

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)
Индустриальный институт (СПО)

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ПМ 01.01

**Специальность 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»**

Методические рекомендации к выполнению курсового проекта

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Структурные элементы проектов (работ).....	5
1.1. Пояснительная записка	6
1.2. Листы графических документов	6
1.3. Требования к содержанию структурных элементов.....	6
2. Содержание пояснительной записки курсового проекта.....	8
3. Содержание графической части курсового проекта.....	49
4. Заключение	51
Библиографический список	52

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)» в качестве руководства при подготовке курсовых проектов (работ).

Курсовой проект – самостоятельная работа студента, основной целью и содержанием которой являются развитие умений и навыков путем решения конструкторских и (или) технологических задач, проведение инженерных расчетов, составление технико-экономического обоснования принимаемых решений, оформление графической части, а также подготовка студента к творческому решению конкретных задач с использованием средств вычислительной техники, способствующих усиленной подготовке к выполнению дипломного проекта [1].

Курсовая работа – самостоятельная работа, основной целью и содержанием которой являются развитие навыков теоретических и экспериментальных исследований инженерных расчетов, составление технико-экономического обоснования различных решений или обобщений, оценка результатов исследований, способствующих успешной подготовке к выполнению дипломного проекта (работы).

Дипломный проект – комплексная самостоятельная работа студента, главной целью и содержанием которой являются проектирование изделия и его составных частей, разработка технологических процессов и решение организационных, экономических вопросов производства, защиты окружающей среды и охраны труда, а также проектирование или реконструкция предприятий.

Дипломная работа – комплексная самостоятельная работа студента, главной целью и содержанием которой являются всесторонний анализ или научные исследования по одному из новых вопросов теоретического или практического характера по профилю специальности.

Комплексное дипломное проектирование осуществляется с целью привития студентам-дипломникам навыков коллективной работы, связанной с решением инженерных задач с участием специалистов различного профиля. Комплексные проекты могут быть кафедральными и межкафедральными [1].

Учебное пособие освещает порядок выбора темы, разработки и утверждения задания, планирование содержания курсового проекта согласно утвержденной темы.

В целом, последовательное и качественное выполнение всех форм учебно-исследовательской деятельности студента, будущего специалиста, определяет формирование методологической, организационной и исследовательской культуры как основы профессиональной компетентности.

Материал пособия составлен на основе учебно-методических источников и организационных основ, соответствует логике проводимой учебной и исследовательской деятельности студента при работе над курсовыми проектами (работами).

1 СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовой проект содержит пояснительную записку и графическую часть. Объем пояснительной записки должен быть в пределах 40-50 страниц рукописного или 35-40 страниц печатного текста. Примерное соотношение между отдельными частями пояснительной записки следующее: *содержание* – 1–2 страницы, *введение* – не более 4–5 страниц, *заключение* – не более 2 страниц, *библиографический список* – не более 3 страниц. Большую часть пояснительной записки занимает основная часть, следует избегать больших диспропорций между разделами.

Пояснительная записка должна быть выполнена любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм (кегель не менее 12). Материалы рекомендуется оформить с применением редактора Word - 95, 97, 2000, 2003, шрифт Times New Roman Cyr или Arial. Полужирный шрифт не применяется.

Текст пояснительной записки следует печатать, соблюдая следующие рекомендации:

- поля: верхнее – не менее 20 мм, нижнее – не менее 20 мм, левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм;
- колонтитулы – 1,25 см;
- ориентация книжная;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- использование автопереноса.

Графическая часть проекта содержит 2-3 листа чертежей формата А3.

Тематика чертежей оговаривается непосредственно с руководителем проекта в зависимости от выбранной и утвержденной темы курсового проекта

Повреждения листов пояснительной записки, пометки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Страницы текста пояснительной записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.

Титульный лист, задание и листы согласования с консультантами включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки, номер страницы на них не проставляют.

1.1 Пояснительная записка

Пояснительная записка должна содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект (работу);
- содержание и перечень чертежей и другого графического материала;
- введение;
- основную часть;
- заключение (выводы и рекомендации);
- библиографический список или список использованных источников
- приложение (при необходимости).

Наименования структурных элементов отчета "Содержание", "Определения", "Обозначения и сокращения", "Введение", "Заключение", "Список использованных источников (библиографический список)", "Приложение" служат заголовками структурных элементов отчета. Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая. Переносы в словах заголовков не допускаются.

В основную часть входят разделы, выполненные в соответствии с заданием проекта (работы). Количество разделов определяется кафедрой, по которой выполняется проект (работа), и руководителем.

Изменение структуры пояснительной записки курсового проекта (работы) устанавливается заседанием методической комиссии .

1.2 Листы графических документов

Содержание листов графической части должно иллюстрировать расчеты, производимые в пояснительной записке курсового проекта и конкретизируются руководителем проекта (работы).

При выполнении чертежей, эскизов, схем должны быть соблюдены требования, установленные национальными стандартами РФ.

1.3 Требования к содержанию структурных элементов

1.3.1 Титульный лист. Титульный лист является первой страницей работы, номер на нем не проставляется.

Все слова на титульном листе должны быть написаны полностью, без сокращений, за исключением сокращенного названия вуза (аббревиатуры),

которое размещают в скобках после полного наименования.

1.3.2 Задание. Разработка и утверждение задания регламентируют важные вопросы выполнения работы: порядок выполнения данной работы, цель работы и требования к содержанию, структуре и оформлению работы:

- порядок выполнения и представления работы (даты приемки, защиты);
- необходимые разделы и графические материалы;
- сроки выполнения работы;
- исполнитель работы;
- руководитель работы.

Вместе с заданием в качестве его первого пункта утверждается тема работы.

Задание на выполнение проекта (работы) находится в папке текстовых документов после титульного листа и включается в нумерацию работы, но номер на нем не проставляется.

1.3.3 Содержание. Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, библиографический список (список использованных источников) и наименование приложений с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы пояснительной записки.

Пример содержания:

ВВЕДЕНИЕ

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

2 РАСЧЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Выбор величины питающего напряжения

2.2. Расчёт освещения

2.3. Ремонтное и аварийное освещение

2.4. Расчёт мощности электропривода

2.5. Расчёт электрических нагрузок

2.6. Компенсация реактивной мощности

2.7. Расчет числа и мощности силовых трансформаторов, выбор типа и

КТП

2.8 Выбор схемы электроснабжения и расчет внутрицеховой распределительной сети

2.9. Расчет токов короткого замыкания

2.10. Выбор и проверка оборудования на стойкость к токам короткого замыкания

2.11. Выбор высоковольтных питающих линий

2.12. Выбор и описание схемы управления

2.13. Расчет заземляющего устройства

2.14. Расчет молниезащиты

2.15. Автоматика электроснабжения объекта

3.1 Технологическая карта текущего ремонта асинхронного электродвигателя (силового трансформатора, кабельной линии и др.)

3.2 Технологическая карта капитального ремонта асинхронного электродвигателя (силового трансформатора, кабельной линии и др.)

4 ОХРАНА ТРУДА

5 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

2 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ВВЕДЕНИЕ

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой проблемы, основание и исходные данные для разработки темы работы.

Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы.

Введение не должно содержать требований, текст введения не делится на структурные элементы (пункты, подпункты и т.п.).

Например: Тема курсового проекта «Электроснабжение и электрооборудование РММ» Значит, во введении вы описываете: какие слесарные операции возможно выполнить на металлообрабатывающих станках, какие тенденции существуют по автоматизации парка металлообрабатывающих станков (автоматизированные линии, станки с ЧПУ и др.)

Тема курсового проекта «Электроснабжение и электрооборудование водонасосной станции» Значит, во введении вы описываете технологическую схему Вашей водонасосной станции.

1.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

В этом разделе даете характеристику Вашего объекта с точки зрения проектирования электрической части:

- климатические условия,
- расстоянии до ГПП или любого другого источника электропитания,
- классификация среды и помещения – сухое, влажное, сырое, особо сырое, жаркое, пыльное, помещение с химически активной средой

- категория помещения по взрывозащите
- категория надежности электроснабжения
- размеры помещения (в том числе высота)
- материал полов : доска, металлические плиты, кафель

Далее приводите таблицу всего электрического и электромеханического оборудования со всеми номинальными данными , например:

Таблица 1 – Технические характеристики насосных агрегатов

	Насос №1	Насос№2	Насос№3	Насос№4	Насос№5	Насос№6	Насос№7
Марка насоса	200Д90А 720х80	1Д1250 х63	1Д50063 х63	1Д1250х 63	1Д1250х 63	1Д1250 х63	1Д500х 63
Частота вращения ротора (об/мин)	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Марка эл.двигателя	5АМ315 А4 У3	ДАН35 5S4У3	ДАН280 М4 У3	4АМН3 55S4 У3	4АМН3 55S4 У3	ДА3О4 400ХК 4 У1	5АМН 280М4 У3
Мощность эл.двигателя (кВт)	200	315	160	315	315	315	160
Питающее напряжение (В)	380	380	380	380	380	6000	380
Номинальный ток эл.двигателя (А)	358	562	293	572,5	572,5	38	293
cos φ	0,89	0,91	0,9	0,91	0,91	0,86	0,9
КПД (η)	95,6	93,6	92,2	94,5	94,5	94,3	92,2

2. РАСЧЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Выбор величины питающего напряжения

Правильный выбор величины питающего напряжения для электроприёмников переменного тока имеет важное значение. Величина питающего напряжения влияет не только на стоимость потерь электроэнергии, надёжность работы электроприёмников переменного тока и стоимость капитальных затрат при строительстве объекта, но и на систему электроснабжения в целом. Стандартные единицы напряжения переменного тока [кВ]: 0,036; 0,22; 0,38; 0,66; 6; 10; 35; 110; 220. При выборе питающего напряжения пользуются формулой:

$$U_{\text{рац}} = 16 \cdot \sqrt[4]{P_p \cdot l}, \text{ где}$$

$U_{\text{рац}}$ – [кВ] рационального напряжения;

P_p – [МВт] расчетная мощность на стороне ВН;

l – [км] расстояние до главной понизительной подстанции (ГПП);

$$U_{\text{рац}} = 16 \cdot \sqrt[4]{P_p \cdot l} = 16 \cdot \sqrt[4]{0,1629 \cdot 0,9} = 9,9 \text{ [кВ]}$$

Для питания нашего цеха считаем оптимально возможным напряжение 10 [кВ]

P_p определяется в результате расчета электрических нагрузок

2.2. Расчёт электрического освещения

Расчет электрического освещения заключается в том, что по заданной нормами освещенности определяют мощность и число ламп, необходимых для установки в данном помещении. Для этого нужно знать требуемую нормами освещенность, выражаемую в люксах (лк), и световой поток электрических ламп, выражаемых в люменах (лм).

Метод коэффициента использования предназначен для расчета общего равномерного освещения поверхностей без крупных затеняющих объектов. При расчете этим методом учитывается как прямой, так и отраженный свет. Переход от средней освещенности к минимальной выполняют приближенно. Данный метод применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей, равновеликих полу, при светильниках любого типа.

Световой поток ламп в каждом светильнике находится по формуле

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_n K_z S_z}{n U_{\text{oy}}}$$

где E_n - нормируемое значение освещенности

K_z - коэффициент запаса

S - освещаемая площадь

z - коэффициент характеризующий неравномерность освещения

n - число светильников

U_{oy} - коэффициент использования светового потока

Под U_{oy} понимают отношение светового потока, падающего на расчетную плоскость, к световому потоку источников света. Коэффициент U_{oy} зависит от светораспределения светильников и их размещения в помещениях; от размеров освещаемого помещения и от отражающих свойств его поверхностей; от отражающих свойств рабочей поверхности.

Соотношение размеров освещаемого помещения и высота подвеса светильников в нем характеризуются индексом помещения i_n

Пример:

Рассчитаем необходимое количество светильников для освещения машинного зала. Для этого преобразуем формулу

$$\Phi_{л} = \frac{E_n K_3 Sz}{n U_{oy}} \Rightarrow n = \frac{E_n K_3 Sz}{\Phi_{л} U_{oy}}$$

1). Находим площадь помещения нефтенасосной (освещаемая площадь)

$S=AB$, где

S – освещаемая площадь (m^2)

A – длина помещения (м)

B – ширина помещения (м)

$S=AB=7*12=84$ (m^2)

2). Находим (табл.3 Кнорринг) норму освещенности

$E_n=150$ (лк)

3). Находим световой поток одной лампы ЛБ-80 (табл.4,8 Кнорринг) из светильника типа Н4Т4Л-1х80 (табл.5,28 Кнорринг)

$\Phi_{л}=3600$ (лм)

4). Коэффициент запаса для ламп ЛЛ - $K_3=1,2$

5). Коэффициент z для люминесцентных ламп (Кнорринг стр.138)

$z=1.1$

6). Определяем индекс помещения (ф.6,2 Кнорринг)

$$i_n = \frac{AB}{h_p(A+B)}, \text{ где}$$

A – длина помещения

B – его ширина

h_p - расчетная высота подвеса светильников

$$i_n = \frac{AB}{h_p(A+B)} = \frac{7*12}{(6-0,4)(7+12)} = \frac{84}{106,4} = 0,78$$

7). Определяем коэффициент использования светового потока U_{oy} (1, табл.6,4 Кнорринг)

$P_n=0,5$

$P_c=0,5$

$P_p=0,1$

КСС - Д

$$U_{oy}=0,50$$

8.) Определяем число светильников

$$n = \frac{E_n K_z Sz}{\Phi_l U_{oy}} = \frac{150 * 1,2 * 84 * 1,1}{3600 * 0,5} = \frac{16632}{1800} = 9,24$$

Число светильников $n=10$.

$$E_n^* \geq E_n$$

$162 > 150$, условие выполняется.

Для остальных помещений расчет производим аналогичным методом, все данные по расчетам заносим в таблицу №2.

Таблица №2- Осветительные приборы

№	Наименование помещений	Ен (лк)	S (м ²)	hр (м)	Кабель провод L (м)	ΔU	$\frac{I_{yid}}{I_f}$	Тип светильников	Тип лампы
1	Операторная	150	18	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,13	112/16	ЛВО01-4*20/П-20	ЛБ-20
2	Раздевалка	50	5	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,048	112/16	ЛВО01-4*20/П-20	ЛБ-20
3	Комната отдыха	150	13	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,023	112/16	ЛВО01-4*20/П-20	ЛБ-20
4	Слесарная мастерская	250	12	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,69	112/16	НСП11-200-231	Б215-225-200
5	Инструменталка	75	5	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,04	112/16	ЛСП 02-2*40-01-03	ЛБ-40
6	Холодный склад	75	14	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,064	112/16	ЛСП 02-2*40-13-15	ЛБ-40
7	Сан. Узел	50-75	8	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,183	112/16	ЛВО01-4*20/П-20	ЛБ-20; Б215-225-200
8	Коридор	50-75	20	2,4	ВВГ (3*1,5)	0,076	112/16	ЛПО16-20/Н-06	ЛБ-20
9	КТП	150	26	5,2	ВВГ (3*1,5)	0,30	112/16	НСП11-200-231	Б215-225-200
10	Щитовая	75	10	5,2	ВВГ (3*1,5)	0,033	112/16	ЛСП 13-2*40	ЛБ-40
11	Помещение нефтенасосов	150	84	5,6	ВВГ (3*1,5)	0,65	112/16	Н4Т4Л	ЛБ-80

Выбираем сечение проводников по нагреву:

Похождение тока по проводнику вызывает нагрев проводника и в двухпроводной схеме подключения определяется по формуле:

$$I_p = \frac{P}{U_n * \cos \varphi}$$

где: I_p – расчетный ток для группы светильников

U_n – номинальное напряжение

P – активная мощность нагрузки

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности нагрузки (для ЛЛ=0,7)

$$I_p = \frac{80 * 10}{220 * 0.7} = 5,2(A)$$

Выбираем провод для освещения насосной ВВГ 3х1,5, по условию:

$$I_{д.д} \geq I_p$$

$$19(A) > 5,2(A)$$

Следовательно провод ВВГ 3х1,5 выбран верно.

В остальных помещениях расчеты произведены аналогично, и результаты занесены в таблицу №2.

Выбираем для данной группы осветительный щиток ЯОУ8503 с установкой на стену и с автоматическими выключателями в групповых линиях типа ВА 47-29 ($I_n = 2A$) и вводным аппаратом типа ВА 47-29 ($I_n = 6,3A$).

Проверка осветительной сети на потерю напряжения

Осветительную сеть проверяем на потерю напряжения по формуле:

$$\Delta U = \frac{M}{c * S}$$

где: ΔU – потеря напряжения в сети

M – электрический момент

c – коэффициент зависящий от напряжения в сети и материала

Из таблицы коэффициент для меди $c=12$

S – сечение проводника мм²

$$M = l_{np} * \sum P$$

$$l_{np} = l_0 + l / 2$$

где l_0 – Расстояние от точки 1 до 2, точки присоединения первой нагрузки

l – длина участка сети с равномерно распределенной нагрузкой

l_{np} – приведенная длина материала

Определим потерю в линии 1-3 и 1-3':

$$l_{i\partial 1-3} = 9,5 + 30 / 2 = 26,5(i)$$

$$l_{i\partial 1-3'} = 9,5 + 30 / 2 = 26,5(i)$$

$$M_{1-3} = 26,5 * 800 = 21,2(кВтм)$$

$$M_{1-3'} = 26,5 * 400 = 10,6(кВтм)$$

$$\Delta U_{1-3} = \frac{21,2}{12 * 1,5} = 1,17\%$$

$$\Delta U_{1-3'} = \frac{11,7}{12 * 1,5} = 0,65\%$$

Аналогично рассчитываем для оставшихся линий. Наибольшее $\Delta U = 1,67\% < 2,5\%$ допустимых, следовательно питающий провод для групп выбран верно.

2.3 Ремонтное и аварийное освещение

Аварийное освещение необходимо для создания условий безопасного выхода людей при погасании рабочего освещения. Для этого в местах прохода людей должна быть обеспечена освещенность не менее 0,5лк. Этот вид освещения устраивается в производственных помещениях, где при погасании рабочего освещения может возникнуть опасность травматизма, в производственных и общественных помещениях, по проходам и лестницам, служащим для эвакуации людей.

Светильники аварийного освещения должны быть присоединены к независимому источнику питания, на котором сохраняется напряжение при исчезновении его на других источниках, или иметь автономный источник питания.

Светильники должны быть присоединены к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от распределительного щита подстанции.

Аварийное освещение должно приниматься 10-20% от общего освещения.

Пример:

Рассчитаем количество светильников аварийного освещения необходимого для освещения помещения насосов в случае погасания рабочего освещения.

Количество светильников общего освещения $n=10$, рассчитаем количество светильников аварийного освещения

$$n = 10 \cdot 20\% = 2 \text{ Принимаем количество светильников } n = 2$$

Для остальных помещений расчет производим аналогичным методом.

Все данные по расчетам заносим в таблицу №3

Таблица №3 – Выбор проводниковой и осветительной продукции

№	Наименование помещений	Ен (лк)	S (м ²)	h _р (м)	n	P _н Вт	Кабель провод L (м)	ΔU	$\frac{I_{уд}}{I_f}$	Тип светильников	Тип лампы
1	Операторная	150	21,2	3,2	1	40	ВВГ(3*1.5)	0,03	441/63	ЛВО01-4*20/ЭПРА-БАП	ЛБ-40
2	Помещение нефтенасосов	150	84	5,2	2	80	ВВГ (3*1.5)	0,08	441/63	ЛСП18	PL-T/4p 26Вт
3	Коридор	50-75	19,6	3,2	2	40	ВВГ (3*1.5)	0,14	441/63	ЛПО16-20/ЭПРА-БАП	ЛБ-20
4	Слесарная мастерская	250	12,74	3,2	2	200	ВВГ (3*1.5)	0,13	441/63	ЛСП13/ЭПРА-БАП	ЛБ-40

Светильники располагаем по основным помещениям и тем самым при их включении обеспечиваем освещенность рабочего пространства.

На выходах устанавливаем светильники с БАП ЛБА-01-2х8 с пиктограммой «ВЫХОД».

Для выполнения ремонтного освещения выбираем ящик типа ЯТП0.25-23УЗ с понижающим трансформатором ОСО-0,25 напряжение трансформатора 220/36В, тип защитного аппарата АЕ1000. Располагаем трансформатор возле ЩО-1 и запитываем от РУ КТП. Розетки располагаем в коридоре (1шт), слесарной (1шт) и операторной (1шт).

2.4. Расчёт мощности электропривода

Пример:

Основным технологическим механизмом на нефтеперекачивающей станции являются центробежные насосы, перекачивающие нефть.

Мощность электропривода P_m для привода центробежного насоса определяют по формуле

$$P_n = \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot K \cdot g \cdot 0,001}{\eta_n \cdot \eta_{\pi}}$$

где

Q – подача насоса ($\text{м}^3/\text{с}$)

H – напор (высота подачи)

ρ – плотность перекачиваемой жидкости ($\text{кг}/\text{м}^3$)

K – коэффициент запаса ($K = 1,05 \div 1,15$)

η_n – КПД насоса ($0,45 \div 0,85$)

η_{π} – КПД передачи электродвигателя к насосу

Определяем мощность электропривода к центробежному насосу марки ЦНСН 60-231с частотой вращения 3000 об/мин перекачивающему нефть плотностью $\rho = 820 \text{ кг}/\text{м}^3$. Подача насоса $Q = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор $H=264\text{м}$, КПД ЦНС $\eta_n = 0,6$. КПД передачи $\eta_{\pi} = 0,93$, $K=1,2$ зависит от мощности эл.двигателя.

Определяем мощность электропривода

$$P_n = \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot K \cdot g \cdot 0,001}{\eta_n \cdot \eta_{\pi}} = 0,981 \cdot 0,017 \cdot 320 \cdot 920 \cdot 0,001 / 0,6 \cdot 0,93 = 103,5 \text{ (кВт)}$$

Выбираем для привода насосов №1 и №2 электродвигатель 2В280S2 во взрывозащищенном исполнении ближайшей мощности 110 кВт, 3000 об./мин.

Аналогично рассчитываем мощность приводов остальных насосов, для насосов №3 и №4 выбираем электродвигатель ВА200L2, для №5 и №6 электродвигатель ВА180S2.

При выборе мощности двигателя для вентилятора, как и для всех механизмов с продолжительным режимом работы и постоянной нагрузкой,

требуемую мощность двигателя $P_{дв}$ находят по мощности на валу механизма с учетом потерь в промежуточных временных передачах.

Мощность двигателя вентилятора $P_{дв.в}$, кВт, можно вычислить по формуле

$$P_{дв.в} = k_3 \frac{QH * 10^{-3}}{n_в n_n}, \text{ где}$$

Q - производительность вентилятора ($\text{м}^3/\text{с}$)

H - напор (давление) газа (Па)

$n_в$ - КПД вентилятора

n_n - КПД механической передачи

k_3 – коэффициент запаса

Выберем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для вентилятора, с производительностью $Q=10 \text{ м}^3/\text{с}$ и напор $H_{ном}=500 \text{ Па}$.

Значение КПД вентилятора можно принять неизменным и равным $n_в=70\%$. Вентилятор непосредственно соединен с двигателем.

Требуемая мощность двигателя при $Q=10 \text{ м}^3/\text{с}$ и $n_n=1$ с учетом коэффициента запаса $k_3=1,1$ будет равна:

$$P_{дв.в} = k_3 \frac{QH * 10^{-3}}{n_в n_n} = 1,1 \frac{10 * 500 * 10^{-3}}{0,7 * 1} = 7,8 (\text{кВт})$$

Выбираем двигатель типа 4А132S4 $U_{ном}=380 \text{ (В)}$, $P_{ном}=7,5 \text{ кВт}$

2.5 Расчёт электрических нагрузок потребителей

Расчёт электрических нагрузок промышленных предприятий производим методом упорядоченных диаграмм, рекомендованным в “Руководящих указаниях по определению электрических нагрузок промышленных предприятий”. Метод применим в тех случаях, когда известны номинальные данные всех ЭП предприятия и их размещение на плане цехов и на территории предприятия. Метод позволяет по номинальной мощности ЭП с учётом их числа и характеристик определить расчётную нагрузку любого узла схемы электроснабжения.

Пример:

Расчёт электрических нагрузок основывается на опытных данных, которые заносятся в таблицу 4. Расчёт электрических нагрузок будет производиться методом коэффициента максимума.

Расчёты будем производить для ЩСУ, предварительно разделив оборудование по секциям.

1 секция: Вентиляторы №16,17; Задвижки №12,13; Насосы №1,2,3,7,8; Дренажные насосы №10.

1) Определяем номинальную установленную мощность при ПВ=100%:

$$\sum P_n = P_n \cdot n$$

А) Вентиляторы

$$\sum P_{н1} = 1,1 \cdot 2 = 2,2(\kappa Bm)$$

2) Коэффициент использования ($K_{и}$), $\cos\varphi$ и $\operatorname{tg}\varphi$ по группам эл.приемников и рассчитываем активную и реактивную сменные мощности [2, стр.52, таб.2.11.]:

Сменная мощность за наиболее загруженную смену:

$$\sum P_{см} = K_{и} \cdot \sum P_{н} \quad [2, \text{стр.51, ф.2.24}], \text{ где}$$

$\sum P_{см}$ – средняя активная нагрузка групп электроприёмников за смену (кВт)

$K_{и}$ – коэффициент использования групп электроприёмников

$\sum P_{н}$ – суммарная номинальная активная мощность групп (кВт)

А) Вентиляторы: $K_{и}=0,7$; $\cos\varphi=0,8$; $\operatorname{tg}\varphi=0,75$

$$\sum P_{см} = K_{и} \cdot \sum P_{н1} = 0,7 \cdot 2,2 = 1,54(\kappa Bm)$$

$$\sum Q_{см} = \sum P_{см} \cdot \operatorname{tg}\varphi [2. \text{стр.51, ф.2.24}], \text{ где}$$

$\sum Q_{см}$ – средняя реактивная нагрузка групп электроприёмников за смену (кВАР)

$\sum P_{см}$ – средняя активная мощность за смену (кВт)

А) Вентиляторы: $K_{и}=0,7$; $\cos\varphi=0,8$; $\operatorname{tg}\varphi=0,75$

$$\sum Q_{см} = \sum P_{см} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1,54 \cdot 0,75 = 1,15(\kappa BAP)$$

Для других электроприемников расчеты ведутся аналогично. Полученные данные заносим в таблицу №4.

3)Находим суммарную номинальную мощность для эл.приемников для 1 секции ЩСУ:

$$\sum P_{н} = \sum P_{н1} + \sum P_{н2} + \sum P_{н3} + \sum P_{н4} + \sum P_{н5} + \sum P_{н6} + \sum P_{н7}$$

$$\sum P_{н} = 2,2 + 11 + 60 + 18,5 + 55 + 90 + 110 = 346,7(\kappa Bm)$$

4)Суммарная сменная активная и реактивнуая мощности эл.приемников:

$$\sum P_{см} = \sum P_{см1} + \sum P_{см2} + \sum P_{см3} + \sum P_{см4} + \sum P_{см5} + \sum P_{см6} + \sum P_{см7}$$

$$\sum P_{см} = 1,54 + 1,1 + 12,95 + 42 + 38,5 + 63 + 77 = 236,09(\kappa Bm)$$

$$\sum Q_{см} = \sum Q_{см1} + \sum Q_{см2} + \sum Q_{см3} + \sum Q_{см4} + \sum Q_{см5} + \sum Q_{см6} + \sum Q_{см7}$$

$$\sum Q_{см} = 1,15 + 0,55 + 6,22 + 22,68 + 16,17 + 38,5 + 30,24 = 115,51(\kappa BAP)$$

5)Рассчитываем модуль силовой сборки m:

$$m = \frac{P_{н\max}}{P_{н\min}}, \text{ где}$$

$P_{н\max}$ - номинальная мощность наибольшего электроприёмника (кВт)

$P_{н\min}$ - номинальная мощность наименьшего электроприёмника (кВт)

$$m = \frac{P_{н\max}}{P_{н\min}} \geq 3$$

6)Определяем общий коэффициент использования ($K_{и}$) эл.приемников:

$$K_u = \frac{\sum P_{cm}}{\sum P_H} \quad [2, \text{стр.52, ф.2.28}], \text{ где}$$

K_u – коэффициент использования группы электроприёмников, характеризует использование активной мощности

$\sum P_{cm}$ – суммарная сменная активная мощность эл.приемников (кВт)

$\sum P_{ном}$ – суммарная номинальная мощность эл.приемников (кВт)

Коэффициент использования (K_u) эл.приемников:

$$K_u = \frac{\sum P_{cm}}{\sum P_H} = \frac{236,09}{346,7} = 0,68$$

7) Рассчитываем $\tan \varphi$ и $\cos \varphi$ для групп эл.приемников:

$$\tan \varphi = \frac{\sum Q_{cm}}{\sum P_{cm}} = \frac{115,51}{236,09} = 0,49; \cos \varphi = 0,9 \quad [2, \text{стр.118, ф.3.22}], \text{ где}$$

$\sum Q_{cm}$ – Суммарная сменная реактивная мощность эл.приемников (кВАр)

$\sum P_{cm}$ – Суммарная сменная активная мощность эл.приемников (кВт)

8) Эффективное число эл.приемников η_3 :

$T_{km} > 3$; $K_u > 0,2$; $n > 5$; $P_{ном} \neq \text{const}$, то

$$\eta_3 = \frac{2 \cdot \sum P_H}{P_{H \max}} \quad [2, \text{стр.56, ф.2.38}], \text{ где}$$

$$\eta_3 = \frac{2 \cdot \sum P_H}{P_{H \max}} = \frac{2 \cdot 346,7}{110} = 6$$

9) Определяем значение коэффициента максимума K_{max} , в зависимости от значения среднего коэффициента использования K_u и эффективного числа (η_3) группы электроприёмников, а также максимальную расчетную мощность ($P; Q; S$) и максимальный расчетный ток I_p :

$$K_u = 0,68; \eta_3 = 6; K_{max} = 1,23$$

Максимальная активная мощность:

$$P_M = K_{max} \cdot \sum P_{cm} \quad [2, \text{стр.56, ф.2.43}], \text{ где}$$

P_p – расчётная максимальная активная нагрузка (кВт);

K_{max} – коэффициент максимума активной (реактивной) мощности, характеризует превышение максимальной нагрузки P_{max} над средней P_{cm} за максимально загруженную смену;

$\sum P_{cm}$ – средняя активная нагрузка групп электроприёмников за максимально загруженную смену (кВт)

$$P_M = K_{max} \cdot \sum P_{cm} = 1,23 \cdot 236,09 = 288,03 \text{ (кВт)}$$

Максимальная реактивная мощность:

$$\text{т.к } n \leq 10, \text{ то } Q_M = 1,1 \cdot Q_{cm} \quad [2, \text{стр.56, ф.2.44}], \text{ где}$$

Q_{max} – расчётная максимальная реактивная нагрузка (кВАр)

Q_{cm} – средняя реактивная нагрузка групп электроприёмников за смену (кВАр)

$$Q_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sum Q_{cm} = 1,1 \cdot 115,51 = 127,06 (\text{кВАР})$$

Максимальная полная мощность:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2} \quad [2, \text{стр. 58, ф. 2.45}], \text{ где}$$

S_{Σ} — полная мощность (кВА)

P_{Σ} — расчётная максимальная активная нагрузка (получасовой максимум) (кВт)

Q_{Σ} — расчётная максимальная реактивная нагрузка (получасовой максимум) (кВАР)

$$S_{\Sigma} = \sqrt{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2} = \sqrt{288,03^2 + 127,06^2} = 314,81 (\text{кВА})$$

Максимальный расчётный ток:

$$I_p = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Sigma}} \quad [2, \text{стр. 56, ф. 2.46}], \text{ где}$$

S_{Σ} — полная мощность (кВА)

U_{Σ} — напряжение сети (кВ)

$$I_p = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Sigma}} = \frac{314,81}{1,73 \cdot 0,4} = 454,93 (\text{А})$$

Для остальных электроприёмников расчёты ведутся аналогично.

2.6 Компенсация реактивной мощности

Основным потребителем реактивной мощности является АД(65%), силовые трансформаторы(до 25%).

Передача реактивной энергии на значительные расстояния по электрическим сетям от места генерирования до места пользования, связана с рядом нежелательных явлений, приводящих к ухудшению технико-экономических показателей системы электроснабжения. Поэтому основным является вопрос компенсации реактивной мощности при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий. Компенсация реактивной мощности с одновременным улучшением качества электроэнергии, непосредственно в сетях промышленных предприятий, является одним из основных направлений сокращения потерь электроэнергии и повышения эффективности электроустановок предприятий.

Пример:

Определяем мощность компенсирующего устройства:

$$Q_{\text{кв}} = P_{\Sigma} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 71,6 \cdot (0,76 - 0,2) = 40 (\text{кВАр}), \text{ где}$$

$\operatorname{tg} \varphi_1$ — тангенс определенный до компенсации.

$\operatorname{tg} \varphi_2$ — тангенс после компенсации, находим из косинуса $\cos \varphi$ — заданного энергосистемой

$$\cos\varphi = 0,98 \Rightarrow \operatorname{tg}\varphi_2 = 0,2$$

Выбираем компенсирующее устройство:

УК1 – 0,4 – 37,5 УЗ [отраслевой каталог 04.11.01 - 93]

Установки конденсаторные типа УК, предназначены для повышения коэффициента мощности в трехфазных сетях переменного тока.

Итого на НН после компенсации:

1) Определяем сменную реактивную мощность после компенсации:

$$Q'_p = Q_p - Q_{ку} = 60,3 - 37,5 = 22,8 \text{ (кВАр)}$$

2) Определяем полную расчетную мощность после компенсации :

$$S'_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p'^2} = \sqrt{160,4^2 + 22,8^2} = 161,9 \text{ (кВА)}$$

3) Определяем расчетный ток после компенсации:

$$I'_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{161,9}{1,73 \cdot 0,38} = 245,9 \text{ (А)}$$

4) Определяем общий $\operatorname{tg}\varphi$ и $\cos\varphi$ после компенсации:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q'_{см}}{P_{см\Sigma}} = \frac{20,7}{71,6} = 0,28 ; \cos\varphi = 0,97 \text{ , где}$$

$P_{см\Sigma}$ - суммарная сменная активная мощность всех эл.приемников

Полученные данные заносим в таблицу №5. КУ устанавливаем в помещении КТП, подключаем к шинам РУ – 0,4

2.7. Расчет числа и мощности силовых трансформаторов, выбор типа и числа КТП

Трансформаторные подстанции являются основным звеном системы электроснабжения. Они служат для преобразования, приема и распределения электроэнергии. В состав каждой подстанции входят трансформатор, распределительные устройства (РУ), содержащие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства.

Выбор типа, числа и мощности силовых трансформаторов обуславливается величиной и характером нагрузки, технико-экономическими показателями отдельных вариантов, категорией электроснабжения потребителей, так же условиям окружающей среды, типов применяемого оборудования, компенсация реактивной мощности.

Пример:

Выбор номинальной мощности трансформатора проводим по расчетной мощности в нормальном и аварийном режиме

$$S_{ном.т} = S_{ср.м} (nK_3)$$

где $S_{ном.т}$ - номинальная установочная мощность трансформатора

$S_{ср.м}$ – средняя за максимально загруженную смену (кВА)

n – число тр-ров

K_3 – коэффициент загрузки тр-ров

$$S_{\text{ном.т}} = S_{\text{ср.м}}(nK_3) = 312,9/2 * 0,7 = 223,5 \text{ (кВА)}$$

Выбираем трансформатор к установке ТМГФ-250/10/0,4 в количестве 2-х штук. Проверяем коэффициент загрузки выбранного трансформатора в аварийном режиме.

$$\beta_{3.н} = \frac{S_{\text{MAX}}}{2 * S_{\text{НОМ}}}$$

где $S_{\text{НОМ}}$ - номинальная установочная мощность трансформатора (кВА)

S'_{max} - полная максимальная мощность после компенсации (кВА)

$\beta_{3.н}$ - коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме

$$\beta_{3.н} = \frac{S_{\text{MAX}}}{2 * S_{\text{НОМ}}} = 312,9/2 * 250 = 0,6$$

$0,6 > 0,5$ – условие выполняется.

Проверяем трансформатор в аварийном режиме

$$\beta_{3.а} = 0,6 * 2 = 1,2 < 1,4$$

где $\beta_{3.а}$ - коэффициент загрузки трансформатора в аварийном режиме

$1,2 < 1,4$ – условие выполняется.

Определяем активные потери в трансформаторе

$$\Delta P = 2\% * S_{\text{НОМ}}, \text{ где}$$

ΔP - активные потери в трансформаторе (кВт)

$S_{\text{НОМ}}$ - номинальная мощность трансформатора (кВА)

$$\Delta P = 2\% * S_{\text{НОМ}} = 0,02 * 250 = 5 \text{ (кВт)}$$

Определяем реактивные потери в трансформаторе

$$\Delta Q = 10\% * S_{\text{НОМ}}$$

где ΔQ -реактивные потери в трансформаторе (кВАр)

$S_{\text{НОМ}}$ - номинальная мощность трансформатора (кВА)

$$\Delta Q = 10\% * S_{\text{НОМ}} = 0,1 * 250 = 25 \text{ (кВАр)}$$

Определяем полные потери в трансформаторе

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}$$

где ΔS - полные потери в трансформаторе (кВА)

ΔQ -реактивные потери в трансформаторе (кВАр)

ΔP - активные потери в трансформаторе (кВт)

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2} = 25,5 \text{ (кВА)}$$

Проверяем выбранную мощность в аварийном режиме (при установке 2 тр-ров)

$$4 * S_{\text{н}} > S_{\text{м.вн}}$$

$$S_{\text{м.вн}} = S_{\text{н}} + \Delta S$$

где $S_{\text{м.вн}}$ – мощность на ВН

$S_{\text{н}}$ – номинальная мощность НН

$$S_{м.вн} = 250 + 25,5 = 275,5 \text{ (кВт)}$$

$$4 * 250 > 275,5 \text{ (кВт)}$$

2.8 Выбор схемы электроснабжения и расчет внутрицеховой распределительной сети

Сети напряжением НН служат для распределения электроэнергии внутри цехов промышленных предприятий, а так же для питания некоторых электроприемников расположенных за пределами цеха на территории предприятия. Цеховые электрические сети напряжением до 1 кВ являются составной частью СЭС и осуществляют непосредственное питание большинства электроприемников.

Электрическая проводка во взрывоопасных и пожароопасных помещениях выполняется бронированными или небронированными кабелями, проложенными в стальных трубах, либо изолированными проводами в стальных трубах. В помещении класса В-1А прокладываются провода и кабели с медными жилами не менее 2,5 мм².

Пример:

Выбираем радиальную схему электроснабжения, т.к электроприемники ДНС 2-й категории, а радиальная схема электроснабжения является более надежной. Прокладка кабелей осуществляется, скрыто в лотках, кабельных каналах и трубах, согласно категории помещения.

Определяем расчетный ток электродвигателя насоса $P_{ном} = 110 \text{ (кВт)}$, $\cos\varphi = 0,9$, $\eta = 0,94$

$$I_{\text{д}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{н}} * \cos\varphi * \eta}$$

где $I_{\text{д}}$ - расчетный ток электродвигателя

$P_{\text{ном}}$ - номинальная активная мощность электродвигателя (кВт)

$U_{\text{н}}$ - номинальное напряжение сети (кВ)

η - коэффициент полезного действия двигателя

$$I_{\text{д}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{н}} * \cos\varphi * \eta} = 199 \text{ (А)}$$

Определяем расчетный ток электродвигателя насоса $P_{ном} = 45 \text{ (кВт)}$, $\cos\varphi = 0,88$, $\eta = 0,93$

$$I_{\text{д}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{н}} * \cos\varphi * \eta} = 82,7 \text{ (А)}$$

Определяем расчетный ток электродвигателя насоса $P_{ном} = 30 \text{ (кВт)}$, $\cos\varphi = 0,86$, $\eta = 0,87$

$$I_{\text{д}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{н}} * \cos\varphi * \eta} = 54,5 \text{ (А)}$$

Определяем расчетный ток электродвигателя вентиляции $P_{ном} = 7,5 \text{ (кВт)}$,

$$\cos \varphi = 0,83, \quad \eta = 0,88$$

$$I_{\partial} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} * U_H * \cos \varphi * \eta} = 15,6 \text{ (A)}$$

Определяем расчетный ток электродвигателя задвижек $P_{ном} = 0,37 \text{ (кВт)}$, $\cos \varphi = 0,77$, $\eta = 0,712$

$$I_{\partial} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} * U_H * \cos \varphi * \eta} = 1,0 \text{ (A)}$$

Полученные данные по расчету тока электродвигателей систематизируем и заносим в таблицу №5. Согласно схемы электроснабжения и расчетного тока, для подключения электродвигателей выбираем кабели и заносим в таблицу №5.

Рассчитываем и выбираем по расчетному току общее сечение кабелей.

$$I = \frac{S_{ТР}}{\sqrt{3} * U_H}$$

где I - расчетный ток кабеля питающего секцию №1 (А)

$S_{ТР}$ - номинальная мощность трансформатора (кВА)

U_H - номинальное напряжение (В)

$$I = \frac{S_{ТР}}{\sqrt{3} * U_H} = 250 / 1,73 * 0,38 = 220 \text{ (A)}$$

Трансформаторы присоединены к распределительному устройству ЩСУ секций №1 и №2 двумя кабелями ВВГ 4х95 с допустимым током 330А каждый, длиной 5 метров. ЩСУ - щит станции управления содержит 7 блоков, которые состоят из автоматических выключателей, и пусковые аппараты.

Выбор защитных аппаратов

Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требований селективности. Защита должна обеспечивать отключение поврежденного участка при КЗ. Надежное отключение поврежденного участка сети обеспечивается, если отношение наименьшего расчетного тока КЗ к номинальному току плавкой вставки предохранителя или расцепителя автоматического выключателя будет не менее значений рассчитанных и приведенных ниже.

Выбираем автоматический выключатель серии ВА-51-35, для насоса $P_{ном} = 110 \text{ (кВт)}$, $I_{\partial} = 199 \text{ (A)}$

$$1. I_{нав} \geq I_{\partial}$$

где $I_{нав}$ - номинальный ток автоматического выключателя (А)

I_{∂} - номинальный ток электродвигателя (А)

$$I_{нав} \geq I_{\partial} = 250 \text{ (A)}$$

$$2. I_{нтр} \geq I_{\partial}, \text{ где}$$

$I_{нтр}$ - номинальный ток теплового расцепителя (А)

I_{∂} - номинальный ток электродвигателя (А)

$I_{нтр} \geq I_{\partial} = 250$ (А)

3. $I_{\text{эмп}} \geq 1,25 * I_{кр}$, где

$I_{\text{эмп}}$ - номинальный ток электромагнитного расцепителя (А)

$I_{кр} = I_{\text{пуск}} = 6 * I_{\partial}$ - пусковой ток электродвигателя (А)

Принимаем автоматический выключатель серии ВА-51-35 $I_{нав} = 250$ (А),
 $I_{нтр} = 250$ (А), $I_{\text{эмп}} = 2500$ (А).

$I_{нав} = 250$ (А) > $I_{\partial} = 199$ (А)- условие выполняется

$I_{нтр} = 250$ (А) > $I_{\partial} = 199$ (А)- условие выполняется

$I_{\text{эмп}} = 2500$ (А) > $1,25 * I_{кр} = 1493$ (А)- условие выполняется

По остальным приемникам расчет производим аналогично, все данные по расчетам заносим в таблицу № 5

Таблица №5- Выбор защитно-коммутационной аппаратуры и проводников

Наименование	$R_{ном}$ (кВт)	I_{∂} (А)	марка каб	$I_{\partial\partial}$ (А)	$I_{нав}$ (А)	$I_{\text{эмп}}$ (А)	$I_{нтр}$ (А)	Кр.уставки $I_{\text{эмп}}$	Защитные аппараты	Пусковой аппарат
Насос	110	199	ВВГнг 3*95+1*50	220	250	2500	250	10	ВА51-35	КТЭ-34
Насос	45	82,7	ВВГнг 3*70+1*35	103	160	1100	160	7	ВА52Г	ПАЕ-512
Насос	30	54,5	ВВГнг 3*35+1*16	68	100	560	80	7	ВА52Г	ПАЕ-412
Задвижка	0,37	1	ВВГнг 4*1,5	1,25	2	10	2	5	ВА47-29	ПАЕ-212
Вентилятор	7,5	15,6	ВВГнг 4*2,5	19	25	100	100	5	ВА47-29	ПАЕ-212
Обогрев	1,8	34	ВВГнг 4*10	42	63	252	63	4	ВА47-29	ПАЕ-412
ЩО-1 ЯОУ8503	0,48	1,2	ВВГнг 4*1,5	1,5	2	10	2	5	ВА47-29	
ЩО-2 ЯОУ8503	1,52	3,5	ВВГнг 4*1,5	4,4	6	30	6	5	ВА47-29	
ЩО-3 ЯОУ8503	0,58	1,5	ВВГнг 4*1,5	1,9	3	15	3	5	ВА47-29	
ЩО-4 ЯОУ8503	0,6	1,6	ВВГнг 4*1,5	2	3	15	3	5	ВА47-29	

2.9 Расчет токов КЗ

2.9.1 Расчет токов КЗ на высшем напряжении трансформатора

Для предотвращения коротких замыканий и уменьшения их последствий необходимо: устранить причины, вызывающие короткие; уменьшить время действия защиты, действующей при КЗ, применить быстро действующие выключатели, защиту и средства для ограничения токов КЗ.

Пример:

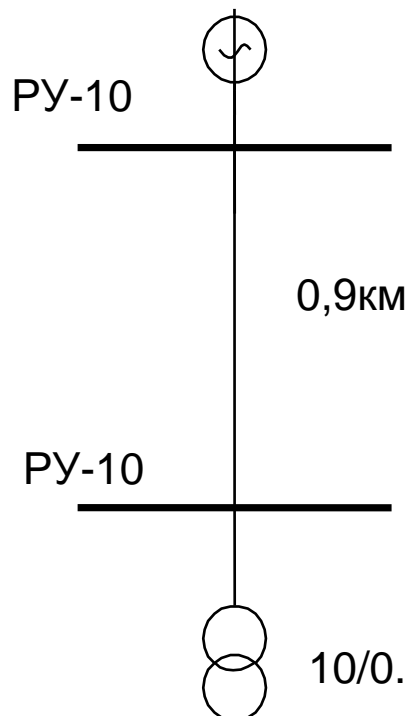


Рисунок 1- Расчетная схема

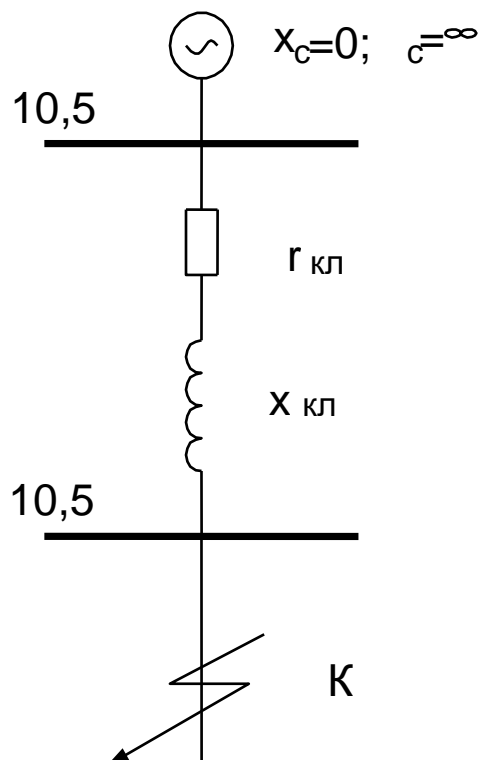


Рисунок 2 -Схема замещения

Согласно расчетной схемы и параметров этой схемы, составляем схему замещения и ведем расчет по этой схеме.

$$X_{вл} = X_o * L = 0,91 * 0,9 = 0,819 \text{ (Ом)}$$

$$r_{вл} = r_o * L = 0,4 * 0,9 = 0,36 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{б.рез} = \sqrt{x^2 + R^2}$$

$$Z_{б.рез} = 0,696$$

Согласно сечению ВЛ определяем активное сопротивление линии $r_o = 0,91 \text{ (Ом)}$.

Определяем базисный ток по данным $S_б = 100 \text{ (МВА)}$, $U_б = 10,5 \text{ (кВ)}$.

$$I_б = \frac{S_б}{U_б * \sqrt{3}}$$

где $I_б$ - базисный ток (А)

$S_б$ - базисная мощность (МВА)

$U_б$ - базисное напряжение (В)

$$I_б = 100 / 0,018 = 5,5 \text{ (МА)}$$

$$I_{кз} = \frac{I_б}{Z_{б.рез}}$$

где $I_{кз}$ – трехфазные токи К.З. при питании точки К.З. от источника неограниченной мощности.

$$I_{кз} = 5,5 / 0,696 = 7,9 \text{ кА}$$

Приводим полученные сопротивления к базисным условиям

$$r_{вл} = r_o * l * \frac{S_б}{U_б^2} = 0,28 * 0,7 * 100 / 10,5^2 = 0,17 \text{ (Ом)}$$

$$S_{K3} = I_{K3} * U_K * \sqrt{3} = 143,5 \text{ (МВА)}$$

$$x_c = \frac{S_{K3}}{S_6} = 1,435 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{K31} = \sqrt{x^2 + r^2} = 1,038 \text{ (Ом)}$$

$$I_{K1} = \frac{U_6}{\sum Z} = 5,3 \text{ (кА)}$$

Определяем ударный ток электродвигателя

$$i_y = k_y * I_{K1} * \sqrt{2} = 8,9 \text{ (кА)}$$

$$I_{дин} = 14,5 > i_y = 8,9 - \text{условие выполняется}$$

Выбор защитных и коммутационных аппаратов на ВН.

$$I_{на} \geq I_p$$

где $I_{на}$ - ток номинальный автомата (А)

$$I_p - \text{расчетный ток (А)}$$

$$I_{на} = 400 \geq I_p = 23,8$$

Принимаем к установке выключатель нагрузки ВН 10кВ/400.

Выбираем предохранитель по расчетам.

$$I_n = 100 \text{ (А)}$$

$$I_n - \text{номинальный ток патрона (предохранителя) (А).}$$

$$I_{пл.вст} = 31,5 \text{ (А)}$$

$$I_{пл.вст} - \text{ток плавкой вставки (А).}$$

$$S_{отк} = 200 \text{ (МВА)}$$

$$S_{отк} - \text{номинальная мощность отключения (МВА)}$$

Выбираем к установке предохранитель серии ПК-10-31,5

2.9.2 Расчет токов КЗ на низшем напряжении трансформатора

Пример:

Трансформаторы присоединены к РУ 0,4 (кВ) алюминиевыми шинами, длиной 5 метров, расстояние между шинами 250 мм.

Данные трансформаторов ТМГФ-250/10/0,4

$$S_{тр} = 250 \text{ (кВА)}$$

$$U_H = 10/0,4 \text{ (кВ)}$$

$$U_K = 4,5\%$$

$$\Delta P_H = 3,7 \text{ (кВт)}$$

$$I_{х.х} = 1,7\%$$

$$P_{х.х} = 0,56 \text{ (кВт)}$$

Секции №1 и №2 ЩСУ соединены с тр-рами кабелем ВВГнг 4х95. Нагрузка потребителей 0,4кВ равномерно распределена между секциям

ЩСУ.

Расчитаем ток к.з. в именованных единицах. Определяем сопротивление системы

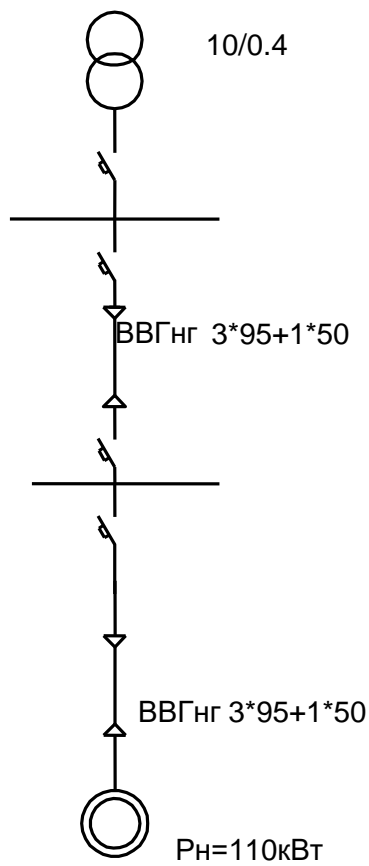


Рисунок №3 - Принципиальная схема

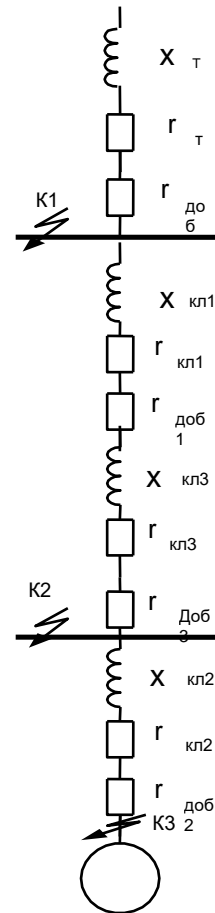


Рисунок №4- Схема замещения

$$x_c = \frac{U_H^2}{S_{отк}}$$

где x_c – сопротивление системы (Ом)

U_H – номинальное сопротивление системы (В)

$S_{отк}$ – мощность отключения (МВА)

$$x_c = \frac{U_H^2}{S_{отк}} = 0,8 \text{ (мОм)}$$

$$r^*_{mp} = \frac{P_{кз}}{S_{mp}} = 0,0138$$

$$x^*_{mp} = \sqrt{U_{кз}^2 - r^*_{mp}^2} = 0,054$$

$$r_{mp} = \frac{r^*_{mp} * U_H^2}{S_{mp}} = 5,52 \text{ (Ом)}$$

$$x_{mp} = \frac{x_{mp} * U_n^2}{S_{mp}} = 21,6 \text{ (Ом)}$$

При напряжениях до 1000 (В) получаем

$$r_{доб} = 18 \text{ (мОм)}, \quad x_{доб} = 6 \text{ (мОм)}.$$

Определяем сумму активных и реактивных сопротивлений

$$r_{\Sigma} = r_{тр} + r_{доб} = 5,52 + 18 = 23,52$$

$$x_{\Sigma} = x_{тр} + x_{доб} = 21,6 + 6 = 27,6$$

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{x^2 + r^2} = 36,26 \text{ (мОм)}$$

$$I_{кз} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * Z_{\Sigma}} = 6,38 \text{ (кА)}$$

$$I_{yад} = \sqrt{2} * I_{кз} = 9,33 \text{ (кА)}$$

$$i_{yад} = I_{над} * K_n = 2,466 \text{ (кА)}$$

Находим суммарный ударный ток

$$i_{y\Sigma} = i_y + i_{yад} = 9,33 + 2,47 = 11,8 \text{ (кА)}$$

Проверяем ранее выбранные аппараты на динамическую устойчивость
ВА-51-37 $I_n = 3000 \text{ (А)}, I_{дин} = 31 \text{ (кА)} > i_y = 11,8 \text{ (кА)}$.

Аппараты динамически устойчивы к токам КЗ.

2.10. Выбор и проверка оборудования на стойкость к токам короткого замыкания.

Пример:

На стороне ВН трансформатора цеховой подстанции устанавливается предохранитель и выключатель нагрузки. Это электрооборудование должно быть стойким к токам к.з.

1. Выбираем плавкий предохранитель:

ПКТ101-10-31,5-12,5УЗ ($U_n = 10 \text{ кВ}; I_{пр} = 31,5 \text{ А}; I_{откл} = 12,5 \text{ кА}$);

$$U_{н.пр.} \geq U_{уст.}$$

$$10 \text{ кВ} = 10 \text{ кВ}, \text{ условие выполняется.}$$

$$I_{н.пр.} \geq I_p.$$

$$31,5 \text{ А} > 22,2 \text{ А} \quad [\text{см. п.3.11}]$$

$$I_{откл} > I_k,$$

$$\text{где } I_k = 0,268 \text{ (кА)}$$

$$12,5 > 0,268 \text{ (кА)}$$

Условие выполняется, следовательно, предохранитель выбран правильно и можно принять его к установке.

2. Выбираем тип выключателя нагрузки:

Выключатель нагрузки устанавливается после предохранителя и не предназначен для отключения токов к.з., поэтому по отключающей способности он не проверяется.

ВНПу-10/400-10зПУЗ ($U_H = 10$ кВ; $I_H = 400$ А);

$I_H = 400$ (А) $> I_P = 22,2$ (А), следовательно можно принять выключатель к установке.

Проверка по динамической стойкости:

$$i_{MAX} \geq i_{y.k1} \quad 25(\text{кА}) \geq 0,517(\text{кА})$$

Проверка по термической стойкости:

$$I_t^2 \cdot t \geq I_{K1} \cdot t_{пр} \quad [1, \text{стр. 248, ф. 6.86}]$$

$t_{пр} = 0,51$ - приведённое время действия защиты.

$$10^2 \cdot 1 \geq 4,68 \cdot 0,51 \quad 100(\text{кА}^2 \cdot \text{с}) \geq 2,4(\text{кА}^2 \cdot \text{с})$$

Все условия выполняются, поэтому выключатель нагрузки можно принять к установке.

Выбор и проверку оборудования КТП проводим аналогично. В результате к установке принимаем плавкий предохранитель ПКТ102-10-50-12,5УЗ ($U_H = 10$ кВ; $I_{пр} = 50$ А; $I_{откл} = 12,5$ кА) и выключатель нагрузки типа ВНПу-10/400-10зПУЗ ($U_H = 10$ кВ; $I_H = 400$ А).

3. Проверка шины от трансформатора до РУ-0,4 кВ на термическую и динамическую стойкость:

1) Сечение шины на термическую устойчивость к токам короткого замыкания проверяют по формуле:

$$S_{мин} = \frac{I_{K2} \cdot \sqrt{t_{пр}}}{c}, \text{ где}$$

I_{K2} - ток к.з. в точке К2 на НН (А), [см. п. 3.9.2];

$t_{пр} = 0,51$ - приведенное время срабатывания защиты (с), [1, с.244];

c – температурный коэффициент проводника (для медных шин $c = 171$), [1, с.245]

$$S_{мин} = \frac{7570 \cdot \sqrt{0,51}}{171} \approx 31,6 \text{ мм}^2 < 250 \text{ мм}^2, \text{ следовательно, выбранная}$$

шина удовлетворяет условиям термической устойчивости.

2) Момент сопротивления (см^3):

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 0,5 \cdot 5,0^2 / 6 = 2 \text{ см}^3 [1, \text{с.243}];$$

Наибольшее механическое напряжение (МПа) в шине при изгибе:

$$\sigma = 1,76 \cdot 10^{-3} \cdot i_y^2 \cdot d^2 / (aW) [1, \text{с.243}], \text{ где}$$

a - расстояние между токоведущими частями (см);

i_y - ударный ток короткого замыкания в точке К2, [пункт 3.9.2]

$$\sigma = 1,76 \cdot 10^{-3} \cdot 12,8^2 \cdot 100^2 / (25 \cdot 2) = 57,6 \text{ (МПа)}$$

Т.к. наибольшее допустимое значение напряжения на медных шинах $\sigma_{\text{доп}} = 170 \text{ МПа}$ [1, с.246]; больше получившегося при расчете $\sigma = 57,6 \text{ МПа}$, то шина удовлетворяет условиям динамической устойчивости. Также условиям динамической устойчивости удовлетворяют изоляторы ОМА – 1, имеющие $\sigma_{\text{доп}} = 100 \text{ МПа} > 57,6 \text{ МПа}$.

2.11. Расчёт и выбор внешних питающих линий

Правильный выбор высоковольтных питающих линий является залогом надёжной работы промышленных предприятий. Неправильный выбор ведет к аварии линии, либо к ненужным экономическим расходам.

Пример:

Для электроснабжения трансформаторных подстанций компрессорного цеха используются кабельные линии напряжением 10 кВ, проложенные в земляной траншее.

$$I_p = 22,2 \text{ (А)} \quad [\text{раздел 3.4.}]$$

Намечаем к прокладке две кабельные линии марки СБ 3х16 с $I_{\text{д.}} = 95 \text{ (А)} > I_p = 22,2 \text{ (А)}$, с удельными сопротивлениями: $r_0 = 1,2 \text{ Ом/км}$ и $x_0 = 0,11 \text{ Ом/км}$.

Осуществляем проверку:

По экономической плотности тока :

$$S_{\text{эк}} = \frac{I_p}{\tau_{\text{эк}}},$$

где $\tau_{\text{эк}} = 2 \text{ (А/мм}^2\text{)}$ - экономическая плотность тока [3, табл. П1.2.],

$S_{\text{эк}}$ - наиболее экономически выгодное сечение кабеля.

$$S_{\text{эк}} = \frac{11,1}{2} = 5,6 \text{ (мм}^2\text{)}$$

Принимаем ближайшее стандартное сечение 16 мм^2 .

По термической стойкости :

$$S_{\text{каб}} \geq S_{\text{min}}$$

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{\text{ПР}}}}{c}, \text{ где}$$

$$I_{\infty} = I_{kl} = 0,28 \text{ (кА)} = 280 \text{ (А)},$$

α – температурный коэффициент проводника (для меди в данном случае $\alpha = 141$), [1, с.245];

$t_{\text{пр}} = t_{\text{с.з.}} + T_{\text{А}}$ - приведенное время срабатывания защиты, где

$t_{\text{с.з.}} = 0,5 \text{ (с)}$ - время срабатывания защиты,

$T_{\text{А}} = 0,01 \text{ (с)}$ - время апериодической составляющей тока к.з.

$$S_{\min} = \frac{280 \cdot \sqrt{0,6}}{141} = 1,54 \text{ мм}^2 \leq 16 \text{ мм}^2 - \text{условие выполняется}$$

По потери напряжения :

$$\Delta U_{\text{к, \%}} < \Delta U_{\text{доп}}$$

$\Delta U_{\text{доп, \%}} = 5\%$ - допустимые потери в кабеле

$$\Delta U_{\text{к, \%}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_{\text{н}}} (r_0 \cdot \cos \gamma + x_0 \cdot \sin \gamma) \cdot I_{\text{р}} \cdot L$$

$$\Delta U_{\text{к, \%}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{10000} (1,2 \cdot 0,98 + 0,11 \cdot 0,19) \cdot 11,1 \cdot 0,2 = 0,02\%$$

$0,02 < 5\%$ - условие выполняется.

2.12 Выбор и описание схемы управления

Пример:

Управление электрическим приводом может быть ручным (местным) и автоматическим. Ручное управление осуществляется установкой переключателя режимов *SA* в положении *p*. Нажатием кнопок *SBC1* (открыть), *SBC2* (закрыть) и *SBT* (стоп), расположенных в пункте управления, подают напряжение на обмотки магнитных пускателей *KM1* и *KM2*, которые включают и отключают соответствующие магнитные пускатели электродвигателя *M*. Автоматическое управление осуществляется установкой переключателя *SA* в положение *a*. При получении через контакты 1-2 и 3-4 импульса от аппаратов автоматики, находящейся в системе КИП технологического механизма (насоса), включается соответствующий пускатель *KM1* или *KM2*, и электродвигатель автоматически открывает или закрывает задвижку. Электродвигатель *M* автоматически отключается при достижении запорным органом своих крайних положений (открыто, закрыто), при которых контакты *SQ1* и *SQ2* конечных выключателей размыкаются и разрывают цепь питания обмоток пускателей *KM1* и *KM2*.

В случае превышения допустимой нагрузки на валу задвижки в процессе хода на открытие или закрытие (например, при заклинивании задвижки), цепь питания обмоток пускателей разрываются контактами *SQ3* и *SQ4* муфты

предельного момента (механизма моментного отключения), срабатывающей при определенном моменте настройки. Достижение крайних положений задвижки (открыто, закрыто) сигнализируется лампами *HL1* и *HL3*; о срабатывании муфты предельного момента сигнализирует лампа *HL2*. Для дистанционной передач на пульт управления положение задвижки предусмотрен в схеме датчик указателя положений (сельсин) *PS* в комплекте с потенциометром имеет циферблат со стрелкой для местного наблюдения за положением задвижки. Управление задвижкой может быть переключено с электрического привода на ручное тягой.

2.13 Расчет заземляющего устройства

Пример:

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции применяется одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, защитное отключение, разделительный трансформатор, двойная изоляция, малое напряжение, выравнивание потенциалов.

Рассчитаем заземляющее устройство нефтенасосной станции.

Сопротивление заземляющего устройства для установок до 10 кВ

$$R_3 \leq \frac{250}{I_3} = \frac{250}{19} = 13,2$$

Сопротивление заземляющего устройства нейтрали трансформатора 0,4 кВ должно быть не более 4 Ом. Заземляющее устройство выполняется общим, поэтому последнее требование является определяющим для расчета $R_3 \leq 4$ (Ом). Заземляющее устройство выполняют в виде контура из полосы 40*4 мм, проложенной на глубине 0,7 м вокруг оборудования станции, и стержней длиной 5 метров и диаметром 12 мм на расстоянии 5 м друг от друга. Общая длина полосы по плану 72 м, предварительное число стержней 14.

Сопротивление одного стержня

$$r_6 = 0,27 \rho_{расч} = 0,27 * 89,9 = 24,3 \text{ (Ом);}$$

здесь $\rho_{расч} = k_{сез} \rho = 1,45 * 62 = 89,9$ (Ом*м;) $k_{сез} = 1,45$ для второго климатического района

Необходимое число вертикальных заземлителей

$$n_6 = \frac{r_6}{R_3 \eta_6} = \frac{24,3}{4 * 0,52} = 11,7$$

где $\eta_6 = 0,52$

Сопротивление заземляющей полосы

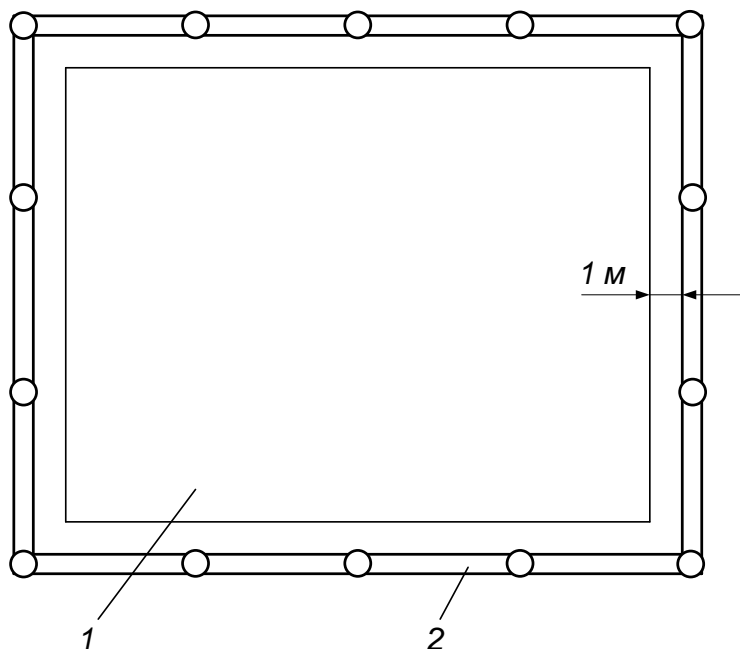
$$r_r = \frac{0,366 \rho_{расч}}{l} \lg \frac{2l^2}{bt} = \frac{0,366 * 3,5 * 62}{60} \lg \frac{2 * 60^2}{40 * 10^{-3} * 0,7} = 8,48 \text{ (Ом)}$$

Сопротивление полосы в контуре из 14 электродов

$$R_r = \frac{r_z}{\eta_z} = \frac{8,48}{0,34} = 24,9 \text{ (Ом)}$$

Необходимое сопротивление вертикальных заземлителей

$$R_B = \frac{R_r R_3}{R_r - R_3} = \frac{24,9 * 4}{24,9 - 4} = 4,76 \text{ (Ом)}$$



1 – площадь, занятая оборудованием

2 – контур заземления

Рисунок №5 – план заземляющего устройства

2.14 Расчет молниезащиты объекта

В процессе эксплуатации электроустановок как атмосферные так и коммутационные перенапряжения. При проектировании электроснабжения необходимо учитывать и предотвращать возможность поражения объекта прямыми ударами молнии. Электрооборудование защищается от прямых ударов молнии с помощью молниеотводов. Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом сооружение, через которое разряд молнии, минуя объект, отводится в землю.

Пример:

Над молниеотводом существует зона в виде перевернутого конуса с радиусом $R=3,5 h$ (где h – высота молниеотвода), в которой происходит 100%-ное поражение молниеотвода грозовым разрядом. Вокруг молниеотвода имеется зона, не поражаемая грозовыми зарядами «шатер», которая называется зоной защиты молниеотвода.

При расчете стержневых молниеотводов следует так рассчитать вы-

соту h_x до точки на границе защищаемой зоны и расстояние от стержня r_x , чтобы защищаемый объект оказался внутри зоны защиты. Для одиночных стержневых молниеотводов высотой h до 60 м. Для нашего случая $A=12$, $B=18$, выбираем 2 молниеотвода высотой 12 метров.

Определим активную высоту молниеотвода:

$$h_a = h - h_x = 12 - 8 = 4 \text{ (м)}$$

$$\text{Коэффициент } K_p = 5,5 / \sqrt{h} = 1,59 \text{ (м)}.$$

Определим расстояние r_x , при котором защищаемый объект окажется внутри зоны защиты

$$r_x = 1,6 h_a K_p / (1 + \frac{h_x}{h}), \text{ где}$$

$$h_a = h - h_x - \text{активная высота молниеотвода (м)}$$

K_p – коэффициент учитывающий разные высоты молниеотвода

$$K_p = 5,5 / \sqrt{h}$$

h_x – высота точки на границе защищаемой зоны (м)

$$r_x = 1,6 h_a K_p / (1 + \frac{h_x}{h}) = 1,6 * 4 * 1,59 / (1 + \frac{8}{12}) = 6 \text{ (м)}.$$

Определяем: $a/h_a = 20/4 = 5$; $h_x/h = 8/12 = 0,67$.

По кривым (рис 12, 10, Коновалова) находим $b_x/2h_a = 0,2h \Rightarrow b_x = 2,4 * 2 * 4 = 19,4$

Следовательно, защищаемый объект находится внутри зоны защиты, т.к. наименьшая ширина зоны защиты молниеотвода b_x больше ширины здания.

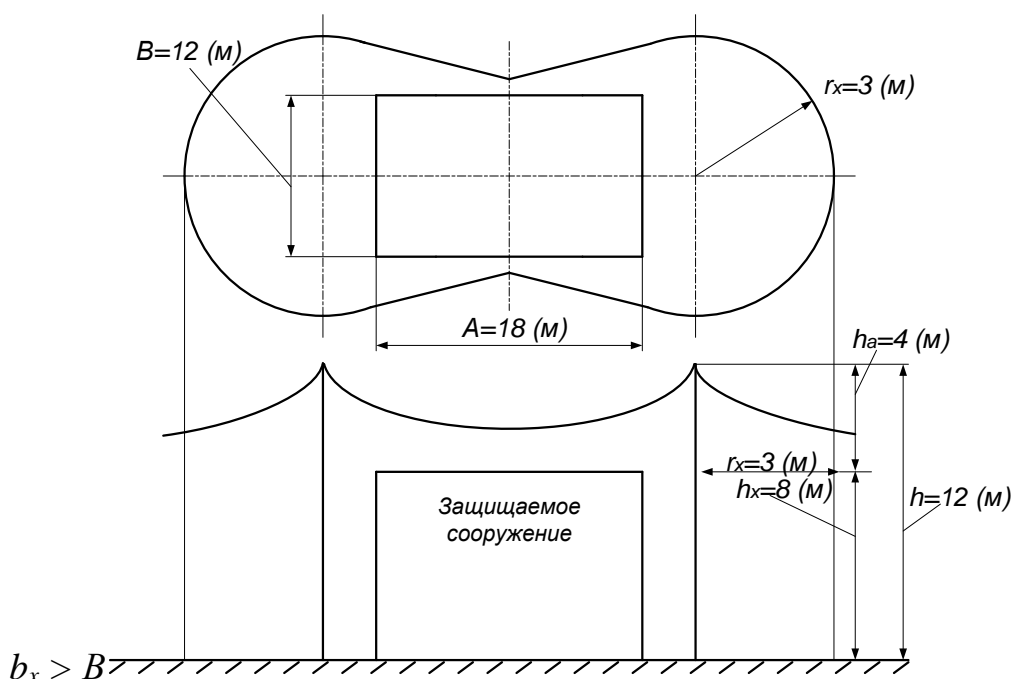


Рисунок №6 – защитная зона двух стержневых молниеотводов.

2.15. Автоматика электроснабжения объекта

Пример:

В электросетях промышленных предприятий возможны возникновения

повреждений, нарушающих нормальную работу электроустановок. Предотвратить возникновение аварии можно путём быстрого отключения повреждённого участка сети. Для этой цели электроустановки снабжают автоматически действующими устройствами – релейной защитой.

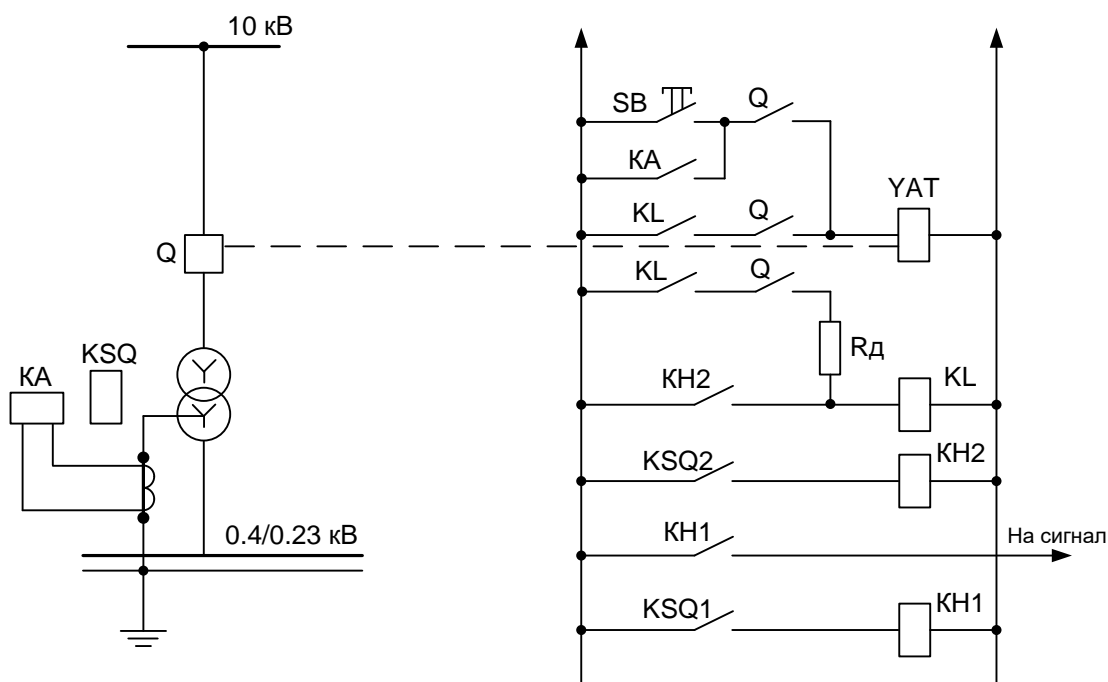


Рисунок № 7 – Схема газовой защиты силового трансформатора

При малой загазованности срабатывает газовая защита KSQ, контакт KSQ1 замыкается. Срабатывает указательное реле KH1, замыкается контакт KH1 и подаётся сигнал на пульт управления. При сильной загазованности срабатывает газовое реле KSQ и замыкается контакт KSQ2, срабатывает указательное реле KH2 и замыкается контакт KH2, после чего срабатывает промежуточное реле KL и замыкается его контакт KL. Так как при нормальном режиме работы выключатель нагрузки и его контакты замкнуты, то срабатывает катушка отключения YAT и трансформатор будет отключён.

При однофазном коротком замыкании на землю срабатывает реле KA, контакт KA замыкается и срабатывает катушка отключения YAT.

При необходимом ремонте трансформатора или отключении его от сети производится нажатием кнопки управления KS и вследствие чего срабатывает катушка отключения YAT и отключает трансформатор от сети.

2.16. Выбор приборов измерения

Пример:

Для контроля тока на шинах 0,4 кВ принимаем к установке амперметр типа Э365 (предел измерения 0 - 400А) с включением через трансформатор тока типа Т- 0,66 ($I_{n1} / I_{n2} = 400 / 5$ А). Для контроля напряжения принимаем к установке вольтметр прямого включения типа Э365 (0 - 500В). Для контроля расхода электроэнергии в РУ – 0,4 кВ устанавливаем счётчик активной

энергии прямого включения типа “Альфа А-1800”.

3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЕ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

3.1 Технологическая карта текущего ремонта асинхронного электродвигателя (силового трансформатора, кабельной линии и др.)

3.2 Технологическая карта капитального ремонта асинхронного электродвигателя (силового трансформатора, кабельной линии и др.)

По заданию руководителя курсового проекта в этом разделе может быть составлена технологическая карта текущего или капитального ремонта одной единицы электрооборудования объекта либо разработаны мероприятия, проводимые в рамках текущей эксплуатации электрооборудования объекта

4 ОХРАНА ТРУДА

4.1. Организационные и технические мероприятия в электроустановках

До начала каких-либо работ в электроустановках необходимо выполнить технические и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работающих.

Техническими мероприятиями, обеспечивающими электробезопасность с полным и частичным снятием напряжения, являются:

а) отключение ремонтного оборудования и принятие мер против ошибочного или намеренного включения его;

б) установка временных ограждений не отключенных токоведущих частей и вывешивание запрещающих плакатов;

в) присоединение переносного заземления к заземляющему устройству и проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях, которые подлежат заземлению накоротко;

г) наложение зажимов переносного заземления на отключенные токоведущие части сразу после проверки отсутствия на них напряжения или включения стационарных заземляющих ножей, имеющихся в РУ подстанции;

д) ограждение подготовленного рабочего места и вывешивание предписывающего плаката.

Эти технические мероприятия выполняет допускающий к работе по разрешению лица, отдающего распоряжение на производство работ.

Организационные мероприятия, обеспечивающие электробезопасность работ, являются оформление работы нарядом или распоряжением, оформление в наряде допуска бригады к работе, надзор во время работы, оформление перерывов в работе, переход на другое рабочее место и окончание работ.

Работы по наряду производятся с полным или частичным снятием напряжения с ремонтируемой электроустановки, а так же без снятия

напряжения вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

Наряд есть письменное задание на работу в электроустановке, оформленное на бланке установленной формы, определяющее место работы, время окончания и начала работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работы.

Лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение на производство работ в электроустановках, отвечает за необходимость данной работы и возможность ее безопасного выполнения.

Наряд выписывается в двух экземплярах, из которых один должен находиться у производителя работ, а другой храниться у дежурного (оперативного) персонала данной электроустановки.

Срок действия наряда не должен превышать 5 дней.

Допуск ремонтной бригады заключается в том, что допускающий совместно с ответственным руководителем и производителем работ (или наблюдающим) проверяет правильность подготовки рабочего места и состав бригады.

Надзор за безопасным проведением работ осуществляет производитель работ (или наблюдающий), который должен неотлучно находиться на рабочем месте вместе с бригадой. Не разрешается на рабочем месте оставаться одному лицу, в том числе производителю работ.

Производитель работ может принимать участие в работе бригады (совмещая одновременно надзор за безопасностью работающих), если работа выполняется при полном снятии напряжения с ремонтируемой электроустановки.

Перерывы в работе на время обеда в наряде не оформляются. На время обеденного перерыва вся бригада удаляется с места работы, а помещение запирается. Наряд и ключи остаются у производителя работ.

По окончании рабочего дня при неоконченной работе рабочее место должно быть убрано, а поставленные заземления, переносные ограждения и плакаты оставлены на своих местах. Наряд сдается дежурному персоналу.

После полного окончания работ по наряду рабочее место осматривается ответственным руководителем, который расписывается в наряде об окончании работы и сдает его дежурному персоналу.

Включение установки разрешается только после закрытия наряда.

4.2. Классификация защитных средств

1. Основными называются такие изолирующие средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением электроустановки, в которой они применяются.

К основным изолирующим средствам защиты в электроустановках напряжением выше 1000 В изолирующие оперативные и измерительные клещи, указатели напряжения, комплекты для фазировки, изолирующие устройства и приспособления для работ на ВЛ с непосредственным прикосновением электромонтера к токоведущим частям.

В электроустановках до 1000 В, являются изолирующие штанги, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками, диэлектрические перчатки.

Дополнительными называются такие, которые сами по себе не могут приданном напряжении электроустановки обеспечить безопасность персонала от поражения электрическим током и являются лишь дополнительной мерой защиты к основным средствам.

Дополнительные средства защиты испытываются повышенным напряжением установки, в которой они должны применяться.

К дополнительным средствам защиты, применяемым в электроустановках выше 1000 В, относятся диэлектрические перчатки, резиновые коврик, изолирующие накладки и подставки на фарфоровых изоляторах, диэлектрические колпаки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

В электроустановках до 1000 В дополнительными средствами защиты являются: диэлектрические калоши, диэлектрические резиновые ковры, изолирующие подставки и накладки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

4.3. Классификация помещений по поражению электрическим током

Помещения делятся на три категории:

1) Особо опасные:

- а) особо сырые (относительная влажность близка к 100%)
- б) с химически активной средой, разрушающей изоляцию
- в) территория размещения наружных ЭУ

2) С повышенной опасностью:

- а) сырые (относительная влажность более 75%)
- б) с токопроводящей пылью
- в) с токопроводящими полями (металл, земля)
- г) жаркие ($t^{\circ}\text{C}$ постоянно $+ 35^{\circ}$)

д) возможно соприкосновение одновременно с корпусом ЭО и конструкциями связанными с землей.

Без повышенной опасности. Относятся помещения, не относящиеся в отношении опасности поражения людей электротоком к ОО и с ПО.

5 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

(Пример дан для темы «Электроснабжение и электрооборудование цеха КС»)

Технологические процессы, существующие в газовой промышленности, сопровождаются выбросами в водоемы и атмосферу значительных количеств производственных отходов.

Задача сохранения чистоты атмосферы и водоемов – социальная проблема, связанная с оздоровлением жизни людей.

Возможны следующие пути предотвращения попадания вредных веществ в сточные воды:

1. Внедрение в производство такого технологического процесса, который полностью исключал или максимально сокращал сброс производственных сточных вод в водоемы.

2. Организация оборотного водоснабжения, при которой условно чистые промышленные стоки после охлаждения не сбрасываются, а снова возвращаются в систему обслуживания теплообменной аппаратуры. Оборотное водоснабжение не только уменьшает водопотребление, но и резко снижает загрязнение водоемов.

3. Очистка промышленных стоков. Ее применяют в тех случаях, когда технологическими методами не удастся достигнуть предельно допустимого содержания вредных веществ в воде и воздухе.

Наиболее эффективный метод борьбы с выделениями в атмосферу – технологические мероприятия, исключающие или значительно уменьшающие количество выбросов. Во многих случаях с выбрасываемыми в атмосферу промышленными газами и пылью уносится значительное количество ценных химических продуктов. К таким мероприятиям относятся утилизация отходящих газов, паров и пыли, герметизация аппаратов, механизация погрузочно-разгрузочных работ и др.

Степень загрязненности атмосферного воздуха зависит также от высоты газо- и пылевыведений. При недостаточной высоте выбросных труб газы и пыль могут скапливаться на территории предприятия и засасываться в систему приточной вентиляции. Поэтому для организованных выбросов рассчитывается целесообразная высота выбросных труб с учетом скорости и направления ветров, рельефа местности, температуры выбросов и др.

Воздействие на растительный мир проявляется в деградации леса, травянистой и кустарной растительности в результате вырубок, химического воздействия, в загрязнении растительности токсичными элементами и соединениями вследствие загрязнения атмосферного воздуха и сточных вод.

Для сохранения растительности необходимо выполнять следующие мероприятия:

- мероприятия по охране атмосферного воздуха и поверхностных вод;

-снять и сохранить дернину на участках, отчуждаемых под сооружения, карьеры и т.д., в целях дальнейшего использования при рекультивации.

Итак, в основу природоохранных мероприятий, проводимых при эксплуатации КС, должно быть положено соблюдение и неукоснительное выполнение законодательных актов и ведомственных нормативов.

Структура природоохранных мероприятий, выполняемых в процессе эксплуатации КС, должна предусматривать:

1) комплекс мер по снижению или исключению отрицательного воздействия на природную среду в ходе выполнения всех технологических операций производственного процесса;

2) мероприятия по восстановлению неизбежных нарушений среды в процессе эксплуатации компрессорной станции;

3) компенсационные мероприятия, направленные на воспроизводство растительного и животного мира.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполненной работы;
- оценку полноты решений поставленных задач;

Выводы должны содержать все то новое, что удалось выявить, изучить или описать в ходе работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Библиографический список содержит сведения об источниках литературы, использованных при оформлении работы, приведенные по определенным правилам, оформление по ГОСТ 7.1-2003

ПРИЛОЖЕНИЕ

Материал, дополняющий основную часть работы, оформляют в виде приложений. В приложениях целесообразно приводить графический материал большого объема или формата, методы расчетов, описания приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ПК.

По статусу приложения могут быть обязательными, рекомендуемыми или справочными.

В тексте работы должны быть ссылки на все приложения.

3 СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть курсового проекта выполняется вручную или в графическом редакторе на листах формата А3. Количество листов ватмана 2-4.

Обязательным является чертеж однолинейной принципиальной схемы электроснабжения.

Рекомендуемые чертежи:

- 1) План расположения электрооборудования объекта
- 2) План осветительной сети объекта
- 3) Схема управления электроприводом вентилятора, кранбалки, насоса, металлорежущего станка и др.
- 4) Схема релейной защиты
- 5) Схема молниезащиты и защитного заземления

Пример:

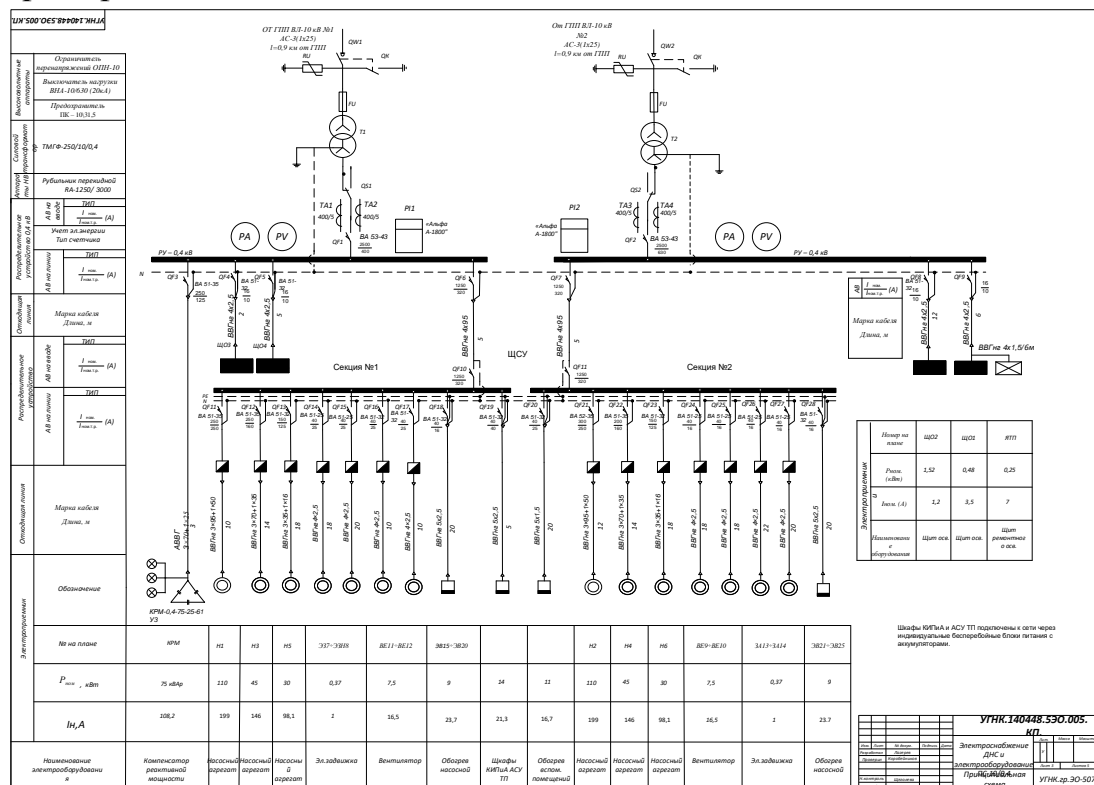


Рисунок 1 – Однолинейная принципиальная схема электроснабжения

1. РД 40 РСФСР-050-87 Руководящий документ. Проекты (работы) дипломные и курсовые правила оформления [Текст]. – М: Изд-во стандартов, 1998. – 12 с.
2. Жукова, Л.Н. Правила графического оформления дипломных и курсовых проектов (работ) [Текст]: учеб. пособие для студентов специальностей МЛК, МОН / Л.Н. Жукова, С.А. Дейнега, Н.Г. Думицкая. – Ухта: УГТУ, 2006. – 55 с., ил.
3. Дейнега, С.А. Правила графического оформления дипломных и курсовых проектов (работ) [Текст]: учеб. пособие для студентов специальностей ПГС, ТГВ, ВВ / С.А. Дейнега, Н.Г. Думицкая, Л.Н. Жукова. – Ухта: УГТУ, 2006. – 53 с., ил.
4. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.

