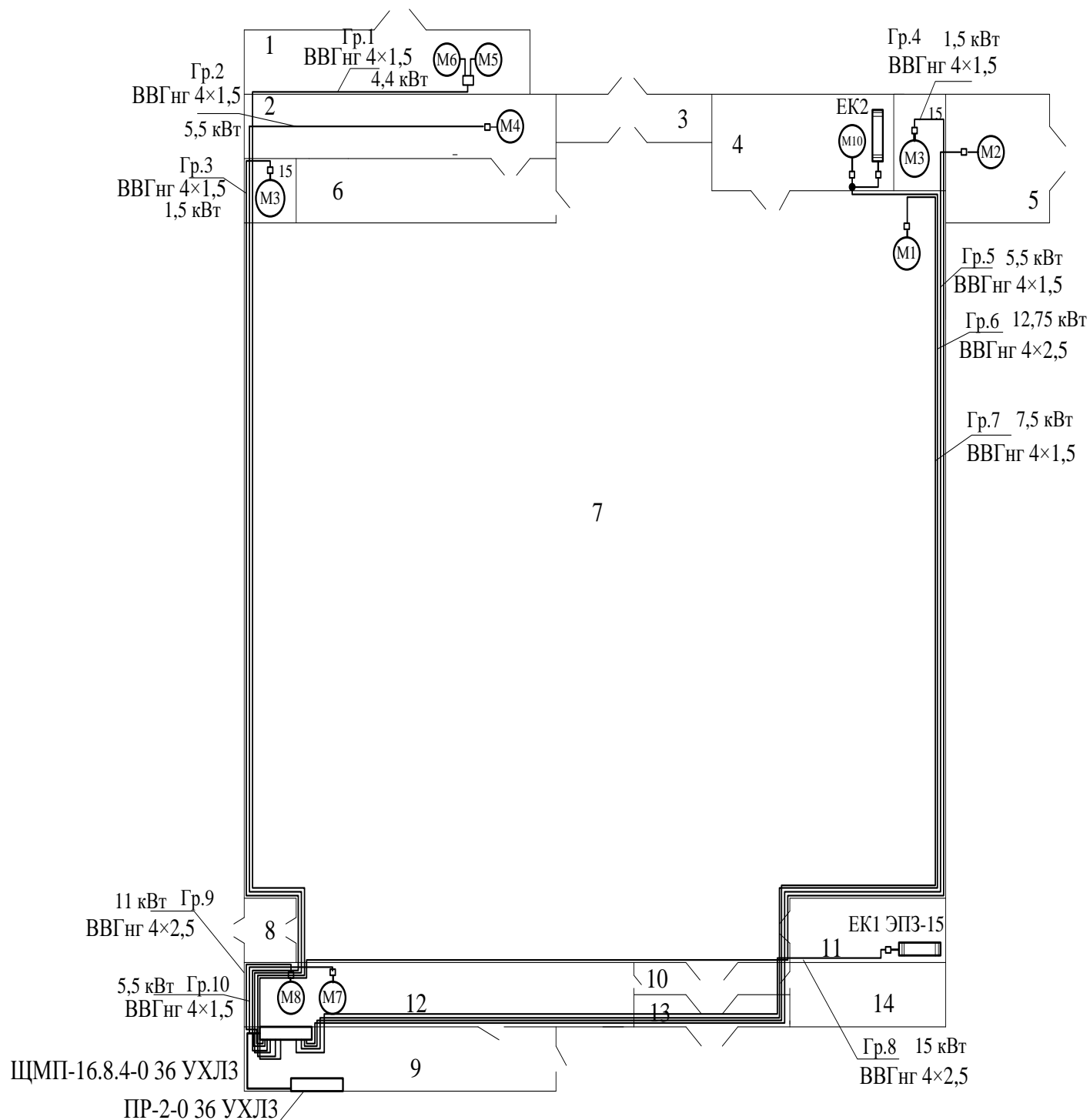
$$2. \quad I_{\text{доп.}} \geq I_3 * K_3 = 25 \text{ А}$$

где I_3 – ток защиты двигателя (ток теплового расцепителя $I_{н.р}$)

K_3 – кратность защиты (для выключателей ВА47-29 $K_3=1$)

Выбираем марку кабеля ВВГнг 4×2,5

План помещения телятника с компоновкой силовой сети



Распределение нагрузок по группам и выбор защиты групп

Все нагрузки, кроме насосов котельной подключены на отдельные группы.

Гр.1 Насос и резервный насос котельной М5 и М6.

Так насосы не включаются совместно, то ток группы равен току одного насоса.

$$I_{p.1} = 10,6 \text{ А}; I_{п.1} = 79,5 \text{ А}$$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

$$1. I_{н.т.} \geq I_{р.1} = 10,6 \text{ А}$$

$$2. I_{н.т.} \geq I_{п.1} * 0,4 = 79,5 * 0,4 = 31,8 \text{ А}$$

$$I_{н.т.} = 40 \text{ А}$$

Выбор кабеля для группы 1 проводится по условиям:

$$1. I_{доп.} \geq I_{р.1} = 10,6 \text{ А}$$

$$2. I_{доп.} \geq I_{з.} * K_3 = 40 \text{ А}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×6 $I_{доп.} = 40 \text{ А}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.2 Измельчитель комбикормов М4. $I_{р.1} = 10,6 \text{ А}$; $I_{п.2} = 47,5 \text{ А}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

$$1. I_{н.т.} \geq I_{р.2} = 10,6 \text{ А}$$

$$2. I_{н.т.} \geq I_{п.2} * 0,4 = 47,5 * 0,4 = 19 \text{ А}$$

$$I_{н.т.} = 20 \text{ А}$$

Выбор кабеля для группы 2 проводится по условиям:

$$1. I_{доп.} \geq I_{р.2} = 10,6 \text{ А}$$

$$2. I_{доп.} \geq I_{з.} * K_3 = 40 \text{ А}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×4 $I_{доп.} = 25 \text{ А}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.3 и Гр.4 Скреперные установки УГС-3М4 (2 двигателя М3).

$$I_{р.3} = 4,5 \text{ А}; I_{п.3} = 20 \text{ А}$$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

$$1. I_{н.т.} \geq I_{р.3} = 4,5 \text{ А}$$

$$2. I_{н.т.} \geq I_{п.3} * 0,4 = 20 * 0,4 = 8 \text{ А}$$

$$I_{н.т.} = 10 \text{ А}$$

Выбор кабеля для групп 3, 4 проводится по условиям:

$$1. I_{доп.} \geq I_{р.3} = 4,5 \text{ А}$$

$$2. I_{доп.} \geq I_{з.} * K_3 = 10 \text{ А}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×1,5 $I_{\text{доп.}}=16 \text{ А}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.5 Транспортер наклонный ТШН-300 М2. $I_{\text{р.5}} = 10,6 \text{ А}$; $I_{\text{п.5}} = 97,5 \text{ А}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

1. $I_{\text{н.т.}} \geq I_{\text{р.5}} = 10,6 \text{ А}$

2. $I_{\text{н.т.}} \geq I_{\text{п.5}} * 0,4 = 97,5 * 0,4 = 39 \text{ А}$

$I_{\text{н.т.}} = 40 \text{ А}$

Выбор кабеля для группы 5 проводится по условиям:

1. $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.5}} = 10,6 \text{ А}$

2. $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{з.}} * K_3 = 40 \text{ А}$

Принимаем кабель ВВГнг 5×6 $I_{\text{доп.}}=40 \text{ А}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.6 Водонагреватель автопоения с насосом САЗС-400/90 М10.

$I_{\text{р.6}} = 12,75 \text{ А}$; $I_{\text{п.6}} = 10,2 \text{ А}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

1. $I_{\text{н.т.}} \geq I_{\text{р.6}} = 12,75 \text{ А}$

$I_{\text{н.т.}} = 13 \text{ А}$

Выбор кабеля для группы 6 проводится по условиям:

1. $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.6}} = 12,75 \text{ А}$

2. $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{з.}} * K_3 = 13 \text{ А}$

Принимаем кабель ВВГнг 5×1,5 $I_{\text{доп.}}=16 \text{ А}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.7 Транспортер горизонтальный ТШГ-250 М1. $I_{\text{р.7}} = 15 \text{ А}$; $I_{\text{п.7}} = 97,5 \text{ А}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

1. $I_{\text{н.т.}} \geq I_{\text{р.7}} = 15 \text{ А}$

2. $I_{\text{н.т.}} \geq I_{\text{п.7}} * 0,4 = 97,5 * 0,4 = 39 \text{ А}$

$I_{\text{н.т.}} = 40 \text{ А}$

Выбор кабеля для группы 7 проводится по условиям:

1. $I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.7}} = 15 \text{ А}$

$$2. I_{\text{доп.}} \geq I_3 \cdot K_3 = 40 \text{ A}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×6 $I_{\text{доп.}}=40 \text{ A}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.8 Водонагреватель накопительный ЭПЗ-15 М1. $I_{p.8} = 24 \text{ A}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

$$1. I_{\text{н.т.}} \geq I_{p.8} = 24 \text{ A} \quad I_{\text{н.т.}} = 25 \text{ A}$$

Выбор кабеля для группы 8 проводится по условиям:

$$1. I_{\text{доп.}} \geq I_{p.8} = 24 \text{ A}$$

$$2. I_{\text{доп.}} \geq I_3 \cdot K_3 = 25 \text{ A}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×2,5 $I_{\text{доп.}}=25 \text{ A}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.9 Вентилятор проточный М8. $I_{p.9} = 19,8 \text{ A}$; $I_{п.9} = 148,4 \text{ A}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

$$1. I_{\text{н.т.}} \geq I_{p.9} = 19,8 \text{ A}$$

$$2. I_{\text{н.т.}} \geq I_{п.9} \cdot 0,4 = 148,4 \cdot 0,4 = 59,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{н.т.}} = 63 \text{ A}$$

Выбор кабеля для группы 9 проводится по условиям:

$$1. I_{\text{доп.}} \geq I_{p.9} = 19,8 \text{ A}$$

$$2. I_{\text{доп.}} \geq I_3 \cdot K_3 = 63 \text{ A}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×10 $I_{\text{доп.}}=75 \text{ A}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Гр.10 Вентилятор вытяжной М7. $I_{p.10} = 10,6 \text{ A}$; $I_{п.10} = 79,5 \text{ A}$

Для защиты группы выбираем выключатель марки ВА47-29. Определяем ток теплового расцепителя по условиям:

$$1. I_{\text{н.т.}} \geq I_{p.10} = 10,6 \text{ A}$$

$$2. I_{\text{н.т.}} \geq I_{п.10} \cdot 0,4 = 79,5 \cdot 0,4 = 31,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{н.т.}} = 32 \text{ A}$$

Выбор кабеля для группы 10 проводится по условиям:

$$1. I_{\text{доп.}} \geq I_{p.10} = 10,6 \text{ A}$$

$$2. I_{\text{доп.}} \geq I_3 \cdot K_3 = 32 \text{ A}$$

Принимаем кабель ВВГнг 5×6 $I_{\text{доп.}}=40 \text{ A}$

Кабель проложен открыто по стене на скобах в гофрированной трубе.

Нормативные справочные материалы

Технические характеристики пускателей КМИ

Параметры	КМИ- 10910 КМИ- 10911	КМИ- 11210 КМИ- 11211	КМИ- 11810 КМИ- 11811	КМИ- 22510 КМИ- 22511	КМИ- 23210 КМИ- 23211	КМИ- 34012	КМИ- 35012	КМИ- 46512	КМИ- 48012	КМИ- 49512
Номинальное рабочее напряжение переменного тока U, В	230, 400, 660									
Номинальное напряжение изоляции U, В	660									
Номинальный рабочий ток I _s , А	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
Условный тепловой ток I _{th} (t°<40°), А	25	25	32	40	50	60	80	80	125	125

Технические характеристики встроенных тепловых реле

Наименование реле	Диапазон уставок реле, А	Кол-во и вид контактов
РТИ-1301	0,1 - 0,16	1з+1р
РТИ-1302	0,16 - 0,25	1з+1р
РТИ-1303	0,25 - 0,4	1з+1р
РТИ-1304	0,4 - 0,63	1з+1р
РТИ-1305	0,63 - 1,0	1з+1р
РТИ-1306	1 - 1,6	1з+1р
РТИ-1307	1,6 - 2,5	1з+1р
РТИ-1308	2,5 - 4,0	1з+1р
РТИ-1310	4,0 - 6,0	1з+1р
РТИ-1312	5,5 - 8	1з+1р
РТИ-1314	7 - 10	1з+1р
РТИ-1316	9 - 13	1з+1р
РТИ-1321	12 - 18	1з+1р
РТИ-1322	17 - 25	1з+1р
РТИ-2355	28 - 36	1з+1р
РТИ-3353	23 - 32	1з+1р
РТИ-3355	30 - 40	1з+1р
РТИ-3357	37 - 50	1з+1р
РТИ-3359	48 - 65	1з+1р
РТИ-3361	55 - 70	1з+1р
РТИ-3363	63 - 80	1з+1р
РТИ-3365	80 - 93	1з+1р
Реле РТИ-5369	55 - 80	1з+1р
Реле РТИ-5370	63 - 90	1з+1р
Реле РТИ-5371	90 - 120	1з+1р
Реле РТИ-5375	120 - 150	1з+1р
Реле РТИ-5376	150 - 180	1з+1р
Реле РТИ-6376	125 - 200	1з+1р

Допустимые токовые нагрузки кабеля ВВГнг.

Номинальное сечение жилы, мм ²	Допустимые токовые нагрузки на кабель ВВГнг, А					
	Одножильных		Двухжильных		Трёхжильных	
	На воздухе	В земле	На воздухе	В земле	На воздухе	В земле
1,5	29	32	24	33	21	28
2,5	40	42	33	44	28	37
4	53	54	44	56	37	48
6	67	67	56	71	49	58
10	91	89	76	94	66	77
16	121	116	101	123	87	100
25	160	148	134	157	115	130
35	197	178	166	190	141	158
50	247	217	208	230	177	192
70	318	265	—	—	226	237
95	386	314	—	—	274	283
120	450	358	—	—	321	321
150	521	406	—	—	370	363
185	594	455	—	—	421	406
240	704	525	—	—	499	468

Допустимый ток нагрузки, А

Номинальное сечение жил, мм ²	С двумя основными жилами	С тремя основными жилами	С четырьмя основными жилами
1,5	24	21	19
2,5	33	28	26
4	44	37	34
6	56	49	45
10	76	66	61
16	101	87	81
25	134	115	107
35	166	141	131
50	208	177	165

Нормы освещенности

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
А. ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ					
а) Для крупного рогатого скота молочного направления					
1. Помещения для содержания коров и ремонтного молодняка: зона кормления	Пол, зона расположения кормушек	Горизонтальная	75	30	Во время доения освещенность на уровне вымени коровы должна быть не менее 150 лк
стойла, секции, боксы	Пол	То же	50	20	
2. Помещения для содержания быков-производителей	Пол, зона расположения кормушек	»	75	30	
3. Помещения родильного отделения:					
для отела коров	Пол	»	150	100	
для санитарной обработки коров	То же	»	75	30	
профилакторий, помещения для содержания телят	»	»	100	50	
4. Телятники	»	»	100	50	
б) Для крупного рогатого скота мясного направления					
5. Денник и секции для коров-кормилиц с телятами	Пол	Горизонтальная	75	30	
6. Помещения для доразбивания молодняка	То же	То же	50	20	
7. Помещения для откорма молодняка (стойла, секции, боксы)	»	»	50	20	
8. Помещения для санитарной обработки, сушки и взвешивания молодняка	Шкала приборов	Плоскость расположения шкалы	100	50	
в) Для свиней					
9. Помещения для содержания хряков-производителей, холостых и супоросных маток	Пол	Горизонтальная	75	30	
10. Помещения для подсосных маток	То же	То же	100	50	
11. Помещения для содержания отъемышей и ремонтного молодняка	»	»	75	30	
12. Помещения для содержания откормочного поголовья	»	»	50	20	
г) Для овец					
13. Помещения для содержания маток, баранов, пробников, молодняка после отбивки	Пол	Горизонтальная	-	20	

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
валугов 14. Тепляк с родильным отделением 15. Открытый баз с кормовой площадкой 16. Помещение для стрижки овец	Пол клетки Земля Стол, настил	То же » »	100 - 200	50 10 150	При комбинированном освещении нормируемая освещенность 300 лк, в том числе от общего при разрядных лампах 150 лк, при лампах накаливания 50 лк
17. Помещение для вычесывания пуха на козоводческих фермах	Пол	Горизонтальная	150	100	
д) Для лошадей					
18. Помещение для содержания племенных лошадей	Пол	Горизонтальная	75	30	
19. Помещение для содержания рабочих лошадей	То же	То же	50	20	
20. Помещения для содержания молодняка, манеж для запряжки, седловки и тренинга	»	»	75	30	
21. Ванно-душевой денник	Пол	Горизонтальная	75	30	
22. Упрощенное помещение для лошадей (загонный сарай) при табунном содержании	То же	То же	-	20	
23. Навес с коновязью, базы-навесы	Земля	»	-	10	
Б. ПТИЦЕВОДЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ					
24. Помещения для клеточного выращивания ремонтного молодняка яичных кур	Кормушки нижнего яруса клеток	Горизонтальная	40	20-25	Световой режим см. в табл. 4
25. Помещения для клеточного содержания яичных кур (племенных и промышленных)	Кормушки нижнего яруса клеток	То же	30	15	Световой режим см. в табл. 5
	Стол-накопитель (яйце-сбор)	»	30	25-30	
26. Помещения для напольного выращивания ремонтного молодняка мясных кур	Пол	»	30	20	См. табл. 6
27. Помещения для клеточного содержания	Кормушки	»	30	20	То же

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
мясных кур					
28. Помещения для напольного содержания мясных кур	То же	»	30	20	»
29. Помещения для напольного выращивания бройлеров	Пол	»	40	20	Световой режим см. в табл. 7
30. Помещения для клеточного выращивания бройлеров	Кормушки	Горизонтальная	30	20	Световой режим см. в табл. 6, 7
31. Помещения для содержания родительского стада индеек	Пол	То же	50	30	
32. Помещения для выращивания ремонтного молодняка индеек	То же	»	50	30	Световой режим см. в табл. 6, 7
33. Помещения для напольного выращивания индюшат на мясо	»	»	50	50	См. табл. 10
34. Помещения для клеточного выращивания индюшат на мясо	Кормушки	»	50	50	То же
35. Помещения для выращивания ремонтного молодняка гусей и родительского стада	Пол	»	30	20	
36. Помещения для клеточного выращивания гусят на мясо	То же	»	30	30	См. табл. 9
37. Помещения для содержания родительского стада уток	»	»	30-50	15-30	
38. Помещения для выращивания ремонтного молодняка уток	»	»	30-50	20	
39. Помещения для напольного выращивания утят на мясо	»	»	30	20	См. табл. 8
40. Помещения для клеточного содержания утят на мясо	Кормушки	Горизонтальная	30	20	См. табл. 8
41. Помещения для содержания родительского стада цесарок	То же	То же	30	20	См. табл. 12, 13
42. Помещения для выращивания ремонтного молодняка цесарок	»	»			См. табл. 13
43. Помещения для выращивания цесарят на мясо	»	»	То же	-	См. табл. 12
44. Помещения для сортировки и обработки цыплят	Стол	»	300	200	
45. Инкубаторий (инкубаторный зал)	Пол	»	75	30	

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
В. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗВЕРЕЙ И КРОЛИКОВ					
46. Помещение закрытого типа для содержания кроликов	0,8 м от пола	Горизонтальная	75	50	
47. Шеды всех видов	То же	То же	75	50	
43. Вольер для молодняка	Пол	»	10	10	
Г. ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И ПОМЕЩЕНИЯ, ОБЩИЕ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ, ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ И ЗВЕРОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ					
а) Пункты искусственного осеменения					
49. Манеж, пункты искусственного осеменения животных	Станок	Горизонтальная	200	150	При комбинированном освещении нормируемая освещенность 400 лк, в том числе от общего при разрядных лампах 150 лк, при лампах накаливания 50 лк
50. Помещения со стойлами для передержки животных после осеменения	Стойла	Горизонтальная	75	30	
б) Здания и помещения для доения, обработки и хранения молока					
51. Преддоильные и последоильные площадки	Пол	Горизонтальная	50	20	
52. Доильные залы и площадки	Зона работы дояра	То же	200	150	При комбинированном освещении нормируемая освещенность 400 лк, в том числе от общего при разрядных лампах 150 лк, при лампах накаливания 50 лк
53. Помещения для приема, хранения и первичной обработки молока, заквасочная, разливная	Шкалы приборов и механизмов. Молочный танк	»	150	100	
54. Холодильные камеры	0,8 м от пола	»	-	30	
55. Моечная фляг	Ванна	»	150	100	
56. Цех расфасовки молока в бумажные пакеты	Расфасовочные автоматы	Горизонтальная	150	100	При комбинированном освещении нормируемая освещенность 300 лк, в том числе от общего при разрядных лампах 150 лк, при лампах

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
					накаливания 50 лк
в) Ветеринарные объекты					
57. Кабинет врача, аптека	Стол	Горизонтальная	200	150	
58. Манеж-приемная, диагностический кабинет	То же	То же	200	150	
59. Моечная-стерилизационная	Стол, раковина	»	150	100	
60. Кладовая для биопрепаратов	0,5 м от пола	»	100	50	
61. Помещение для убоя	Стол	»	100	75	
62. Камера для временного хранения туш	0,8 м от пола	»	-	30	
63. Утилизационное	Пол	»	-	30	
64. Помещения для дезинфекции тары, одежды, транспортных средств	То же	»	-	30	
65. Помещение для содержания больных животных	»	»	100	50	
г) Здания для приготовления кормов					
66. Помещение для приема и хранения кормов	Пол	Горизонтальная	-	20	
67. Участок для обработки и смешивания кормов	Поверхность бункера и смесителя	То же	150	100	
68. Варочное отделение	0,8 м от пола	»	100	50	
69. Площадка для приема кормов	Земля	»	5	5	В зоне механизмов повысить освещенность до 10 лк
д) Сооружения для обработки навоза					
70. Отделение аэрации и обезвоживания навоза, приемораспределительная камера	Пол	Горизонтальная	-	20	
71. Отделение хлорации	Зона работы	То же	75	30	
е) Пункты переработки шкур и шерсти (пуха)					
72. Остывочная	0,8 м от пола	Горизонтальная	-	20	
73. Шкуротъемочная и обезжировочная	То же	То же	200	150	
74. Помещение для съемки шкур с правил и обработки	Стол	»	75	30	
75. Сушильное помещение	То же	»	-	20	
76. Помещение для откати шкур по мездре и ворсу	Стол	Горизонтальная	150	100	
77. Сортировочная шкур, пуха	То же	То же	300	-	При комбинированном освещении

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
78. Помещение для классировки и прессования шерсти	Стол, пресс	»	200	150	нормируемая освещенность 750 лк, в том числе от общего 150 лк
79. Помещение для хранения шерсти	Пол	»	-	20	
80. Моечная, камера для дезинфекции яиц, участок для упаковки яиц	Зона работы, ванна, стол	»	150	100	
81. Лаборатории различного назначения	На уровне 0,8 м от пола	»	300	150	
82. Помещение для сортировки, браковки и маркировки яиц	Стол	»	300	200	
ж) Подсобно-вспомогательные сооружения и площадки					
83. Убойные различные (для животноводческих, звероводческих, кролиководческих, овцеводческих смушкового и каракулевого направлений предприятий)	Стол	Горизонтальная	100	75	Допускается локализованное размещение светильников
84. Весовые	Шкала весов	Вертикальная	150	100	
85. Площадки приема и отгрузки животных	Земля	Горизонтальная	10	10	
86. Галереи для прогона животных	Пол	То же	50	20	
87. Выгульно-кормовые площадки	Кормушка	»	-	10	
88. Фуражные, помещения для хранения инвентаря, моющих и дезинфицирующих средств, запаса кормов и подстилки	Пол	»	-	10	Допускается прожекторное освещение
89. Выгульные площадки	Земля	»	0,5	0,5	
Д. ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ					
90. Складские помещения для картофеля, овощей и фруктов	Пол проезда, прохода	Горизонтальная	-	20	
91. Сортировочная	Зона работы	То же	200	150	
92. Вентиляционная, фумигационная камера	Пол	»	50	20	
93. Экспедиция	Стол	»	75	30	
94. Помещение для проращивания картофеля	Зона работы	Горизонтальная	100	50	

Помещения, участок, оборудование	Рабочая поверхность, для которой нормируется освещенность	Плоскость, в которой нормируется освещенность	Освещенность, лк, при лампах		Дополнительные указания
			газоразрядных	накаливания	
1	2	3	4	5	6
95. Помещения для инвентаря и машин	Пол	То же	-	10	В зоне действия механизмов 20 лк То же
96. Грузовые коридоры	Зона работы	»	75	30	
97. Помещение для хранения аммиака	Пол	»	-	20	
98. Складские помещения для зерна (зерносклады)	То же	»	-	5	
99. Производственные помещения для обработки зерна	»	»	-	10	
Е. ТЕПЛИЧНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ					
100. Помещения для изготовления питательных кубиков и торфоперегнойных горшочков	Зона обслуживания машин и механизмов	Горизонтальная	75	30	Обеспечить световое облучение в соответствии с требованиями технологии прорастания семян
101. Помещения для хранения лука, корнеплодов на выгон семян	Пол	»	50	20	
102. Помещение для прорастания семян	То же	»	75	30	
103. Экспедиции (упаковочные, сортировочные)	Стол	»	75	30	
104. Помещения (боксы) выдачи продукции	Стол	Горизонтальная	75	30	
Ж. СКЛАДЫ СУХИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ					
105. Складские помещения для удобрений и ядохимикатов	Пол	Горизонтальная	-	10	

Таблица. Длительно допустимый ток для проводников и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами (для аналогичных проводов и кабелей с медной жилой допустимые токовые нагрузки больше в 1,3 раза)

Вид провода					Кабель с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабель с бумажной пропитанной изоляцией					
марка	АПР,АПРТО,АПРН,АПВ				АВРГ,АНРГ,АВВГ,АВВБГ,АПРФ			АНРБ,АВВБ			ААГ,АСГ,ААБГ,АСБГ			ААБ,АСБ		
Прокладка	открыто	В стальных трубах			В воздухе			В земле			В воздухе			В земле		
Сечение, мм ²	Идоп., А	Идоп., А при числе проводов			Идоп., А при числе жил одножильных проводов											
	-	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
2.5	24	20	19	19	21	19	17	34	29	26	23	22	-	35	31	-
4	32	28	28	23	29	27	24	42	38	35	31	29	27	46	42	38
6	39	36	32	30	38	32	29	55	46	42	42	35	35	60	55	46
10	60	50	47	39	55	42	38	80	70	63	55	46	45	80	75	65
16	60	60	47	55	70	60	54	105	90	81	75	60	60	110	90	90
25	105	85	80	70	90	75	68	135	115	104	100	80	75	140	125	115
35	130	100	95	85	105	90	81	160	140	126	115	95	95	175	145	135
50	165	140	130	120	135	110	100	205	175	158	140	120	110	210	180	165
70	210	175	165	140	165	140	126	245	210	190	175	155	140	250	220	200
95	255	215	200	175	200	170	153	295	255	230	210	190	165	290	260	240
120	295	245	220	200	230	200	190	340	295	266	245	220	200	335	300	270
150	340	275	255	-	270	235	212	390	335	302	290	255	230	385	335	305
185	390	-	-	-	310	270	343	440	385	347	-	290	260	-	380	345