

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА СЧЕТЧИКА ПРИРОДНОГО ГАЗА С
КОНТРОЛЕМ ДОСТОВЕРНОСТИ В ЧАСТИ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ
ДАВЛЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР:831

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« ____ » _____ 2016 г.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Выпускная квалификационная работа бакалавра
Направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 831

Исполнитель:

студент(ка) группы КЧ-411СД ЭС _____ А.А. Дровосеков

Руководитель:

Вед. спец. ОГЭ УГЖДТ ОАО «ЕВРАЗКГОК» _____ О.Ю. Войнов

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 59 страницах, содержит 7 рисунков, 4 таблицы, 20 источников литературы и 2 приложения.

Ключевые слова: ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВА, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ТРАНСФОРМАТОР, КАБЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ, ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКИ, ПОТРЕБИТЕЛИ.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является электроснабжение здания дошкольного образовательного учреждения.

Предметом исследования выпускной квалификационной работы является схема электроснабжения здания дошкольного образовательного учреждения.

Цель работы: спроектировать схему электроснабжения здания дошкольного образовательного учреждения, выбрать электрооборудование.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы:

- произведен расчет мощности детского сада;
- выполнен расчёт распределения мощности по участкам сети схемы электроснабжения;
- выполнен расчет допустимых потерь напряжения;
- произведен расчет защит, расчет и выбор сечения провода для кабельной линии (КЛ) - 0,4 кВ;
- выполнен расчет токов короткого замыкания;
- выбран трансформатор и трансформаторная подстанция;
- рассмотрено устройство и работа автоматического включения резерва;
- произведен расчет экономического эффекта и определен срок окупаемости подстанции;
- рассмотрены вредные и опасные производственные факторы и безопасность при работе в электроустановках.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 Характеристика здания дошкольного образовательного учреждения	9
1.2 Требования к надежности системы электроснабжения дошкольного образовательного учреждения	10
1.3 Расчет мощности детского сада.....	11
1.4 Расчёт распределения мощности по участкам сети схемы электроснабжения	12
1.5 Выбор трансформатора.....	13
1.6 Выбор трансформаторной подстанции.....	18
1.7 Устройство и работа автоматического включения резерва.....	22
1.8 Расчет допустимых потерь напряжения	25
1.9 Расчет защит	26
1.10 Расчет и выбор сечения провода для кабельной линии напряжением 0,4 кВ.....	27
1.11 Расчет токов короткого замыкания	30
1.12 Расчет заземления	32
2 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	38
3 ОХРАНА ТРУДА	40
3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	40
3.2 Воздействие энергоустановок на окружающую среду	41
3.3 Защита от поражения электрическим током	46
3.4 Мероприятия по пожарной безопасности	47
3.5 Мероприятия по обеспечению безопасности.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	57

ВВЕДЕНИЕ

В системах электроснабжения объектов энерго - и ресурсосбережения достигается главным образом за счет уменьшением потерь электроэнергии при ее передаче и преобразовании, а также применение менее материалоемких и более надежных конструкций всех элементов этой системы. Выбор их типа, мощности, местоположения и способа автоматизации.

Главной задачей проектирования населенных пунктов является разработка рационального электроснабжения с учетом новейших достижений науки и техники при которых обеспечивается оптимальная надежность снабжения потребителей электроэнергией в необходимых размерах и требуемого качества с наименьшим затратами. Реализация данной задачи связана с рассмотрением ряда вопросов, возникающих на различных этапах проектирования. При технико-экономических сравнениях вариантов электроснабжения основными критериями выбора технического решения является его экономическая целесообразность, то есть решающими факторами должны быть стоимостные показатели, а именно приведенные затраты, учитывающие единовременные капитальные вложения и расчетные ежегодные издержки производства. Надежность системы электроснабжения в первую очередь определяется схемными и конструктивными построениями системы, разумным объемом заложенных в нее резервов, а также надежностью входящего электрооборудования. основополагающим принципом при проектировании схем электроснабжения является также отказ от «холодного» резерва. Рациональные схемы решения должны обеспечивать ограничение токов короткого замыкания. Мероприятия по обеспечению качества электроэнергии должны решаться комплексно и базироваться на рациональной технологии и режиме производства, а также на экономических критериях. При выборе оборудования необходимо стремиться к унификации и ориентироваться на применение комплексных устройств различных напряжений, мощности и назначения, что повышает качество электроустановки, надежность, удобство и безопасность ее обслуживания.

К дошкольным образовательным учреждениям (ДОУ) выдвигаются жесткие нормативные требования в области электроснабжения, устройства электрических сетей, электрического освещения.

Задачами проектирования электроснабжения здания дошкольного образовательного учреждения является создание экономически целесообразных систем, обеспечивающих необходимое качество комплексного электроснабжения всех потребителей (по надежности питания и качеству электроэнергии), а также обеспечивающих их экономичную эксплуатацию. Под системой электроснабжения здания детского сада понимается совокупность электрических сетей всех напряжений, расположенных на территории и в здании дошкольного образовательного учреждения и предназначенных для электроснабжения его потребителей.

Она включает электропитающие сети (линии напряжением 0,4 кВ), распределительные сети (0,4 кВ), трансформаторную подстанцию, питающую линию (10 кВ), предназначенные для электроснабжения его потребителей.

Основные показатели системы электроснабжения детского сада определяются условиями: размерами детского сада, наличием источников питания, характеристиками потребителей и так далее. Для принятия той или иной системы построения электрической сети необходимо учитывать мощность и число потребителей, расстояние от питающего центра, требования по уровню надежности электроснабжения. Кроме того, схема сети должна обеспечивать наиболее экономичное решение с учетом капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

Объектом исследования является электроснабжение здания дошкольного образовательного учреждения.

Предметом исследования является схема электроснабжения здания дошкольного образовательного учреждения.

Цель работы: спроектировать схему электроснабжения здания дошкольного образовательного учреждения, выбрать электрооборудование.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- произвести расчет мощности детского сада;
- выполнить расчёт распределения мощности по участкам сети схемы электроснабжения;
- выполнить расчет допустимых потерь напряжения;
- произвести расчет защит, расчет и выбор сечения провода для кабельной линии (КЛ) - 0,4 кВ;
- выполнить расчет токов короткого замыкания;
- выбрать трансформатор и трансформаторную подстанцию;
- рассмотреть устройство и работу автоматического включения резерва;
- произвести расчет экономического эффекта и определить срок окупаемости подстанции;
- рассмотреть вредные и опасные производственные факторы и безопасность при работе в электроустановках.

1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика здания дошкольного образовательного учреждения

Муниципальное дошкольное образовательное учреждение - детский сад “Берёзка” расположен в лесо-парковой зоне в центре города Качканар.

Здание типовое, двухэтажное. расположено вдали от промышленных предприятий и трассы. В 2015 году подверглось капитальному ремонту. Для каждой возрастной группы имеется оборудованный участок, также на территории есть физкультурная площадка, имеются различные виды деревьев и кустарников, клумбы и цветники. Детский сад обслуживает 147 детей в возрасте от 1,5 до 7 лет, функционируют 6 возрастных групп, одна группа кратковременного пребывания. В каждой группе детского сада имеется спальня, игровая, гигиеническая, раздевальная комнаты, уголок психологической разгрузки. Оборудован музыкально-физкультурный зал.

На первом этаже размещается ясельная группа и группа младшего дошкольного возраста, кухня, палата - изолятор и медицинская комната, зал для гимнастических занятий.

На втором этаже размещаются групповые ячейки среднего дошкольного возраста и подготовительных групп, кружковые и административные помещения, комнаты психокоррекционных занятий, зал для музыкальных занятий.

Здание хозяйственного блока представляет собой двухэтажное здание. На первом этаже размещается кладовые, мойка, овощехранилище, холодильная.

На втором этаже комната персонала, помещения сушки и глажки белья, комната кастелянши, электрощитовая.

В составе пищеблока, работающем на сырье: загрузочная, моечная обменной тары, кладовые, овощной цех (первичной и вторичной обработки), мясо - рыбный цех, мучной, горячий, холодный цеха, холодильная (суточный запас), моечная

кухонной посуды, кладовая пищевых отходов, технические и санитарно - бытовые помещения, раздаточная.

1.2 Требования к надежности системы электроснабжения дошкольного образовательного учреждения

Надежность электроснабжения - способность системы электроснабжения обеспечить потребителей электроэнергией хорошего качества.

По степени обеспечения надежности электроснабжения детский сад относится к II категории, а ряд электроприемников и вовсе к I категории. К потребителям I категории ДОУ относятся электроприемники систем защиты от пожара, сигнализации загазованности, охранной сигнализации. Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) потребители I категории снабжаются электроэнергией от двух различных резервирующих друг друга систем питания. Перерыв в электроснабжении I категории возможен на время, необходимое для автоматического восстановления питания. Для выполнения этого условия используется устройство автоматического переключения на резервное питание (АВР), обеспечивающий нормативное время работы при пропадании рабочего ввода.

По степени обеспечения надежности электроснабжения хозяйственного блока относятся ко II категории.

К электропотребителям II категории относятся прочие потребители детского сада. По ПУЭ электроприемники II категории обеспечиваются энергией от двух различных, резервирующих друг друга источников питания. Отсутствие электроснабжения в таком случае разрешается на время, которое необходимо для переключения на резервный ввод дежурным электриком либо выездной бригадой электриков [19].

Категории электроснабжения и условия окружающей среды помещений приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика зданий детского сада по надежности электроснабжения, по пожарной опасности и условиям окружающей среды

Наименование здания	Категория надежности и электроснабжения	Категория по пожарной безопасности	Класс окружающей среды
Детский сад	II	III	Умеренная пожароопасность
Хозяйственный блок	II	III	Умеренная пожароопасность

1.3 Расчет мощности детского сада

Расчетные мощности по проекту рассчитаны на основании отсутствия в здании детского сада системы горячего водоснабжения и постоянной работы электроводонагревателей и проектирования насосной пожаротушения в подвале.

Расчетная нагрузка потребителей детского сада:

Ввод 1 - 54,3 кВт;

Ввод 2 - 77,71 кВт;

Аварийный режим - 108,6 кВт;

Аварийный режим с учетом режима пожара - 110,23 кВт.

Расчетная нагрузка потребителей хозяйственного блока:

Ввод 1 - 10,1 кВт;

Ввод 2 - 24,4 кВт;

Аварийный режим - 30,0 кВт.

Расчетная нагрузка питающей линии 0,4 кВ от проектируемой подстанции к детскому саду по формуле Ю.И. Акимцева [1]:

$$\sum P_p = \sum P_{р.д.с.} + k \cdot \sum P_{р.хоз.б.}, \quad (1)$$

где k - коэффициент одновременности;

$$\sum P_p = 110,23 + 0,8 \cdot 30,0 = 134,23 \text{ кВт.}$$

Напряжение сети 380 В.

1.4 Расчёт распределения мощности по участкам сети схемы электроснабжения

Расчёт распределения мощности по участкам сети проводим для вечернего и дневного максимумов нагрузок по формуле Ю.И. Акимцева [1]:

$$P_{\text{расч}} = k_o \cdot \sum P, \quad (2)$$

Вечерний максимум

Делим всех потребителей данной схемы на две группы.

Первая группа: потребители детского сада.

$P_{\text{п.д.с}}$ - мощность потребителей детского сада;

k_o - коэффициент одновременности, $k_o = 1,0$;

$$P_{1в} = 1,0 \cdot 110,23 = 110,23 \text{ кВт.}$$

Вторая группа: потребители хозяйственного блока.

$$P_{2в} = 0,8 \cdot 30,0 = 24,0 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную мощность на шинах 0,4 кВ комплектной трансформаторной подстанции (КТП), суммируя расчетные мощности всех групп:

$$P_{\text{ТП}} = P_1 + \Delta P_2 = 110,23 + 24,0 = 134,23 \text{ кВт,} \quad (3)$$

Коэффициент мощности трансформаторной подстанции (ТП) со смешанной нагрузкой в вечерний максимум $\cos \varphi_{в} = 0,83$.

Полная расчетная мощность ТП:

$$S_{\text{ТП}\Sigma} = P_{\text{ТП}} / \cos \varphi_{в} = 134,23 / 0,83 = 161,72 \text{ кВА.} \quad (4)$$

Дневной максимум

Первая группа: потребители детского сада:

$$P_{1д} = k_d \cdot P_{1в} = 1 \cdot 110,23 = 110,23 \text{ кВт}$$

Вторая группа: потребители хозяйственного блока:

$$P_{2д} = k_d \cdot P_2 = 0,75 \cdot 30,0 = 22,5 \text{ кВт.}$$

Суммарная расчетная мощность ТП:

$$P_{\text{ТП}} = P_{1д} + \Delta P_{2д} = 110,23 + 22,5 = 132,73 \text{ кВт.}$$

Полная расчетная мощность ТП – 2499:

$$S_{\text{ТП}\Sigma} = P_{\text{ТП}} / \cos \varphi_{\text{в}} = 132,77 / 0,92 = 144,27 \text{ кВА [1].}$$

1.5 Выбор трансформатора

Расчеты показали, что нам необходимо выбрать трехфазный трансформатор масляный герметичный ТМГ-160/10/0,4 или ТМГ-250/10/0,4.

Поэтому сравним трансформатор ТМГ-250/10/0,4 с трансформатором ТМ160/10/0,4 по расчетам потерь энергии в трансформаторах за год.

Выполним расчет потерь энергии в трансформаторах за год:

- потери в трансформаторе ТМГ-160/10/0,4.

Номинальная мощность ТП $S_{\text{н}} = 160$ кВА; потери холостого хода $P_{\text{о}} = 0,51$ кВт; потери короткого замыкания $P_{\text{к}} = 1,97$ кВт; время максимальных потерь $\tau' = 3500$ часов; полная расчетная мощность ТП $S_{\text{ТП}} = 161,72$ кВА [3].

Потери энергии в потребительском трансформаторе за год по формуле И.А. Будзко [3]:

$$\begin{aligned} \Delta A_{\text{T160}} &= P_{\text{к}} (S_{\text{ТП}} / S_{\text{н}})^2 \cdot \tau + P_{\text{о}} \cdot 8760 = & (5) \\ &= 2,65 (161,72 / 160)^2 \cdot 3500 + 0,51 \cdot 8760 = \\ &= 9475,48 + 4467,6 = 13943,08 \text{ кВт}\cdot\text{ч.} \end{aligned}$$

Потери в трансформаторе ТМГ-250/10/0,4.

Номинальная мощность ТП $S_{\text{н}} = 250$ кВА; потери холостого хода $P_{\text{о}} = 0,74$ кВт; потери короткого замыкания $P_{\text{к}} = 3,7$ кВт; время максимальных потерь $\tau' = 3500$ часов; полная расчетная мощность ТП $S_{\text{ТП}} = 161,72$ кВА.

Потери энергии в потребительском трансформаторе за год:

$$\begin{aligned} \Delta A_{\text{T250}} &= P_{\text{к}} (S_{\text{ТП}} / S_{\text{н}})^2 \cdot \tau + P_{\text{о}} \cdot 8760 = \\ &= 3,7 (161,72 / 250)^2 \cdot 3500 + 0,74 \cdot 8760 = \\ &= 13229,92 + 6482,4 = 19712,32 \text{ кВт}\cdot\text{ч.} \end{aligned}$$

По данным расчета видим, что потери в трансформаторе ТМГ-160/10/0,4 меньше, чем в трансформаторе ТМГ-250/10/0,4 на 5769,24 кВт·ч. Поэтому выбираем трансформатор ТМГ-160/10/0,4.

Трансформаторы масляные ТМГ с естественным воздушным охлаждением предназначены для преобразования электрической энергии одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения в трехфазных сетях энергосистем и потребителей электроэнергии в составе электроустановок наружного или внутреннего размещения в условиях умеренного (от -45°C до $+40^{\circ}\text{C}$) климата для исполнения У1 или холодного (от -60°C до $+40^{\circ}\text{C}$) климата для исполнения УХЛ1.

В трансформаторах типа ТМГ температурные изменения объема масла компенсируются за счет изменения объема бака трансформатора (за счет пластичной деформации гофров бака, размещенных на боковых стенках трансформатора).

Гофрированный бак трансформатора также обеспечивает необходимую поверхность для естественного охлаждения без применения съемных охладителей, что значительно увеличивает надежность трансформатора.

Трансформаторы ТМГ изготавливаются в герметичном исполнении, без маслорасширительного бака. Их внутренний объем не имеет сообщения с окружающей средой, что исключает ухудшение диэлектрических свойств масла вследствие повышения содержания влаги, его окисления и шлакообразования.

Трансформаторы ТМГ практически не требуют обслуживания в эксплуатации, не нуждаются в профилактических ремонтах и ревизиях в течение всего срока эксплуатации.

Перед запуском в серийное производство гофрированные баки подвергаются механическим испытаниям на цикличность (10000 циклов на воздействие максимального и минимального давлений) для подтверждения их ресурса работы на весь срок службы трансформатора, составляющий 25 лет.

Трансформаторы ТМГ-160/10 заполнены трансформаторным маслом гидрокрекинга марки ГК (ГОСТ 10121-76) с пробивным напряжением в стандартном

разряднике не менее 40 кВ. Допускается при заливке смешивать не бывшие в эксплуатации сорта масла в любых соотношениях.

Структура условного обозначения трансформатора ТМГ-160-10/0,4 У1, У/Ун-0:

Т - трехфазный;

М - масляный, с естественной циркуляцией масла и воздуха;

Г - герметичное исполнение с радиаторным баком;

160 - номинальная мощность, кВА;

10 - высшее напряжение (напряжение на стороне ВН), кВ;

0,4 - низшее напряжение (напряжение на стороне НН), кВ;

У - вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69;

1 - категория размещения по ГОСТ 15150-69;

У - схема соединения обмотки высшего напряжения (звезда);

Ун - схема соединения обмотки низшего напряжения (звезда);

0 - группа соединения обмоток.

Состав и устройство масляного трансформатора ТМГ-160/10 представлено на рисунке 1.

Трансформатор состоит из бака с радиаторами, крышки бака, активной части.

Бак трансформатора ТМГ состоит из:

- стенок, выполненных из стального листа толщиной 2,5 - 4 мм. (в зависимости от мощности трансформатора);

- верхней рамы;

- радиаторов;

- петель для подъема трансформатора.

Бак снабжен пробкой для слива масла и пластиной для заземления трансформатора.

Ко дну бака приварены швеллеры, имеющие отверстия для крепления трансформатора на фундаменте. На швеллерах устанавливаются транспортировочные ролики, позволяющие производить продольное или

поперечное перемещение трансформатора. На крышке трансформаторов ТМГ установлены:

- вводы высокого напряжения (ВН) и низкого напряжения (НН);
- привод переключателя;
- предохранительный клапан мембранное предохранительное устройство.

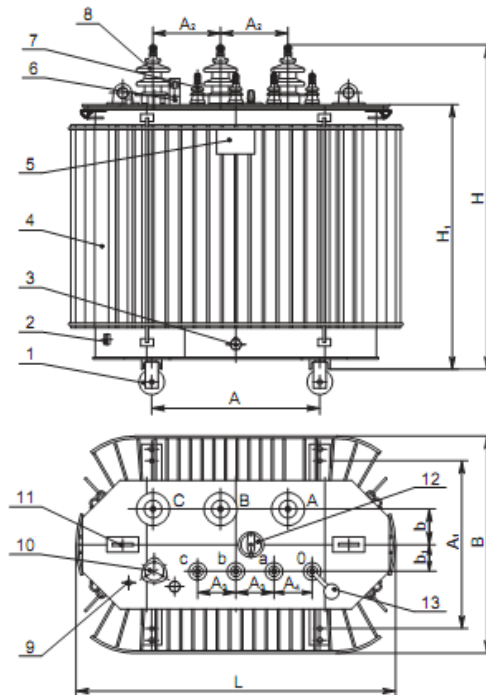


Рисунок 1 - Устройство трансформатора ТМГ-160/10-У1(ХЛ1):

- 1 – ролик; 2 – зажим заземления; 3 - пробка сливная; 4 - бак; 5 - табличка;
6 - маслоуказатель; 7 - ввод НН; 8 - ввод. ВН; 9 - гильза термометра; 10 - патрубок для заливки масла; 11 - серьга для подъема трансформатора; 12 - переключатель;
13 - пробивной предохранитель

Активная часть трансформатора состоит из:

- магнитной системы;
- обмоток ВН и НН;
- отводов ВН и НН;
- нижних и верхних прессующих балок;
- переключателя ответвлений обмотки ВН.

Активная часть трансформаторов ТМГ имеет жесткое крепление с крышкой трансформатора.

Магнитная система плоская шихтованная, со ступенчатым сечением стержня, собрана из пластин холоднокатаной электротехнической стали.

Обмотки многослойные цилиндрические выполнены из провода круглого или прямоугольного сечения с бумажной, эмалевой или стеклополиэфирной изоляцией. Обмотки изготавливаются из алюминиевых обмоточных проводов. Межслойная изоляция выполнена из кабельной бумаги.

Отводы обмотки ВН выполнены из провода круглого или прямоугольного сечения, отводы обмотки НН - из прямоугольной шины.

Нижние и верхние балки изготавливаются из гнутых профилей коробчатого сечения или из швеллеров.

Переключатель ответвлений обмоток НН реечный типа ПТР-5(6)-10/63-У1 или ПТР-5(6)-10/150-У1, обеспечивает регулирование напряжения обмотки ВН ступенями по 2,5% при отключенном от сети трансформаторе.

Технические характеристики трансформатора ТМГ-160/10 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики трансформатора ТМГ-160/10

Наименование	Единица измерения	Значение
Номинальная мощность	кВА	160
Высокое напряжение (напряжение на стороне ВН)	кВ	6 (10)
Низкое напряжение (напряжение на стороне НН)	кВ	0,4
Напряжение короткого замыкания	%	4,5
Потери короткого замыкания	кВт	2,75
Ток холостого хода	%	1,8
Потери холостого хода	кВт	0,44
Схема и группа соединения обмоток		Y/Yн-0

Условия эксплуатации трансформатора ТМГ-160:

- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли;

- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- режим работы длительный;
- температура окружающей среды от -60°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- трансформаторы не предназначены для работы в условиях тряски, вибраций, ударов, в химически агрессивной среде [7].

1.6 Выбор трансформаторной подстанции

Потребители, подключенные к проектируемой КТП, относятся к I и II категориям по надежности электроснабжения, поэтому выбираем двух трансформаторную КТП с АВР. Мощность трансформатора КТП выбрана по максимальным существующим нагрузкам с учетом нагрузочной способности трансформаторов и на основании технических условий на электроснабжение объекта.

На проектируемой трансформаторной подстанции на вводе напряжением 0,4 кВ силового трансформатора полная расчётная мощность составляет $S_p = 161,72$ кВА.

Выбираем комплектную трансформаторную подстанцию типа (2КТП) мощностью 160 кВА, которая представляет собой две однострансформаторные подстанции наружной установки и служит для приема электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6 или 10 кВ, преобразования ее в электроэнергию напряжением 0,4 кВ и энергоснабжения отдельных населенных пунктов и промышленных объектов.

Внешний вид комплектной двух трансформаторной подстанции мощностью 160 кВА представлен на рисунке 2.

Трансформаторная подстанция типа(2КТП)предназначены для электроснабжения сельскохозяйственных, жилищно - коммунальных, промышленных, и других объектов в районах с умеренным и холодным климатом (от -65°C до $+40^{\circ}\text{C}$).



Рисунок 2 - Внешний вид комплектной двух трансформаторной подстанции

Преимущества трансформаторных подстанций:

- наличие ряда блокировок, повышающих безопасность эксплуатации и обслуживания;
- возможность применения кабельного ввода;
- уменьшенные габаритные размеры, позволяющие находить оптимальные решения в соответствии с требованием заказчика;
- любые типы коммутационной аппаратуры;
- особая механическая прочность;
- практически пыле и влагозащищенная конструкция;
- токоведущие части закрыты защитными панелями.

Структура условного обозначения 2КТП 160/10/0,4 Т-КК УХЛ1:

2 - число силовых трансформаторов установленных в подстанции;

К - комплектная;

Т - трансформаторная;

П - подстанция;

160 - мощность силового трансформатора, кВА;

10 - номинальное напряжение на стороне высшего напряжения (ВН);

0,4 - номинальное напряжение на стороне низшего напряжения (НН);

Т - трансформаторная подстанция тупикового типа подключение к одной высоковольтной линии электропередач (ЛЭП);

К - кабельная схема подключения на стороне ввода ВН;

К - кабельная схема подключения на стороне вывода НН;

УХЛ1 - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Комплектная трансформаторная подстанция КТП представляет собой стальной сварной корпус, состоящий из:

- отсека устройства высокого напряжения;
- отсека силового трансформатора;
- отсека распределительного устройства низкого напряжения.

В отсеках силового трансформатора размещены опорные изоляторы, токоведущие алюминиевые шины и силовой трансформатор.

Конструкция отсеков силового трансформатора предусматривает возможность замены силового трансформатора, для обеспечения условий естественной вентиляции в дверях отсека установлены металлические жалюзи. При необходимости жалюзи можно закрыть с помощью шторок, расположенных на дверях отсека [15].

Отсек указателя высокого напряжения (УВН) состоит из камер сборных одностороннего обслуживания (КСО), на которых установлены выключатели нагрузки автогазовые (ВНа).

Распределительное устройство низкого напряжения (РУНН) состоит из:

- вводного разъединителя или автомата. После вводного разъединителя или автомата установлены съемные шины для возможности установки трансформаторов тока;

- отсека учета электрической энергии. Имеет два исполнения: учета активной энергии и учета активной и реактивной энергии (по заказу). В отсеке учета электрической энергии устанавливаются счетчики активной и реактивной энергии;

- отсека уличного освещения и понижающего трансформатора 220/36В;

- стационарных автоматических выключателей линий 0,4 кВ.

В РУНН КТП имеется фидер уличного освещения, который включается и отключается автоматически по сигналу встроенного фотореле.

В основании отсека УВН и отсека РУНН предусмотрены отверстия для ввода и вывода кабеля.

КТП имеет следующие виды защиты:

- на стороне ВН от: атмосферных перенапряжений; междуфазных коротких замыканий;

- на стороне НН от: перегрузки силового трансформатора; перегрузки и коротких замыканий линий напряжением 0,4 кВ; коротких замыканий линий наружного освещения, цепей обогрева, цепей внутреннего освещения КТП.

В приложении А представлена принципиальная электрическая схема комплектной трансформаторной подстанции.

В нормальном режиме работы один трансформатор находится в работе, другой в резерве. При отсутствии напряжения на секции рабочего трансформатора запускается схема АВР и все потребители переключаются на резервный трансформатор.

КТП оборудована следующими блокировками:

- от включения заземляющих ножей разъединителя при включенных главных ножах;

- блокировка между главными и заземляющими ножами разъединителя 6(10) кВ, не допускающая включение главных ножей при включенных заземляющих ножах и включение заземляющих ножей при включенных главных ножах. Блокировка выполнена на приводе разъединителя 6(10) кВ и состоит из двух дисков, конструкция которых не допускает одновременное манипулирование (вращение) валами привода;

- открывание дверей камер КСО при включенных выключателях ВНа.

Нормальная работа КТП обеспечивается при соблюдении следующих условий:

- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;

- температура окружающего воздуха, соответствующая исполнению У или УХЛ категории размещения I по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89;

- окружающая среда - промышленная атмосфера типа II, ГОСТ 15150-69, не взрывоопасная, не содержащая химически активных газов и паров в концентрациях, снижающих параметры КТП в недопустимых пределах;

- скорость ветра до 36 м/с (скоростной напор ветра до 800 Па) при отсутствии гололеда;

- скорость ветра до 15 м/с (скоростной напор ветра до 146 Па) при гололеде с толщиной льда до 20 мм.

КТП не предназначена:

- для работы в условиях тряски, вибрации и ударов;

- ввода питания со стороны низкого напряжения;

- установки во взрывоопасных и пожароопасных зонах по ПУЭ и специальных средах по ГОСТ 24682-81.

Комплектные трансформаторные подстанции:

- безопасны для окружающей среды;

- конструкция способствует быстрому монтажу и пуску на месте эксплуатации, а также быстрому демонтажу при изменении мест установки;

- имеют резиновые уплотнения на дверях и на стыковых сборных соединениях;

- имеют привлекательный эстетический вид;

- комплектуются современными трансформаторами герметичного исполнения (серии ТМГ) [19].

1.7 Устройство и работа автоматического включения резерва

Автоматическое включение резерва (АВР) - один из методов релейной защиты, направленный на повышение надежности работы сети электроснабжения. Заключается в автоматическом подключении к системе дополнительных источников питания в случае потери системой электроснабжения из - за аварии.

На рисунке 3 представлены требования предъявляемые к АВР.

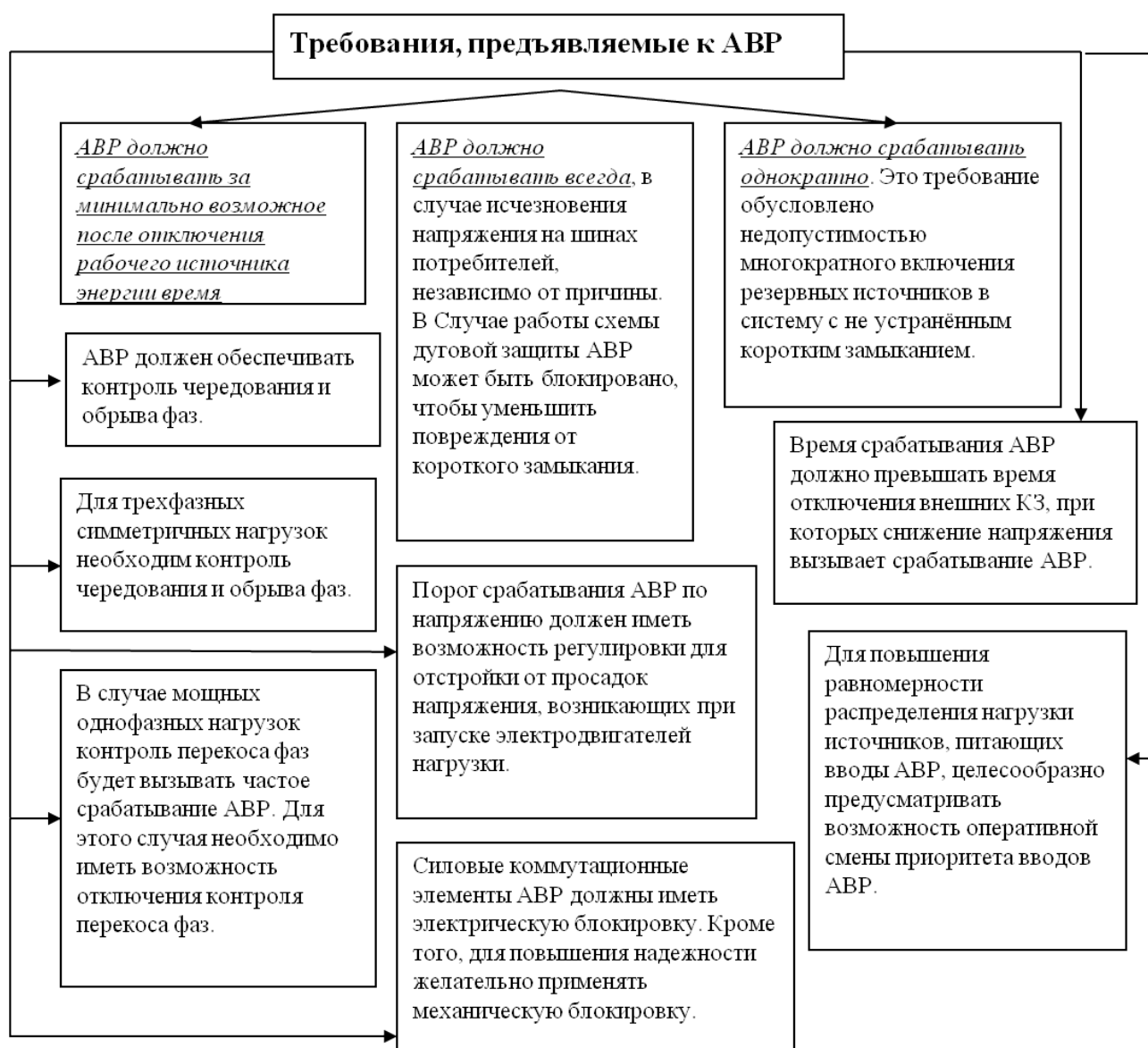


Рисунок 3 - Требования предъявляемые к АВР

Рассмотрим принцип действия АВР на примере двухтрансформаторной подстанции, приведенной в приложении Б. Питание потребителей нормально осуществляется от рабочего трансформатора $T1$, резервный трансформатор $T2$ отключен и находится в автоматическом резерве.

При отключении по любой причине выключателя $B1$ трансформатора $T1$ его вспомогательный контакт $BK1 - 2$ разрывает цепь обмотки промежуточного реле $РП1$. В результате якорь реле $РП1$, подтянутый при включенном положении выключателя, при снятии напряжения отпадает с некоторой выдержкой времени и

размыкает контакты. Второй вспомогательный контакт *БК1.3* выключателя *В1* замкнувшись, подает плюс через еще замкнутый контакт *РП1.1* на обмотку промежуточного реле *РП2*, которое своими контактами производит включение выключателей *В3* и *В4* резервного трансформатора, воздействуя на контакторы включения *КВ3* и *КВ4*. По истечении установленной выдержки времени реле *РП1* размыкает контакты и разрывает цепь обмотки промежуточного реле *РП2*. Если резервный трансформатор будет включен действием АВР на не устранившееся КЗ, и отключится релейной защитой, то его повторного включения не произойдет.

Таким образом, реле *РП1* обеспечивает однократность действия АВР и поэтому называется реле однократности включения. Реле *РП1* вновь замкнет свои контакты и подготовит схему АВР к новому действию лишь после того, как будет восстановлена нормальная схема питания подстанции и включен выключатель *В1*. Выдержка времени на размыкание контакта реле *РП1* должна быть больше времени включения выключателей *В3* и *В4*, для того чтобы они успели надежно включиться.

С целью обеспечения действия АВР при отключении выключателя *В2* от его вспомогательного контакта *БК2.2* подается импульс на катушку отключения *К01* выключателя *В1*. После отключения выключателя *В1* АВР запускается и действует, как рассмотрено выше. Кроме рассмотренных случаев отключения рабочего трансформатора потребители также потеряют питание, если по какой - либо причине останутся без напряжения шины высшего напряжения подстанции *Б*. Схема АВР при этом не подействует, так как оба выключателя рабочего трансформатора остались включенными.

Для того чтобы обеспечить действие АВР и в этом случае, предусмотрен специальный пусковой орган минимального напряжения, включающий в себя реле *РН1*, *РН2*, *РВ1* и *РП3*. При исчезновении напряжения на шинах 5, а следовательно, и на шинах *В* подстанции реле минимального напряжения, подключенные к трансформатору напряжения *ТН1*, замкнут свои контакты и подадут на плюс оперативного тока на обмотку реле времени *РВ1*, через контакт реле *РН3*. Реле *РВ1* при этом запустится и по истечении установленной выдержки времени подаст плюс

на обмотку выходного промежуточного реле *PH3*, которое производит отключение выключателей *B1* и *B2* рабочего трансформатора. После отключения выключателя *B1*, АВР действует, как рассмотрено выше. Реле напряжения *PH3* предусмотрено для того, чтобы предотвратить отключение трансформатора *T1* от пускового органа минимального напряжения в случае отсутствия на шинах высшего напряжения *A* резервного трансформатора *T2*, когда действие АВР будет заведомо бесполезным. Реле напряжения *PH3*, подключенное к трансформатору напряжения *TH2* шин *A*, при отсутствии напряжения размыкает свой контакт и разрывает цепь от контактов реле *PH1* и *PH2* к обмотке реле времени *PB1*.

В схеме АВР предусмотрены две накладки: *H1* - для отключения пускового органа минимального напряжения и *H2* - для вывода из работы всей схемы АВР. Действие АВР и пускового органа минимального напряжения сигнализируется указательными реле РУ [10]

1.8 Расчет допустимых потерь напряжения

Уровень напряжения на шинах 10 кВ трансформаторной подстанции 35/10 кВ при 100% нагрузке составляет $\Delta V^{100} = +5\%$, и при 25% нагрузке равен нулю, $\Delta V^{25} = 0$. Отклонение напряжения у потребителя не должно превышать при 100% нагрузке $\Delta V^{100} = -5\%$, и при 25% нагрузке $\Delta V^{25} = +5\%$.

Потери напряжения в потребительском трансформаторе 10/0,4 кВ составляют; $\Delta U_T = 4\%$ при 100% нагрузке; $\Delta U_T = 1\%$ при 25% нагрузке.

Потеря напряжения во внутренней проводке не должна превышать 2,5%. Потери напряжения в линии 0,4 кВ во внешней и внутренней сетях принимаются равными нулю [14].

Длина линии 10 кВ $L_B = 7,73$ км, потери напряжения в одном километре линии $\Delta U = 0,7\%$ км.

Таким образом $\Delta U_B = 7,73 \cdot 0,7 = 5,41 \%$.

Составляем таблицу отклонений, напряжения таблица 3, внося исходные данные в таблицу.

Таблица 3 - Отклонение напряжений

Элемент электрической сети	Нагрузка	
	100%	25%
Шины 10 кВ РТП 35/10 кВ	+5	0
Линия 10 кВ	-5,41	-1,35
Трансформатор 10/0,4 кВ		
Надбавка	+5	+5
Потери	-4	-1
Линия 0,4 кВ, в том числе:		
Наружная сеть	-3,09	0
Внутренняя проводка	-2,5	0
Отклонение напряжения у потребителя	-5	+2,65

Допускаемая потеря напряжения в линии 0,4 кВ при 100% нагрузке составит (суммируем известные нам данные).

Надбавку трансформатора принимаем +5%, так как при большем значении отклонение напряжения при 25% нагрузке превысит +5 %, что недопустимо.

$$\Delta U_{\text{доп}} = +5 - 5,41 + 5 - 4 - (-5) = 5,59 \%$$

С учетом потери напряжения во внутренней проводке допускаемая потеря напряжения в наружной сети составит:

$$\Delta U_{\text{доп.н}} = 5,59 - 2,5 = 3,09 \%$$

(Если известна фактическая потеря напряжения во внутренней проводке, то в таблицу вносится значение).

Вносим число 3,09 в таблицу отклонения напряжения.

Тогда при 25% нагрузке отклонение напряжения на зажимах потребителя составит:

$$\Delta V^{25} = 0 - 1,35 + 5 - 1 = 2,65 \%$$

Потерю напряжения в линии 0,38 кВ принимаем равной нулю.

1.9 Расчет защит

Расчет защиты на стороне низкого напряжения 0,4 кВ

Выбираем автоматические выключатели.

По номинальному напряжению автомата:

$$U_{н.а.} \geq U_{н.у.};$$

0,4 кВ \geq 0,4 кВ

Для линии потребителей детского сада

Номинальный расчетный ток определяется по максимальной расчетной мощности. Активная мощность линии $P = 110,23$ кВт, тогда полная мощность составит по формуле Ю.И. Акимцева [1]:

$$S = P / \cos \varphi = 110,23 / 0,9 = 122,48 \text{ кВА}, \quad (6)$$

$$I_{p. \text{ макс}} = S_{\text{д}} / 1,73 \cdot U_{\text{раб}} = 122,48 / 1,73 \cdot 0,4 = 176,99 \text{ А}. \quad (7)$$

Ток теплового расцепителя:

$$I_{\text{тр}} = 1,1 \cdot I_{p. \text{ макс}} = 1,1 \cdot 176,99 = 194,69 \text{ А};$$

Принимает $I_{\text{тр}} = 200$ А и $I_{\text{э.р.}} = 12 I_{\text{н}}$.

Выбираем автоматический выключатель ВА-57-35 с $I_{\text{н}} = 250$ А.

Для линии потребителей хозяйственного блока

Номинальный расчетный ток определяется по максимальной расчетной мощности. Активная мощность линии $P = 30,0$ кВт, тогда полная мощность составит:

$$S = P / \cos \varphi = 30,0 / 0,9 = 33,3 \text{ кВА};$$

$$I_{p. \text{ макс}} = S_{\text{д}} / 1,73 \cdot U_{\text{раб.}} = 33,3 / 1,73 \cdot 0,4 = 48,17 \text{ А}.$$

Ток теплового расцепителя:

$$I_{\text{тр}} = 1,1 \cdot I_{p. \text{ макс}} = 1,1 \cdot 48,17 = 52,97 \text{ А};$$

Принимает $I_{\text{тр}} = 63$ А и $I_{\text{э.}} = 12 I_{\text{н}}$.

Выбираем автоматический выключатель ВА-51-Г31 с $I_{\text{н}} = 100$ А [1].

1.10 Расчет и выбор сечения провода для кабельной линии напряжением 0,4 кВ

Активная нагрузка КЛ-0,4 кВ *потребители детского сада:*

$$P = 110,23 \text{ кВт}.$$

Полная мощность КЛ-0,4 кВ потребители детского сада:

$$S = P / \cos \varphi = 110,23 / 0,9 = 122,48 \text{ кВА}$$

Площадь сечения проводов находим по эквивалентной мощности.

$$S_э = k_{д,р} \cdot S_д, \quad (8)$$

где $k_{д,р}$ = коэффициент динамики роста нагрузок 0,7.

$$S_э = k_{д,р} \cdot S_д = 0,7 \cdot 122,48 = 85,74 \text{ кВА.}$$

Для данной мощности выбираем кабель АВБбШв-4х185-1.

Жила кабеля АВБбШв - алюминиевая однопроволочная (класс 1)

или многопроволочная (класс 2), круглой формы, многопроволочная, секторной формы.

Изоляция кабеля АВБбШв - ПВХ пластикат (цветовая маркировка жилы).

Скрутка АВБбШв - изолированные жилы, четырех жильных кабелей скручены в сердечник.

Поясная изоляция АВБбШв - ПВХ пластикат.

Защитный покров типа БбШв: броня из двух стальных оцинкованных лент, защитный шланг: ПВХ пластикат [8].

Потери напряжения не должны превышать 6,5 %.

$$\Delta U = \Delta U_{уд} \cdot S \cdot l / 100, \quad (9)$$

где $\Delta U_{уд}$ - удельные потери напряжения, %;

S - расчетная мощность, кВА;

l - длина расчетного участка линии, км.

Значение $\Delta U_{уд}$ принято для $\cos \varphi = 0,9$.

$$\Delta U = \Delta U_{уд} \cdot S \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,815 \cdot 122,48 \cdot 0,22 / 100 = 0,3\%$$

$$6,5\% > 0,22\%.$$

Активная нагрузка КЛ-0,4 кВ потребители хозяйственного блока:

$$P = 30,0 \text{ кВт.}$$

Полная мощность КЛ-0,4 кВ потребители хозяйственного блока:

$$S = P / \cos \varphi = 30,0 / 0,9 = 33,3 \text{ кВА.}$$

Площадь сечения проводов находим по эквивалентной мощности.

$$S_э = k_{д,р} \cdot S_д,$$

где $k_{д,р}$ - коэффициент динамики роста нагрузок, 0,7.

$$S_э = k_{д,р} \cdot S_д = 0,7 \cdot 33,3 = 23,3 \text{ кВА.}$$

Для данной мощности выбираем кабель АВБбШв-4х70-1.

Жила кабеля АВБбШв - алюминиевая однопроволочная (класс 1) или многопроволочная (класс 2), круглой формы, многопроволочная, секторной формы.

Изоляция кабеля АВБбШв - ПВХ пластикат (цветовая маркировка жилы).

Скрутка АВБбШв - изолированные жилы, четырех жильных кабелей скручены в сердечник.

Поясная изоляция АВБбШв - ПВХ пластикат.

Защитный покров типа БбШв: броня из двух стальных оцинкованных лент, защитный шланг: ПВХ пластикат [8].

Потери напряжения не должны превышать 6,5 %.

$$\Delta U = \Delta U_{\text{уд}} \cdot S \cdot l / 100, \quad (10)$$

где $\Delta U_{\text{уд}}$ - удельные потери напряжения, %;

S - расчетная мощность, кВА;

l - длина расчетного участка линии, км.

Значение $\Delta U_{\text{уд}}$ принято для $\cos \varphi = 0,9$.

$$\Delta U = \Delta U_{\text{уд}} \cdot S \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,815 \cdot 33,3 \cdot 0,065 / 100 = 0,11\%$$

$$6,5\% > 0,017\%.$$

Электроснабжение 0,4 кВ детского сада и хозяйственного блока выполняется двумя взаиморезервирующими кабельными линиями. Каждый кабель рассчитан на полную нагрузку потребителей в аварийном режиме, проверен по потере напряжения.

Линии электроснабжения 0,4 кВ выполняются кабелями, проложенными в земляной траншее на глубине 0,7 м под дорогами 1 м от планировочной отметки в слое песка и земли, не содержащей строительного мусора. По всей длине кабели защищаются кирпичом, а при пересечении с автодорогами и инженерными коммуникациями - асбоцементными трубами (нормаль А5-92).

Протяженность сетей 0,4 кВ от ТП составляет:

До ВРУ детского сада 220,0 м.

От кабельных наконечников ВРУ детского сада до ВРУ хозяйственного блока - 65 м.

Для обеспечения нормируемой освещенности 10 лк наружного освещения приняты светильники типа ЖКУ 10-250-025 «Сириус» с лампами ДНаТ-250 Вт, установленными на металлических опорах $H = 10,8\text{м}$.

По степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники наружного освещения территории детского сада относятся к потребителям III категории.

Расчетная мощность проектируемого наружного освещения территории детского сада составляет:

$$P_p = 6,9 \text{ кВт}, I_p = 12,4 \text{ А}.$$

Сеть выполняется кабелем АВБбШв-5х10-1 в кабельных траншеях, опоры металлические одно и двухрожковые.

Управление освещением выполняется от фотореле установленного на трансформаторной подстанции.

В проекте предусматривается два режима работы осветительной установки наружного освещения: дежурный режим - только проезды и хозяйственные площадки и рабочий режим - полное освещение для прогулок детей.

Подключение опор освещения выполняется с чередованием фаз.

В цокольном щитке опоры приварен флажок, к которому подключен проводник линии наружного освещения для выполнения защитного заземления осветительных приборов. Кабели, предусмотренные проектом, имеют цветовую маркировку жил согласно ГОСТ Р 50462-92.

1.11 Расчет токов короткого замыкания

На шинах 0,4 кВ расчет токов короткого замыкания необходим для выбора аппаратуры, расчета защиты, заземляющих устройств. В конце линии 0,38 кВ ток короткого замыкания рассчитывается для выбора защиты.

По упрощенной схеме (рисунок 4) составляем электрическую схему замещения (рисунок 5).

Определяем сопротивления элементов цепи до точки К1 шины 0,4 кВ по формуле Г.С. Кузнецовой [11].

Силового трансформатора:

$$R_T = (\Delta P_M \cdot U_{\text{НОМ}}^2 \cdot 10^3) / S_{\text{НОМ.Т.}}^2 \quad (11)$$

где ΔP_M - потери в меди трансформатора, кВт;

$U_{\text{НОМ}}$ - номинальное напряжение - 0,4 кВ;

$S_{\text{НОМ.Т.}}$ - номинальная мощность трансформатора, кВА;

$$R_T = (4,2 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3) / 160^2 = 0,03 \text{ мОм.}$$

Полное сопротивление:

$$Z_T = (u_K \% \cdot U_{\text{НОМ.}}^2) / 100 \cdot S_{\text{НОМ.Т.}}, \quad (12)$$

где $u_K \%$ - напряжение короткого замыкания трансформатора;

$$Z_T = (6,5 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3) / 100 \cdot 160 = 0,065 \text{ мОм.}$$

Сопротивление контактов рубильника, катушек трансформаторов тока, шин, аппаратуры в целом принимаем $Z_a = 15 \text{ мОм}$.

Трехфазный ток короткого замыкания на шинах 0,4 кВ подстанции 10/0,4 кВ в точке К1 находим:

$$I_{k1} = U_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} \cdot (Z_T + Z_a)) = 0,4 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot (0,03 + 15)) = 15,7 \text{ А.} \quad (13)$$

Определяем сопротивление КЛ-0,4 кВ потребителя детского сада до точки К1:

$$l = 220,0 \text{ м;}$$

$$X_{л1} = 0,0799 \cdot 0,22 = 0,018 \text{ Ом} = 18 \text{ мОм;}$$

$$R_{л1} = 0,466 \cdot 0,22 = 0,102 \text{ Ом} = 102 \text{ мОм.}$$

Результирующее сопротивление линии 0,38 кВ трехфазного участка:

$$Z_{л1} = \sqrt{X_{л1}^2 + R_{л1}} = \sqrt{(18^2 + 102^2)} = 103,57 \text{ мОм.}$$

Трехфазный ток короткого замыкания в точке К1:

$$I_{k2} = U_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} \cdot (Z_T + Z_a)) = 0,4 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot (45 + 103,57)) = 1,56 \text{ кА.}$$

Ток двухфазного короткого замыкания:

$$I_{k2}^{(2)} = 0,87 \quad I_{k2} = 0,87 \cdot 1,56 = 1,36 \text{ кА.}$$

До точки К2:

$$l = 65 \text{ м;}$$

$$X_{л1} = 0,0799 \cdot 0,065 = 0,005 \text{ Ом} = 5 \text{ мОм};$$

$$R_{л1} = 0,466 \cdot 0,065 = 0,03 \text{ Ом} = 30 \text{ мОм}.$$

Результирующее сопротивление линии 0,38 кВ трехфазного участка:

$$Z_{л2} = \sqrt{X_{л2}^2 + R_{л2}} = \sqrt{5^2 + 30^2} = 30,41 \text{ мОм}. \quad (14)$$

Трехфазный ток короткого замыкания в точке КЗ:

$$I_{к2} = U_{ном} / (\sqrt{3} \cdot (Z_T + Z_{л2})) = 0,4 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot (45 + 30,41)) = 3,07 \text{ кА}.$$

Ток двухфазного короткого замыкания:

$$I_{к2}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{к2} = 0,87 \cdot 3,07 = 2,67 \text{ кА} [11].$$

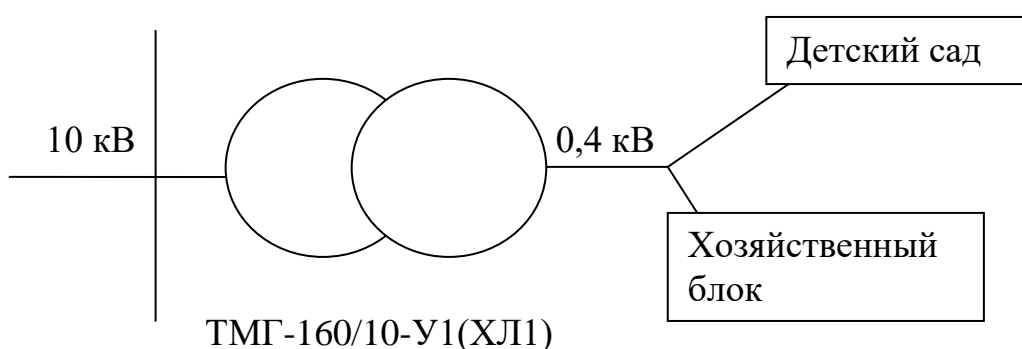


Рисунок 4 - Упрощенная схема

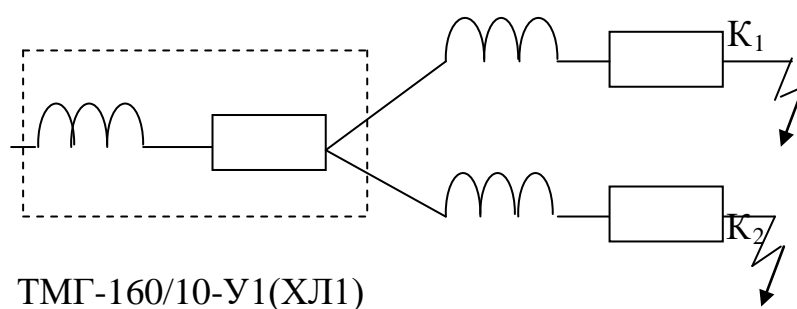


Рисунок 5 - Схема замещения

1.12 Расчет заземления

Трансформаторная подстанция расположена во второй климатической зоне. От подстанции отходят три воздушные линии 380/220 В, на которых в соответствии

с ПУЭ намечено шесть повторных заземлений нулевого провода. Удельное сопротивление грунта измеренное при нормальной влажности,

$$R_{\text{изм}} = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Заземляющий контур в виде прямоугольного четырехугольника выполнен путем заложения в грунт вертикальных стальных стержней длиной 5 м и диаметром 12 мм, соединенных между собой стальной полосой 40 · 4 мм. Глубина заложения стержней - 0,8 м, полосы - 0,9 м. Ток замыкания на землю на стороне 10 кВ $I_3 = 8 \text{ А}$.

Определяем расчетное сопротивление грунта для стержневых заземлителей:

$$R_{\text{расч}} = k_c \cdot k_1 \cdot R_{\text{изм}}, \quad (21)$$

$k_c = 1,25$ - коэффициент сезонности;

$k_1 = 1$ - коэффициент состояния земли;

$$R_{\text{расч}} = 1,25 \cdot 1 \cdot 200 = 250 \text{ Ом}.$$

Так как сопротивление повторных заземлений $R > 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$:

$$R'_{\text{п.з}} = 30 \cdot R_{\text{расч}} / 100;$$

$$R'_{\text{п.з}} = 30 \cdot 250 / 100 = 75 \text{ Ом}.$$

Для повторного заземления принимаем один стержень длиной 5 м и диаметром 12 мм, сопротивление которого $56,62 \text{ Ом} < 75 \text{ Ом}$.

Общее сопротивление всех шести повторных заземлений:

$$R_{\text{п.з}} = R_{\text{п.з}} / n = R_{\text{в}} / n;$$

$$R_{\text{п.з}} = 56,62 / 6 = 9,44 \text{ Ом};$$

$R_{\text{п.з}}$ - сопротивление одного повторного заземления.

Расчетное сопротивление заземления нейтрали трансформатора с учетом повторных заземлений:

$$R_{\text{иск}} = R_{\text{н}} \cdot R_{\text{п.з}} \cdot (R_{\text{п.з}} - R_3);$$

$$R_{\text{иск}} = 4 \cdot 9,44 / (9,44 - 4) = 6,94 \text{ Ом}.$$

В соответствии с ПУЭ сопротивление заземляющего устройства при присоединении к нему электрооборудования напряжением до и выше 1000 В не должно быть более 10 Ом и $125 / I_3$, если последнее меньше 10 Ом .

$$R_{\text{иск}} = 125 / 8 = 15,6 \text{ Ом}.$$

Принимаем для расчета наименьшее из этих значений $R_{иск} = 10 \text{ Ом}$.

Теоретическое число стержней:

$$n_T = R_B / R_{иск};$$

$$n_T = 56,62 / 10 = 5,66.$$

Принимаем 6 стержней и располагаем их на расстоянии 2,5 м друг от друга.

Длина линии связи:

$$l_T = a \cdot n;$$

$$l_T = 2,5 \cdot 6 = 15 \text{ м}.$$

Сопротивление полосы связи:

$$R_T = 25 \text{ Ом};$$

При $n = 6$, $a = 2,5$, $\eta_B = 0,85$, $\eta_T = 0,65$.

Действительное число стержней:

$$n_D = R_B \cdot \eta_T [1 / (R_{иск} \cdot \eta_T) - 1 / R_T] / \eta_B;$$

$$n_D = 56,62 \cdot 0,65 [1 / (10 \cdot 0,65) - 1 / 25] / 0,85 = 4,93.$$

Принимаем для монтажа 5 стержней и проводим проверочный расчет:

При $n = 5$, $a = 3$, $\eta_B = 0,9$, $\eta_T = 0,75$;

$$R_{иск} = R_B \cdot R_T / (R_T \cdot n \cdot \eta_B + R_B \cdot \eta_T);$$

$$R_{иск} = 56,62 \cdot 25 / (25 \cdot 5 \cdot 0,9 + 56,62 \cdot 0,75) = 9,13;$$

$$R_{иск} = 9,13 < 10 \text{ Ом}.$$

Сопротивление заземляющего устройства с учетом повторных заземлений нулевого провода:

$$R_{расч} = R_{иск} \cdot R_{п.з} / (R_{иск} + R_{п.з});$$

$$R_{расч} = 9,13 \cdot 9,44 / (9,13 + 9,44) = 4,64 > 4 \text{ Ом}.$$

Так как при поверочном расчете не выполняется условие $R_{расч} < 4 \text{ Ом}$, то принимаем для монтажа 6 стержней и выполняем поверочный расчет заново:

$$R_{иск} = R_B \cdot R_T / (R_T \cdot n \cdot \eta_B + R_B \cdot \eta_T);$$

$$R_{иск} = 56,62 \cdot 25 / (25 \cdot 6 \cdot 0,85 + 56,62 \cdot 0,65) = 8,62;$$

$$R_{иск} = 8,62 < 10 \text{ Ом};$$

$$R_{иск} = R_{иск} \cdot R_{п.з} / (R_{иск} + R_{п.з});$$

$$R_{иск} = 8,62 \cdot 9,44 / (8,62 + 9,44) = 3,89 < 4 \text{ Ом}.$$

Оба условия выполняются следовательно расчет выполнен верно.

Внешний контур заземления для трансформаторной подстанции состоит из замкнутого контура, представляющим собой горизонтальный заземлитель и вертикальных электродов из стального уголка. В качестве горизонтального электрода применяют полосовую сталь.

Трансформаторная подстанция состоит из трех помещений: распределительное устройство 10 кВ, распределительное устройство 0,4 кВ и камера трансформатора.

В каждом помещении по периметру проложена полоса заземления, так как все металлические части не находящиеся под напряжением должны быть заземлены, а это обрамление каналов, крепежные элементы барьеров, шинный мост, возможность присоединения переносных заземлений.

Расположен наружный заземляющий контур на расстоянии не более 1м от фундаментной плиты, на которой установлена трансформаторная подстанция.

Горизонтальный заземлитель из стальной полосы уложен в траншее на глубине 0,7 м. полоса уложена на ребро.

Узел молниезащиты ТП представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 - Узел молниезащиты ТП

Молниезащита трансформаторной подстанции выполнена следующим образом: с диаметрально противоположных сторон выполнена связь кровли с

наружным контуром заземления, то есть в местах ввода стальной полосы в здание ТП. В качестве проводника следует применять проволоку диаметром 8 мм.

Проложенная полоса заземления по наружной стене здания защищена от механических повреждений и коррозии согласно ПУЭ 7 п. 1.7.130.

Полоса прикреплена к стене на отметке 0,4 м от уровня пола при помощи дюбель - держателей через расстояние 0,6 - 1,0 м. Все разборные соединения, предусмотренные изготовителем оборудования, присоединены болтовым соединением, остальные соединения выполнены при помощи сварки. Для переносного заземления используют «гайку - барашек». Гибкие заземляющие перемычки выполняют проводом, без изоляции. Это делается для видимой целостности соединения.

Прокладка заземляющих и нулевых защитных проводников через стены и перекрытия должна выполняться, как правило, с их непосредственной заделкой. Для этих целей используют гильзы. Пространство в гильзах заделывают специальным негорючим легко удаляемым составом. После прокладки полосу красят в желто - зеленый цвет.

Металлический корпус силового трансформатора представлен на рисунке 7, присоединяется к контуру заземления при помощи гибкой перемычки [9].

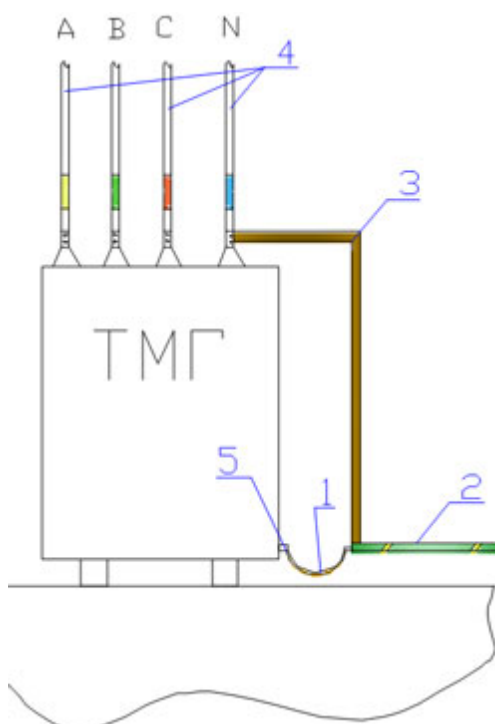


Рисунок 7 - Заземление силового трансформатора

1 - гибкая заземляющая перемычка; 2 - шина заземления; 3 - шина зануления трансформатора; 4 - ошиновка 0,4 кВ трансформатора; 5 - болт заземления трансформатора

Для безопасного осмотра силового трансформатора при эксплуатации предусматривается оградительный барьер, который окрашен в красный цвет. На барьере размещены запрещающие плакаты. Барьер установлен на высоте 1,2 м от уровня пола и на расстоянии 0,5 м от двери.

В основном все наши электросети с глухозаземленной нейтралью, поэтому нам необходимо присоединить нулевую шину трансформатора к нашему заземляющему контуру.

2 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Оптовая цена укомплектованной трансформаторной подстанции на 160 кВА и на 250 кВ одинаковая и составляет 354 тыс. рублей.

Определение капиталовложений по приведенным затратам:

$$K_{\Pi} = C_{\text{оп}} + M_{\text{об}} + N_p \quad [6], \quad (15)$$

где $C_{\text{оп}}$ - оптовая цена на оборудования, руб.;

$M_{\text{об}}$ - затраты на монтаж, руб. (20-25% от оптовой цены);

N_p - накладные расходы, руб. (10% от оптовой цены);

$$K_{\Pi} = 354000 + 70800 + 35400 = 460200 \text{ руб.}$$

Расчет эксплуатационных затрат:

$$\Theta_z = Z_{\Pi} + A + T_{\text{эр}} + P_p, \quad (16)$$

$$Z_{\Pi} = T_z \cdot C_c \cdot K_d \cdot K_p, \quad (17)$$

где Z_{Π} - затраты на оплату труда рабочих, занятых обслуживанием установки;

T_z - затраты рабочего времени на обслуживание оборудования;

C_c - часовая тарифная ставка оплаты труда персонала, руб.;

K_d - коэффициент, учитывающий дополнительную оплату для электромонтера (до 1,4);

K_p - районный коэффициент;

$$Z_{\Pi} = 720 \cdot 351,4 \cdot 1,15 \cdot 1,044 = 42357 \text{ руб.}$$

$$A = K_c \cdot a / 100\%, \quad (18)$$

где A - годовая норма амортизационных отчислений, %;

K_c - балансовая стоимость машин и оборудования, руб.;

$$A = 460200 \cdot 6\% = 27612 \text{ руб.}$$

$$T_p = K \cdot Ч / 100\%, \quad (19)$$

где $Ч$ - годовая норма отчислений на ТР и ТО;

$$T_p = 460200 \cdot 4\% = 18408 \text{ руб.};$$

$$P_p = (Z_{\Pi} + A) \times 1\%;$$

$$П_p = (42357 + 18408) / 100 = 607,65 \text{ руб.};$$

$$Э_з = 42357 + 27612 + 18408 + 607,65 = 88984,65 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капиталовложений:

$$T_k = K_{\Pi} / Э_з. \tag{20}$$

Эффективность заключается в уменьшении затрат на эксплуатацию, так как новое оборудование тратит ресурсов на 2-3 % меньше чем старое.

$$T_k = 460200 / 88984,65 = 5 \text{ лет.}$$

Если E_{ϕ} больше E_n , то капиталовложения эффективны:

$$E_n = 0,12 - 0,15;$$

$$E_{\phi} = 1 / T_n = 1 / 5 = 0,2;$$

$$E_{\phi} > E_n.$$

Сделав расчет мы видим, что внедрив данную установку она окупится в срок до 5 лет и капиталовложения будут эффективны.

Так как стоимость трансформаторных подстанции одинакова, то мы, чтобы выбрать какой мощности выбрать КТП, посчитаем стоимость потерь за год в трансформаторах таблица 4. По данным расчета потери в трансформаторе ТМГ-160/10/0,4 составили 13943,08 кВт·ч, в трансформаторе ТМГ-250/10/0,4 19712,32 кВт·ч.

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3,44 \text{ руб.}$$

Таблица 4 - Сравнительная таблица трансформаторов по потерям и стоимости потерь

№п/п	ТМГ160/10/04	ТМГ250/10/0,4
Потери , кВт·ч	13943,08	19712,32
Сумма , тыс. руб	47964,20	67810,40

Делая выводы видим, что установка КТП с трансформатором ТМГ-160/10/04 обойдется дешевле на 19846 рублей.

3 ОХРАНА ТРУДА

3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность, должны устанавливаться с учетом:

- номинального напряжения, рода и частоты тока электроустановки;
- способа электроснабжения (от стационарной сети, от автономного источника питания электроэнергией);
- режима нейтрали (средней точки) источника питания электроэнергией

(изолированная, заземленная нейтраль);

- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные);
- условий внешней среды;
- особо опасные помещения;
- помещения повышенной опасности;
- на открытом воздухе;
- возможности снятия напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых должна производиться работа;
- характера возможного прикосновения человека к элементам цепи тока;
- однофазное (однополюсное) прикосновение;
- двухфазное (двухполюсное) прикосновение;
- прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением;
- возможности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстояние меньше допустимого или попадания в зону растекания тока;
- видов работ: монтаж, наладка, испытание, эксплуатация электроустановок, осуществляемых в зоне расположения электроустановок, в том числе в зоне воздушных линий электропередачи [12].

3.2 Воздействие энергоустановок на окружающую среду

Производство энергии, являющееся необходимым средством для существования и развития человечества, оказывает существенное воздействие на окружающую среду. От энергетики в решающей мере зависит экономический потенциал государств и благосостояние людей. Самые острые экологические проблемы (изменение климата, кислотные осадки, всеобщее загрязнение среды и другие) прямо или косвенно связаны с производством или использованием энергии. Поэтому человек все больше уделяет внимание.

экологическому аспекту энергетики. Одним из таких воздействий является шум, создаваемый энергетическим оборудованием. На рисунке 8 показано воздействие энергоустановок на окружающую среду.

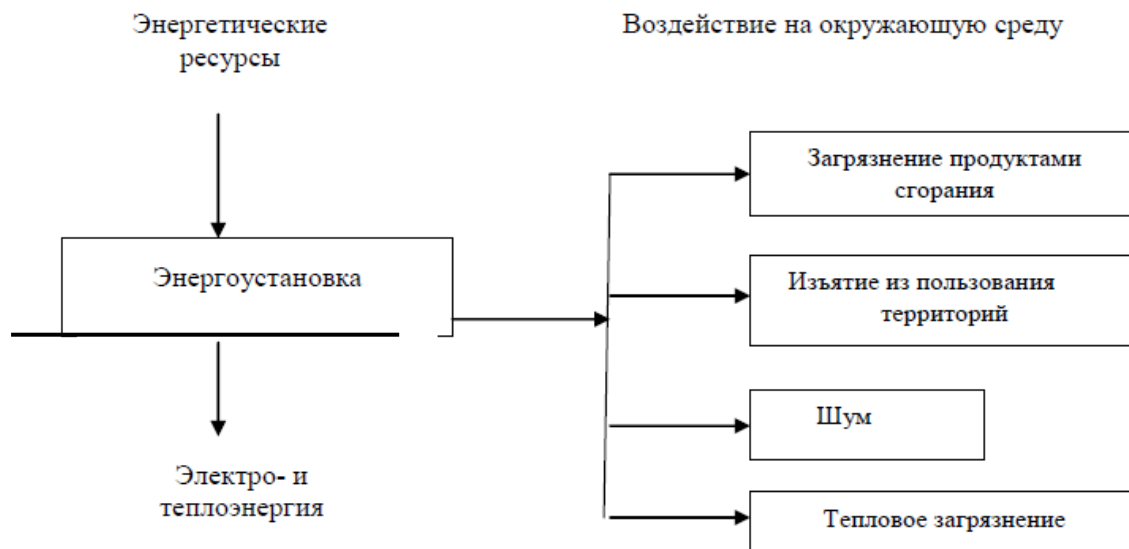


Рисунок 8 - Воздействие энергоустановок на окружающую среду

В настоящее время «шумовая болезнь» характеризуется комплексом симптомов: снижение слуховой чувствительности; изменение функции пищеварения, выражающейся в понижении кислотности; сердечно - сосудистая недостаточность; нейроэндокринные расстройства. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах. Воздействие шума может вызывать негативные изменения эмоционального состояния человека, вплоть до стрессовых. Силовые трансформаторы понизительных подстанций являются одним из источников шума для производственных территорий и окружающего района. Шум трансформаторов вызывается вибрацией активной части, а также вентиляторами системы охлаждения. Существенное влияние на шум трансформатора оказывают резонансные явления, возникающие в его отдельных элементах.

Вибрация активной части трансформатора обусловлена магнитострикционными и электромагнитными силами в магнитной системе и

динамическими силами в обмотках. В трансформаторах преобладает магнитострикционная составляющая вибрации.

Магнитострикция - это явление деформации кристаллической решетки магнитного материала при его намагничивании. В процессе возрастания индукции сначала происходит смещение границ кристаллов материала, а затем их вращение, что ведет к изменению линейных размеров стали. Магнитострикционное удлинение листа стали может достигать нескольких десятков микрон на один метр длины. При перемагничивании магнитной системы трансформаторов индукция в ней достигает максимума дважды за один период частоты переменного тока, что соответствует двукратному изменению длины листов стали магнитной системы. Это ведет к периодическим колебаниям магнитной системы на удвоенной частоте переменного электрического тока (вибрация с частотой 100 Гц при частоте сети 50 Гц).

Проявление магнитных сил наиболее выражено в стыковых соединениях. В шихтованных магнитных системах магнитный поток вынужден перетекать из листа в лист в воздушном зазоре, образующимся за счет неплотной стыковки листов стали. При этом возникают поперечные силы, приводящие к изгибным колебаниям листов. Поскольку листы стали на участках, соседствующих с зазорами, перенасыщаются, здесь увеличиваются также и магнитострикционные силы. Одним из источников шума трансформаторов является обмотка, проводники которой вибрируют под действием сил взаимного притяжения при протекании в них переменного тока в режиме нагрузки. Генерирующими звук поверхностями в данном случае являются торцевые части обмоток, прессующие кольца, балки, детали крепления.

Уровни звуковой мощности трансформаторов пропорциональны их массогабаритным параметрам, хотя на практике эта зависимость может значительно меняться под действием разного рода конструктивно технологических факторов. Уровень звуковой мощности трансформатора прямо пропорционален длине стержня магнитной системы и зависит от свойств электротехнической стали, распределения поперечных магнитных потоков в углах и над средним стержнем магнитной системы, а также от высших гармоник магнитострикции и магнитного потока на

отдельных участках магнитной системы, что определяет известную приближенность расчета. При прочих равных условиях увеличение длины стержня вдвое повышает уровень звука на 6 дБ. Резонанс магнитной системы может увеличить уровень звука трансформатора на 5 дБ.

Характерным для магнитных систем трансформаторов является густой спектр собственных частот в диапазоне 1 - 3 кГц, обусловленных отдельными пластинами электротехнической стали. Последние не всегда монолитно стянуты, в толще магнитной системы имеются пустоты, определяемые коэффициентом заполнения стали, что ведет к высокочастотным резонансным колебаниям пластин и их участков.

Существует прямая зависимость уровней звуковой мощности трансформаторов от их электрической мощности. Эта зависимость может меняться с изменением конструкции и материалов, индукции или массы при сохранении на прежнем уровне прочих параметров. Для геометрически подобных трансформаторов их уровень звуковой мощности пропорционален массе (М) или линейным размерам в третьей степени, а также пропорционален электрической мощности трансформатора в степени $\frac{3}{4}$.

Влияние индукции: уровень звука трансформатора изменяется на 3 дБ при изменении индукции на 10%. Это соотношение характерно для основной гармоники шума трансформатора. Высшие гармоники (третья и пятая) при снижении индукции уменьшаются быстрее: на 4 - 5 дБ при снижении индукции на 10%, что связано с улучшением синусоидальности индукции в отдельных участках магнитной системы.

Уровни вибрации и звука трансформатора зависят от характера распределения магнитных потоков по сечению сердечника. Индукция во внутренних углах шихтованных рамных магнитных систем может достигать удвоенного значения от номинального, что является предпосылкой повышения вибраций и шума.

Для трехфазных магнитных систем характерно повышенное содержание третьей гармоники шума, что связано как с фазовым сдвигом колебаний отдельных стержней, так и с наличием значительной третьей гармоники индукции.

Повышенным шумом и вибрацией отличаются симметричные трехфазные магнитные системы из навитых магнитопроводов, где третья гармоника индукции может достигать 40% от основной гармоники.

Бак обычно повышает уровень звука источника, то есть активной части трансформатора, как за счет увеличения поверхности звукового излучения, так и за счет резонанса стенок бака. Это повышение характерно для низших гармоник звука. Более высокие гармоники источника, звукоизолированные баком, могут и снижаться.

Спектральное содержание характеристик шума трансформаторов связано с частотой питающего напряжения. У трехфазных трансформаторов (частота сети - 50 Гц) наиболее ярко выражены первые три гармоники - 100, 200, 300 Гц.

Включение трансформатора в работу приводит к повышенному шуму вследствие остаточной намагниченности магнитопровода. Из-за перенасыщения магнитопровода уровень шума может превысить уровень при нормальной работе на 20 дБ. Снижение шума до установившегося состояния после включения может длиться до 6 часов.

Спецификой сухих трансформаторов мощностью до 1000 кВА включительно является большое разнообразие конструкций магнитных систем, среди которых можно назвать шихтованные, навитые, стыковые (склеиваемые из двух половин), симметричные пространственные при множестве модификаций, обусловленных типами стыков, видами шихтовки, характером прессовки.

Наиболее шумными являются симметричные пространственные магнитные системы трехфазных трансформаторов, укомплектованные тремя образными навитыми магнитными элементами. Повышенная виброактивность такой системы обусловлена резкой не синусоидальностью индукции в отдельных элементах, низкой жесткостью конструкции и собственными частотами, находящимися в диапазоне 100 - 300 Гц.

Более всего распространены сухие трансформаторы трехфазные с шихтованной магнитной системой. Шум активной части таких трансформаторов без кожуха невелик. Однако он резко возрастает у полностью собранного

трансформатора с кожухом, который увеличивает поверхность звукоизлучения трансформатора и к тому же не обладает достаточной жесткостью, будучи изготовлен из тонколистовой стали.

Наибольший шум (иногда в области частот 1000 Гц) имеет место во внутренних углах окон магнитопровода. На этих участках имеет место повышенная индукция (до 2 Тл), вызывающая возрастание вибрации и, соответственно, шума. Поскольку такие участки сухих трансформаторов доступны, снижение шума осуществляется путем заливки внутренних углов окон магнитопровода эпоксидным компаундом.

В процессе эксплуатации может ослабнуть прессовка магнитной системы. В частности, бывает ослаблена стяжка листов стержней магнитопровода, функции которой выполняет насаженная на стержень обмотка, дистанцирующие рейки свободно перемещаются от руки [12].

3.3 Защита от поражения электрическим током

Электрозащитными средствами называют переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей работающих с электроустановками от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля. По своему назначению изолирующие электрозащитные средства подразделяются на основные и дополнительные. Основными называют изолирующие электрозащитные средства, которые длительно выдерживают рабочее напряжение электроустановки, позволяют прикасаться ими к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

К дополнительным электроизолирующим средствам относятся средства, которые сами по себе из-за недостаточной их изолирующей способности не могут при данном напряжении обеспечить защиту персонала от поражения электрическим током. Они дополняют основные средства, то есть применяются только вместе с ними, кроме того, дополнительные электрозащитные средства служат для защиты от напряжения прикосновения и шагового напряжения. Изолирующие

электрозащитные средства по напряжению при котором они могут применяться делятся на две группы: для электроустановок до 1000 В и выше 1000 В. В электроустановках выше 1000 В применяются следующие изолирующие электрозащитные средства основные: штанги изолирующие, оперативные и измерительные клещи, изолирующие и электроизмерительные указатели напряжения, средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В; дополнительные средства: диэлектрические перчатки, боты и коврики, изолирующие подставки.

В электроустановках до 1000 В применяются основные электрозащитные изолирующие средства: штанги изолирующие оперативные, клещи изолирующие и электроизмерительные, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарномонтажный инструмент с изолированной рукояткой; дополнительные: диэлектрические галоши и коврики, изолирующие подставки.

При пользовании основными электрозащитными средствами с каждым из них достаточно применять только одно дополнительное электрозащитное средство, то есть одновременное применение, например диэлектрических перчаток, бот и ковриков при работах с изолирующей штангой или изолирующими клещами не требуется. Вместе с тем применение двух или более дополнительных защитных средств нельзя заменить основное защитное средство, например в электроустановках выше 1000 В диэлектрические перчатки и боты не заменяют изолирующих вещей [12].

3.4 Мероприятия по пожарной безопасности

Необходимая защищенность оборудования пожаро или взрывоопасных зонах, вытекает из необходимости применения несгораемых покрытий кабельных каналов и отражается следующими требованиями:

- пожарная опасность электроустановок обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов. Горючей является

изоляция обмоток электрических машин, трансформаторов, различных электромагнитов, проводов;

- электрические машины и аппараты, применяемые в электроустановках, обеспечивают как необходимую степень защиты их изоляции от вредного действия окружающей среды, так и достаточную безопасность в отношении пожара или взрыва вследствие какой - либо неисправности;

- при открытой прокладке провода и кабеля в местах, где возможны механические их повреждения, дополнительно защищают (стальной трубой, металлическим уголком, швеллером);

- в местах пересечения незащищенных изолированных проводов и прокладки их через сгораемые конструкции прокладывают дополнительную изоляцию. В качестве меры против распространения начавшегося пожара применяют общие или местные противопожарные преграды;

- общие противопожарные преграды, разделяющие здания по вертикали или горизонтали на отдельные отсеки, представляют собой противопожарную стену и перекрытия, выполняемые из несгораемых материалов (кирпича, железобетона);

- для предотвращения растекания масла и предотвращения пожара при повреждениях трансформаторов выполняют маслоприемники, маслоотводы и маслосборники. Объем маслоприемника должен быть рассчитан на одновременный прием 100% масла, содержащегося в корпусе трансформатора [12].

3.5 Мероприятия по обеспечению безопасности

Электроустановки должны находиться в технически исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия труда.

Работники, выполняющие работу в электроустановке, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала учебных комбинатах, учебно - тренировочных центрах.

Профессиональная подготовка персонала, повышение его квалификации, проверка знаний и инструктажи проводятся в соответствии с требованиями государственных и отраслевых нормативных правовых актов по организации охраны труда и безопасной работе персонала.

Проверка состояния здоровья работника проводится до приема его на работу, а также периодически, в порядке, предусмотренном Минздравом России. Совмещаемые профессии должны указываться администрацией организации в направлении на медицинский осмотр.

Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях.

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен пройти проверку знаний правил и других нормативно-технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами, устройства электроустановок) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Работнику, прошедшему проверку знаний по охране труда при эксплуатации электроустановок, выдается удостоверение установленной, в которое вносятся результаты проверки знаний. Работники, обладающие правом проведения специальных работ (верхолазные работы, работы под напряжением на токоведущих частях, испытания оборудования повышенным напряжением), должны иметь об этом запись в удостоверении.

Работник, проходящий стажировку, дублирование, должен быть закреплен распоряжением за опытным работником. Допуск к самостоятельной работе должен быть также оформлен соответствующим распоряжением руководителя организации.

Отключать и включать разъединители, отделители и выключатели напряжением выше 1000 В с ручным приводом необходимо в диэлектрических перчатках.

Снимать и устанавливать предохранители следует при снятом напряжении. Допускается снимать и устанавливать предохранители, находящиеся под напряжением, но без нагрузки.

При снятии и установке предохранителей под напряжением необходимо пользоваться: в электроустановках напряжением выше 1000 В - изолирующими клещами (штангой) с применением диэлектрических перчаток и средств защиты лица и глаз; в электроустановках напряжением до 1000 В изолирующими клещами или диэлектрическими перчатками и средствами защиты лица и глаз.

При несчастных случаях для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока напряжение должно быть снято немедленно без предварительного разрешения руководителя работ.

Работы в действующих электроустановках должны проводиться по наряду - допуску. Не допускается самовольное проведение работ, расширение рабочих мест и объема задания, определенных нарядом или распоряжением.

В электроустановках напряжением до 1000 В при работе под напряжением необходимо: оградить расположенные вблизи рабочего места другие токоведущие части, находящиеся под напряжением, к которым возможно случайное прикосновение; работать в диэлектрических галошах или стоя на изолирующей подставке либо на резиновом диэлектрическом ковре; применять изолированный инструмент (у отверток, кроме того, должен быть изолирован стержень), пользоваться диэлектрическими перчатками.

Не допускается работать в одежде с короткими или засученными рукавами, а также использовать ножовки, напильники, металлические метры.

Не допускается в электроустановках работать в согнутом положении, если при выпрямлении расстояние до токоведущих частей будет малое расстояние.

При приближении грозы должны быть прекращены все работы.

Устройство временных подмостей, лестниц на тележке мостового крана не допускается. Работать следует непосредственно с настила тележки или с установленных на настиле стационарных подмостей.

С троллейных проводов перед подъемом на тележку мостового крана должно быть снято напряжение. При работе следует пользоваться предохранительным поясом.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются: оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

Ответственными за безопасное ведение работ являются: выдающий наряд, отдающий распоряжение, утверждающий перечень работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; ответственный руководитель работ; допускающий; производитель работ; наблюдающий; член бригады.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия: произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов; на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты; проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током; установлено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления); вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена система электроснабжения детского сада на 147 мест по адресу 4 микрорайон дом 44 в городе Качканар Свердловской области. По степени обеспечения надежности электроснабжения детский сад относится ко II категории, а ряд электроприемников и вовсе к I категории. К потребителям I категории ДОО относятся электроприемники систем защиты от пожара, сигнализации загазованности, охранной сигнализации. Согласно ПУЭ потребители I категории снабжаются электроэнергией от двух различных резервирующих друг друга систем питания. Перерыв в электроснабжении I категории возможен на время, необходимое для автоматического восстановления питания. Для выполнения этого условия используется либо устройство автоматического переключения на резервное питание (АВР), либо встроенный аккумуляторный блок, обеспечивающий нормативное время работы при пропадании рабочего ввода.

Для того чтобы выбрать трансформатор было посчитано два варианта: трансформатор на 160 кВА и на 250 кВА. Выполнив расчет мы выбрали трансформатор на 160 кВА так как потери в нем меньше, чем в трансформаторе 250 кВА на 5769,24 кВт·ч. В денежном отношении трансформатор на 160 кВА более экономичней.

Выбран трансформатор ТМГ, так как в трансформаторах ТМГ температурные изменения объема масла компенсируются за счет изменения объема бака трансформатора. Гофрированный бак трансформатора также обеспечивает необходимую поверхность для естественного охлаждения без применения съемных охладителей, что значительно увеличивает надежность трансформатора.

Трансформаторы ТМГ изготавливаются в герметичном исполнении, без маслорасширительного бака. Их внутренний объем не имеет сообщения с

окружающей средой, что исключает ухудшение диэлектрических свойств масла вследствие повышения содержания влаги, его окисления и шлакообразования.

Трансформаторы ТМГ практически не требуют обслуживания в эксплуатации, не нуждаются в профилактических ремонтах и ревизиях в течение всего срока эксплуатации.

Ряд электроприемников МДОУ относятся к I категории и перерыв в электроснабжении возможен на время, необходимое для автоматического восстановления питания. И для выполнения этого условия выбрал устройство автоматического переключения на резервное питание.

По расчетным данным электроснабжение детского сада и хозяйственного блока выполняется двумя взаиморезервирующими кабельными линиями. Каждый кабель рассчитан на полную нагрузку потребителей в аварийном режиме, проверен по потере напряжения. Линии электроснабжения 0,4 кВ выполняются кабелями, проложенными в земляной траншее.

Выполнив экономический расчет мы убедились в том, что все расчеты выполнены верно и срок окупаемости составит 5 лет, а капиталовложения окажутся эффективными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акимцев Ю. И. , Веялис Б. С. Электроснабжение сельского хозяйства. - М.: Колос, 1994. – 287 с.
- 2 Алиев И.И. Электротехнический справочник.-4-е изд., испр.- М.: ИП РадиоСофт, 2001. – 384с.
- 3 Будзко И.А., Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства. - М.: Агрпроммиздат, 2000. – 496 с.
- 4 Будзко И.А., Зуль Н.М. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: Агрпроммиздат, 1990.-446с.
- 5 Данилов Н.И. Энергосбережение. - Екатеринбург: Энерго-Пресс, 1999. - 109 с.
- 6 Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов: - М.: Энергоатомиздат, 1989. -176 с.
- 7 Каганов И. Л. Курсовое и дипломное проектирование. – 3-е изд. - М.: Агрпроммиздат, 1990. – 351 с.
- 8 Кисаримов Р.А. Справочник электрика. - М.: ИП РадиоСофт, 2000.-320 с.
- Костюченко Л.П., Чебодаев А.В. Проектирование систем сельского электроснабжения. Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск 2005. – 184 с.
- 9 Костин С. Н., Русанов В. Н., Синютин П. А. Организация внедрения автоматизированных систем учета электроэнергии промышленных потребителей АО "Челябэнерго". Промышленная энергетика № 6. – М: Агро, 1997. – 218 с.
- 10 Кузнецова Г.С., Штин А.Н. Расчет трехфазных коротких замыканий в РУ трансформаторных подстанций: Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: УрГАПС, 1997. – 36 с.
- 11 Куценко Г.Ф.Охрана труда в электроэнергетике. – Минск.: Дизайн ПРО, 2005. – 492с.

12 Левин М.С., Лещинская Т.Б. О времени максимальных потерь графиков нагрузки в сельском хозяйстве / Электрические станции. – М: Агриздат, 1996. – 47 с.

13 Методические указания и контрольные задания для учащихся-заочников средних специальных учебных заведений. Утверждено всероссийским аграрным колледжем заочного образования.

14 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

15 Никольский О.К., Цугленок Н.В., Хрестоматия инженера электрика. – Красноярск : государственный аграрный университет, 2002. – 67 с.

16 Правила эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП), – М.: Энергоиздат, 2004. – 40 с.

17 Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: УралЮрИздат, 1998. – 656 с.

18 Пястолов А.А., Вахрямеев А.Л. Эксплуатация и ремонт электрооборудования. – М.: Колос, 1993. – 335 с.

19 СНиП 21-01-11* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»/ Принята постановлением Минстроя РФ от 13 февраля 2011. – 130 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

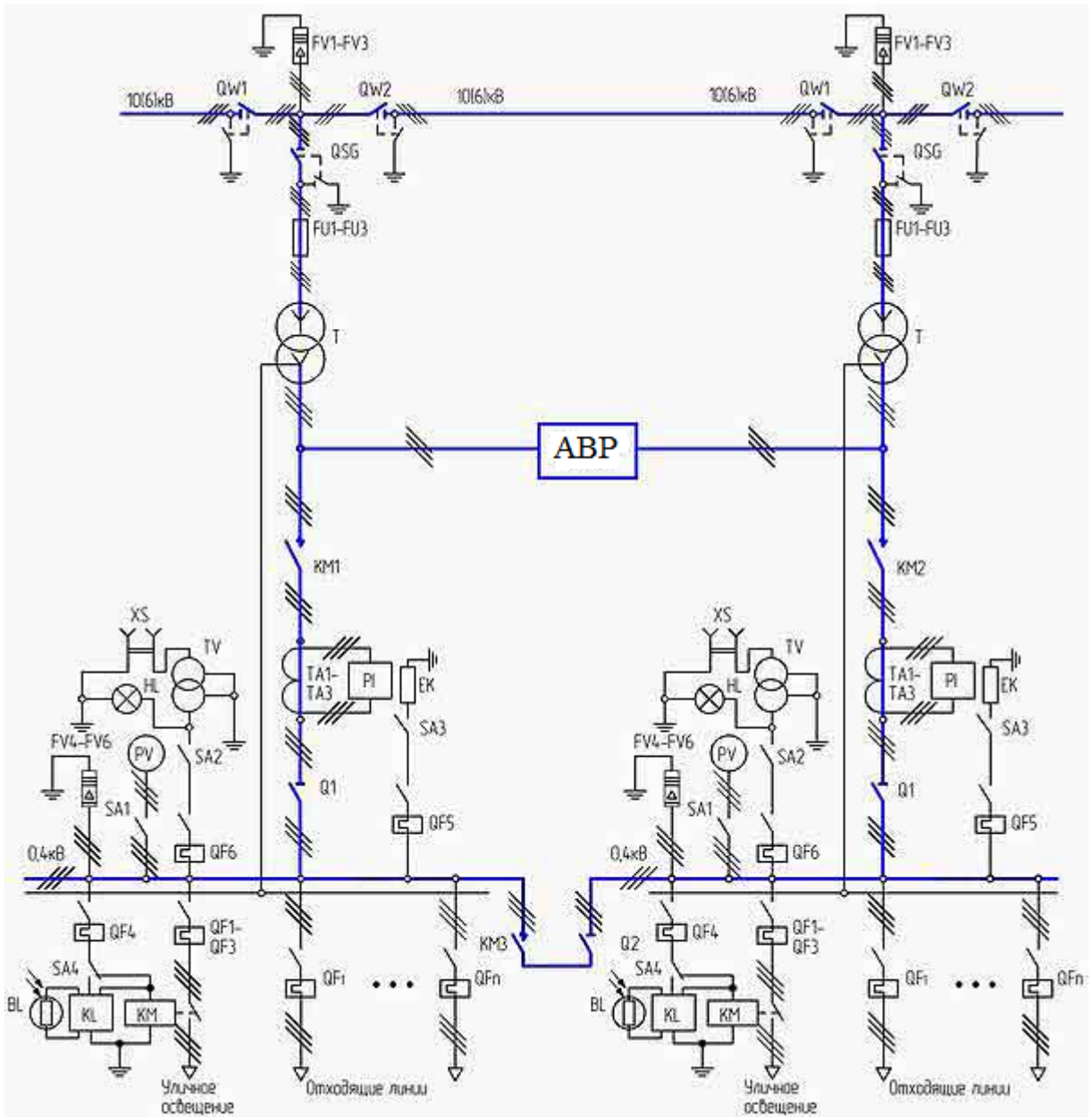


Рисунок А.1 - Схема электрическая принципиальная 2КТП

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

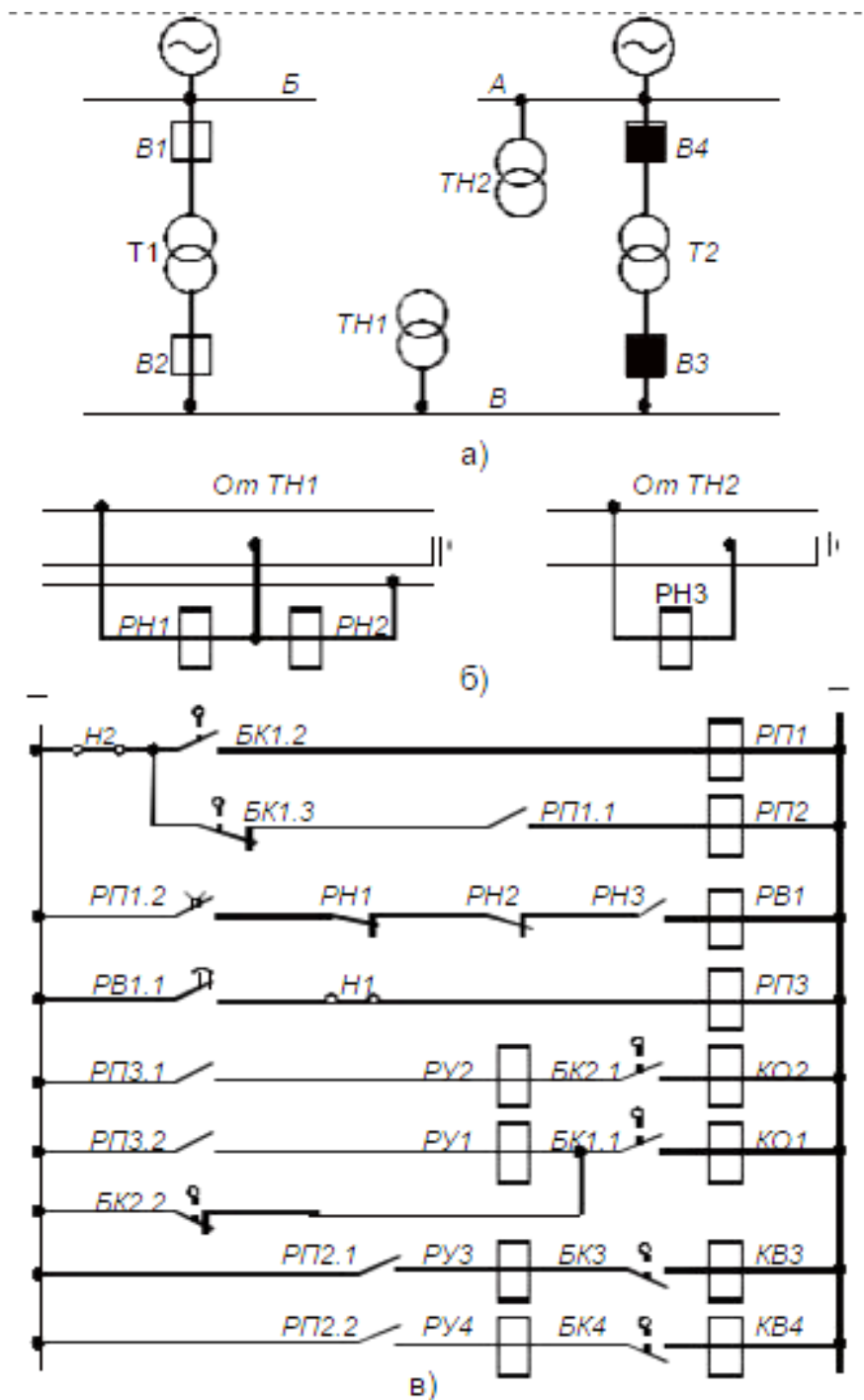


Рисунок Б.1 - Схема АВР трансформатора одностороннего действия:
 а) схема первичных соединений; б) цепи переменного напряжения; в) цепи оперативного тока