ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МИНИСТЕРСTВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО

ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»

(Университет Вернадского)

Факультет информационного и технического сервиса

Кафедра цифровых систем и инженерных технологий

**Курсовой проект**

**Проект электроснабжения сельского населенного пункта с производственными и коммунально-бытовыми потребителями.**

Выполнил: Студент группы.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель проекта:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Балашиха 2025

Содержание

Задание…………………………………………………………………………….3

Введение………………………………………………………………………..…5

1.Определение и обоснование допустимой потери напряжения в электросетях 0,4...10 кВ………………………………………………………………………….8

2. Определение расчетной (максимальной) мощности объекта……………..…9

3.Определение числа, мощности и мест установки ТП, выбор схемы электроснабжения……………………………………………………………..…15

4. Выбор типа и принципиальной схемы ТП 10/0,4 кВ………………………..16

5. Электрический расчет ЛЭП-0,38 кВ и определение сечения проводов……19

6. Расчет токов короткого замыкания для выбора и проверки аппаратуры и защитных аппаратов……………………………………………………………..28

7. Выбор электрической аппаратуры и оборудования…………………………30

8. Расчет и выбор защиты от КЗ, перенапряжений и от поражения электрическим током…………………………………………………………….32

9. Согласование защит по селективности……………………………………....36

10. Разработка мероприятий по охране труда и технике безопасности………37

11. Технико-экономические показатели………………………………………..43

Библиографический список………………………………………………..52 электрический напряжение подстанция линия

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине «Электроснабжение»

Выдано студенту 4, 3\* курса факультета «Энергетики и ОВР»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Исходные данные**

Характеристика потребителей:

а) общественно-коммунальные и бытовые потребители:

Количество домов 111 шт.

Годовое электропотребление электроэнергии \_\_\_\_\_666\_\_\_(кВт.ч/дом)

Школа на 320 учащихся

Спальный корпус школы-интерната на 100 мест

Детские ясли-сад на 90 мест

Дом культуры на 200 мест

Столовая на 100 мест

Комбинат бытового обслуживания на 24 места

Баня на 50 мест

б) производственные потребители:

Коровник на 200 коров

Молочный блок при коровнике на 6 т. молока в сутки

Кормоприготовительное отделение при коровнике

Ферма по выращиванию и откорму КРС на 5 тыс.голов

Выращивание и откорм свиней на 6 тыс. голов

Птицефабрика мясного направления на 500 тыс. бройлеров

Стационарный зерноочистительный пункт производительностью

10 т/ч

Холодильник для хранения фруктов емкостью 250 т.

Центральная ремонтная мастерская на 50 шт. (автотехники)

в) прочие потребители

Теплица зимняя площадью 2000 кв.м.

Мельница, кузница, торговый центр, сельская поликлиника

г) данные центра питания:

Напряжение питающей подстанции 35/10 кВ

Мощность питающей подстанции 4000 кВА

Режим (уровень) напряжения на шинах питающей подстанции:

Максимальный (100% нагрузки) - 3 %Uн;

Минимальный (25% нагрузки) - 1 %Uн;

Место подключения объекта – конец питающей линии (или ответвление)

Питающая линия длиной 14,6 км

Удельное сопротивление грунта 135 Ом,м

Число грозовых часов в год 41 ч/год

Район гололедности 2

Число часов использования максимальной нагрузки, Тmax =1500 ч

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Введение**

Абсолютное большинство с/х потребителей получает электроэнергию от централизованного источника государственных энергосистем. При этих условиях основной системы сельского электроснабжения являются электрические сети. К электрическим сетям относятся те, по которым более 50% расчетной нагрузки передается и распределяется между производственными с/х потребителями, а также не производственными и бытовыми потребителями в сельской местности.

Систему сельскохозяйственного электроснабжения необходимо спроектировать таким образом, чтобы она имела наилучшее технико-механические показатели, то есть, чтобы при минимальных затратах денежных средств, оборудования и материалов она обеспечивала требуемые, надежность и качество электроэнергии. Задача обеспечения электроэнергией потребителей при проектировании систем сельского электроснабжения должна решаться комплексно, с учетом развития в рассматриваемой зоне всех отраслей народного хозяйства, в том числе и не сельскохозяйственных. Проектирование сельских электрических сетей необходимо проводить в соответствии как с общими директивными документами (Правила устройства электроустановок, Правила технической эксплуатации и др.).

Непрерывный рост нагрузки при появлении новых потребителей в зонах уже охваченных централизованным электроснабжением, и при освоении новых с/х районов, необходимость повышения надежности электроснабжения и качества электроэнергии, изменение планировки населенных пунктов и т.д. требуют дальнейшего развития электрических сетей. Оно включает как новое строительство, так и расширение, и реконструкцию сетей. При этом под новым строительством подразумевают сооружение новых электрических линий и подстанций, под расширением – установку на одной трансформаторной подстанции второго трансформатора с соответствующим оборудованием, под реконструкцией – замену проводов на линиях 0,38 и 10 кВ., перевод сетей с напряжения 6 кВ на напряжение 10 кВ, замену трансформаторов, установку средств компенсации реактивной мощности, секционирования, автоматизации регулирования напряжения и т.д. Таким образом, реконструкция действующих электрических сетей связана в первую очередь с изменением электрических параметров линий и подстанций при частичном или полном сохранении строительной части объектов, а также с установкой дополнительных аппаратов и оборудования. Реконструкция позволяет, повысить пропускную способность действующих сетей, надежность и качество энергии у потребителей.

Большинство знаний в области проектирования систем сельского электроснабжения имеют пред проектные работы (схемы), в которых обосновывают технические решения по развитию электрических сетей в сельской местности проекту.

Первым этапом рабочего проектирования сельских электрических сетей, основанием для разработки проектно-сметной документации является задание на проектирование, которое выдает заказчик.

В задании, кроме общих пунктов (основание для проектирования; сроки выполнения, размер капиталовложения и т.п.), указываются:

- для линий электропередачи 6…110кВ – ориентировочная длина и число цепей, пункты присоединения, требования по разработке вариантов, мероприятия по освоению земель взамен занимаемых под опоры;

- для транспортных подстанций 35…110кВ – вид строительства (новое, расширение, конструкция), место расположения подстанций, способ ее присоединения к сетям энергосистемы, тип подстанции, (комплектная, блочная и т.д.), требования к средствам диспетчерского и технологического управления, требования к организации эксплуатации, требования по защите окружающей среды;

- для электрических сетей 380/220В (линий и подстанций 10/0,38кВ) - район и вид строительства (новое, взамен пришедших в негодность, реконструкция), ориентировочная протяженность линий, тип трансформаторных подстанций, дополнительные требования(типы светильников уличного освещения, возможность применения различных марок проводов для устройства ответвлений от линии к вводам и др.).

Важными этапами проектирования являются технический проект и рабочая документация. Для объектов сельского электроснабжения, при сооружении которых предлагается использовать типовые или повторно применять экономические индивидуальные проекты, а также для технически не сложных объектов проектирования выполняют в одну стадию-техно- рабочий проект. При таком одностадийном проектировании разрабатывают технический проект, который дополняют рабочей документацией на его сооружение.

Для крупных и сложных объектов в условиях применения новой технологии производства при специальном обосновании допускается выполнять проект в виде стадии.

Основные методы расчетов, которые проводят при проектировании сельских электрических сетей (выбор нагрузок, электрический расчет сетей по различным показателям, механический расчет линии, расчет токов короткого замыкания, выбор аппаратуры и т.д.), рассмотрены в предыдущих графах. Поэтому ниже приводятся только некоторые дополнительные материалы, связанные с проектированием сетей.

1. **Определение и обоснование допустимой потери напряжения в электросетях 0,4 – 10 кВ.**

Допустимую потерю напряжения в электросетях определяют по заданному уровню напряжения на шинах питающей подстанции и допустимым значениям положительного и отрицательного отклонений напряжения на зажимах электроприемников (ГОСТ 32144-2013), составляя при этом таблицу отклонения и потерь напряжений. В соответствии с ГОСТ 32144-2013 на качество электроэнергии допустимые значения положительного и отрицательного отклонений напряжения на зажимах электроприемников при колебании нагрузки от 25% (минимальный режим) до 100% (максимальный режим) не должны превышать 10 %. Проверку отклонений напряжения производят с учетом его регулирования с помощью ПБВ (переключение без возбуждения) или РПН (регулирование под нагрузкой). В практических условиях на ТП 35...10/0,4 кВ используются в основном силовые масляные трансформаторы с ПБВ, т.е. ответвления трансформаторов обслуживающий персонал переключает для регулирования напряжения при помощи переключающего устройства при отключенном трансформаторе с соблюдением правил техники безопасности. Таким образом на зажимах потребителей при ранее вычисленных потерях напряжения в электросетях 0,4...10 кВ; выбор оптимальных ответвлений на трансформаторах потребительских ТП 35...10/0,4 кВ; определение допустимых потерь напряжения в распределительной сети одного класса напряжения при известных потерях напряжения в сети другого класса; расчет необходимых уровней напряжения на шинах 6...10 кВ районной трансформаторной подстанции (РТП) при различных нагрузках. При составлении таблиц отклонений напряжения необходимо пользоваться паспортными данными трансформаторов по диапазонам регулирования напряжения. Распределение потерь напряжения между элементами электрической сети должно производиться на основании расчета, исходя из допустимого отклонения напряжения у электроприемников и уровней напряжения на шинах центра питания. При этом потери напряжения не должны превышать, %Uном.: в электросетях напряжением 10 кВ – 10%; в электросетях напряжением 0,4 кВ – 8%; в электропроводках одноэтажных жилых домов – 1%; в электропроводках зданий, сооружений, двух и многоэтажных домов – 2%.

**2. Определение расчетной (максимальной) мощности объекта.**

Определение электрической нагрузки сельского населенного пункта начинают с нахождения удельной нагрузки на ввод в один дом и заданному электропотреблению (на 1 дом 3кВ) с учетом перспективного роста нагрузок. Заданное количество домов необходимо объединить в группу по 5,6,7,8 штук. Каждая группа должна быть пронумерована римскими цифрами и нанесена на план электрической цепи. Для каждой из групп проводится расчет мощности дневного и вечернего максимумов нагрузки с учетом коэффициентов одновременности и участия.

Определим расчетную мощность нагрузки на группу 5 домов (Д5)

Рд5(в) = 5,3 \* 0,47 \* 5 = 12,5 кВт Рд5(д) = 12,5 \* 0,3 =3,8 кВт

Рд4(в) = 5,3 \* 0,5 \* 4 = 10,6 кВт Рд4(д) = 10,6 \* 0,3 = 3,2 кВт

Рд3(в) = 5,3 \* 0,6 \* 3 = 9,5 кВт Рд3(д) = 9,5 \* 0,3 = 3 кВт

Рд2(в) = 5,3 \* 0,7 \* 2 = 7,4 кВт Рд2(д) = 7,4 \* 0,3 = 2,2 кВт

Где – коэффициент одновременности

– коэффициент участия.

N- количество домов.

Коэффициент одновременности для суммирования электрической нагрузки в сетях 0,38 кВ.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование потребителей | Количество потребителей | | | | | | | | |
|  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Жилые дома с удельной нагрузкой 1-2 кВт/дом | 0,7 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,4 | 0,38 |
| Жилые дома с удельной нагрузкой 3-4 кВт/дом | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,47 | 0,44 | 0,42 | 0,4 | 0,38 | 0,36 |
| Производственные потребители | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,45 | 0,4 |

Коэффициент участия потребителей в дневном и вечернем максимумах

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Потребители | Куч  вечерний | Куч  дневной |
| Жилые дома | 1,0 | 0,3 |
| Жилые дома с электроплитами | 1,0 | 0,5 |
| Производственные потребители | 0,6 | 1,0 |

Определим расчетную полную мощность на группу домов (Д5)

Sд5(д) = 3,8 / 0,9 = 4,2 КВА Sд5(в) = 12,5 / 0,9 = 14 КВА

Sд4(д) = 3,2 / 0,9 = 3,6 КВА Sд4(в) = 10,6 / 0,9 = 11,8 КВА

Sд3(д) = 3 / 0,9 = 3,3 КВА Sд3(в) = 9,5 / 0,9 = 10,6 КВА

Sд2(д) = 2,2 / 0,9 = 2,4 КВА Sд2(в) = 7,4 / 0,9 = 8,2 КВА

Где cosφ - коэффициент мощности для бытовых потребителей = 0,9

Определим полную мощность уличного освещения

Расчетная нагрузка уличного освещения рассчитывается по значению удельной расчетной нагрузки на 1м длины улицы. Для поселковой улицы с асфальтовым покрытием шириной 10м принимают.В курсовом проекте рассчитывать длины четырех улиц и вычислить мощность

Sул.1 = 4 \* 390 / 0,9 = 1733 КВА n1 = 1733 / 250 = 7

Sул.2 = 4 \* 420 / 0,9 = 1777 КВА n2 = 1777 / 250 = 7

Sул.3 = 4 \* 690 / 0,9 = 3066 КВА n3 = 3066 / 250 = 12

Sул.4 = 4 \* 430 / 0,9 = 1911 КВА n4 = 1911 / 250 = 8

- мощность лампы ДРЛ = 250 вт

Определим расчетные мощности нагрузок коммунальных и производственных потребителей.

Расчетные мощности нагрузок коммунальных и производственных потребителей определяют по приложениям и записывают на расчетной схеме, указывая дробью дневной и вечерний максимум.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 4

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковый номер | Наименование  потребителя | кВА | кВА | Длина  участка | Координаты  Х | Координаты  Y |
|  | Линия 1 |  |  |  |  |  |
| 0,1 | Столярный цех | 15 | 1 | 100 | 10 | Б |
| 1,2 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 150 | 4 | Б |
| 1,3 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 150 | 4 | В |
| 3,4 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 150 | 1 | Д |
| 3,5 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 150 | 2 | Ж |
| 5,6 | Теплица зимняя | 20 | 6 | 390 | 4 | Ж |
| 6 | Мельница | 15 | 1 | 30 | 11 | Ж |
| 6.1 | Кузница | 20 | 6 | 500 | 12 | Ж |
|  | Линия 2 |  |  |  |  |  |
| 0,1 | Жилые дома Д3 | 3,3 | 10,6 | 90 | 5 | Е |
| 0,2 | Жилые дома Д2 | 2,4 | 8,2 | 90 | 6 | Е |
| 2,3 | Жилые дома Д4 | 3,6 | 11 | 130 | 4 | И |
| 2,4 | Жилые дома Д4 | 3,6 | 11 | 130 | 5 | И |
| 4,5 | Бригадный дом | 2 | 5 | 40 | 6 | К |
| 5,6 | Кормоцех на 11 тыс.голов | 35 | 12 | 30 | 3 | Л |
| 6,7 | Птичник на 500 тыс. цыплят | 350 | 12 | 110 | 2 | Н |
|  | Линия 3 |  |  |  |  |  |
| 0,1 | Детские ясли или детсад 90 мест | 5 | 3 | 100 | 9 | И |
| 1,2 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 50 | 7 | Л |
| 1,3 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 50 | 8 | Л |
| 3,4 | Магазин на 4 раб. места | 4 | 8 | 50 | 10 | Л |
| 4,5 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 140 | 10 | Н |
| 4,6 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 140 | 10 | О |
| 6,7 | Школа 160 гр. | 12 | 14 | 50 | 12 | М |
| 7,8 | Столовая на 100 мест | 10 | 3 | 90 | 13 | Л |
| 8,9 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 60 | 15 | Н |
| 8,10 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 60 | 15 | О |
| 10,11 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 150 | 20 | Н |
| 10,12 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 150 | 20 | О |
| 10.13 | Холодильник для хранения фруктов | 10 | 14 | 150 | 24 | О |
| 10.14 | Дом культуры | 10 | 20 | 200 | 30 | О |
| 10.15 | Комбинат | 10 | 20 | 250 | 37 | О |
| 10.16 | Баня | 15 | 26 | 400 | 40 | О |
|  | Линия 4 |  |  |  |  |  |
| 0,1 | Мастерская обслуживания техники | 30 | 10 | 50 | 11 | Ж |
| 1,2 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 100 | 14 | Е |
| 1,3 | Жилые дома Д5 | 4,2 | 14 | 100 | 14 | Ж |
| 3,4 | Жилые дома Д3 | 3,3 | 10,6 | 90 | 17 | Е |
| 3,5 | Жилые дома Д3 | 3,3 | 10,6 | 90 | 17 | Ж |
| 5,6 | Зерноочистительный пункт 2шт. на 20 т/час | 50 | 50 | 190 | 20 | Б |
| 5.7 | Молочный блок при коровнике | 20 | 30 | 90 | 25 | Б |
| 5.8. | Коровник | 20 | 30 | 90 | 27 | Б |

Расчетные мощности нагрузок по воздушным линиям.

Расчетные мощности по воздушным линиям определяют путем суммирования мощности участка и добавки мощности. Из приложения /3/ находятся значения добавок /ΔS /. Расчет начинают с удаленного участка и к большей по значению нагрузок из двух слагаемых прибавляются добавки от меньшей. Для каждой линии определяется суммарная мощность дневного и вечернего максимума.

Линия № 1.

S4,5,6(д) = S4(д) + S5(д) + S6(д) = 4,2 + 4,2 + 20 = 28,4 кВА

S2,3,4(д) = S4,5,6(д) + ∆S2 + ∆S3= 28,4 + 2,4 + 2,4 = 33,2 кВА

S1,2(д) = S2,3,4(д) + ∆S1 = 33,2 + 9,7 = 42,9 кВА

S0,1(д) = S1,2 = 42,9 кВА

S4,5,6(в) = S4(в) + S5(в) + S6(в) = 14 + 14 + 6 = 34 кВА

S2,3,4(в) = S4,5,6(в) + ∆S2 + ∆S3 = 34 + 9 + 9 = 52 кВА

S1,2(в) = S2,3,4(д) + ∆S1 = 52 + 0,6 = 52,6 кВА

S0,1(в) = S1,2 = 52,6 кВА

Линия № 2

S6,7(д) = S6(д) + S7(д) = 35 + 35 =70 кВА

S5,6(д) = S6,7(д) + ∆S5 = 70 + 1,2 = 71,2 кВА

S3,4,5(д) = S5,6(д) + ∆S3 + ∆S4 = 71,2 + 2,1 + 2,1 = 75,4 кВА

S1,2,3(д) = S3,4,5(д) + ∆S1 + ∆S2 = 75,4 + 2 + 2 = 79,4 кВА

S0,1(д) = S1,2,3(д) = 79,4 кВА

S6,7(в) = S6(в) + S7(в) = 12 + 12 = 24 кВА

S5,6(в) = S6,7(в) + ∆S5 = 24 + 3 = 27 кВА

S3,4,5(в) = S5,6(в) + ∆S3 + ∆S4 = 27 + 8,5 + 8,5 =44 кВА

S1,2,3(в) = S3,4,5(в) + ∆S1 + ∆S2 = 44 + 6,5 + 4,9 = 55,4 кВА

S0,1(в) = S1,2,3(в) = 55,4 кВА

Линия № 3

S11,12(д) = S11(д) + S12(д) = 4,2 + 4,2 = 8,4 кВА

S9,10(д) = S11,12(д) + ∆S9 + ∆S10 = 8,4 + 2,4 + 2,4 = 13,2 кВА

S8,9,10(д) = S9,10(д) + ∆S8 = 13,2 + 6 = 19,2 кВА

S7,8(д) = S8,9,10(д) + ∆S7 = 19,2 + 7,3 = 26,5 кВА

S5,6,7(д) = S7,8(д) + ∆S5 + ∆S6 = 26,5 + 2,4 + 2,4 = 31,3 кВА

S4,5(д) = S5,6,7(д) + ∆S4 = 31,3 + 2,4 = 33,7 кВА

S2,3,4(д) = S4,5(д) + ∆S2 + ∆S3 = 33,7 + 2,4 + 2,4 = 38,5 кВА

S1,2(д) = S2,3,4(д) + ∆S1 = 38,5 + 3 = 41,5 кВА

S0,1(д) = S1,2(д) = 41,5 кВА

S11,12(в) = S11(в) + S12(в) = 14 + 14 = 28 кВА

S9,10(в) = S11,12(в) + ∆S9 + ∆S10 = 2,8 + 8,5 + 8,5 = 45 кВА

S8,9,10(в) = S9,10(в) + ∆S8 = 45 + 1,8 = 46,8 кВА

S7,8(в) = S8,9,10(в) + ∆S7 = 46,8 + 8,5 = 55,3 кВА

S5,6,7(в) = S7,8(в) + ∆S5 + ∆S6 = 55,3 + 8,5 + 8,5 = 72,3 кВА

S4,5(в) = S5,6,7(в) + ∆S4 = 72,3 + 4,8 = 77,1 кВА

S2,3,4(в) = S4,5(в) + ∆S2 + ∆S3 = 77,1 + 8,5 + 8,5 = 94,1 кВА

S1,2(в) = S2,3,4(в) + ∆S1 = 94,1 + 1,8 = 95,9 кВА

S0,1(в) = S1,2(в) = 95,9 кВА

Линия № 4

S4,5,6(д) = S4(д) + S5(д) + S6(д) = 50 + 3,3 + 3,3 = 56,6 кВА

S2,3,4(д) = S4,5,6(д) + ∆S2 + ∆S3 = 56,6 + 2,4 + 2,4 = 61,4 кВА

S1,2(д) = S2,3,4(д) + ∆S1 = 61,4 + 19 = 80,4 кВА

S0,1(д) = S1,2 = 80,4 кВА

S4,5,6(в) = S4(в) + S5(в) + S6(в) = 50 + 10,6 + 10,6 = 71,2 кВА

S2,3,4(в) = S4,5,6(в) + ∆S2 + ∆S3 = 71,2 + 2,4 + 2,4 = 76 кВА

S1,2(в) = S2,3,4(д) + ∆S1 = 76 + 6 = 82 кВА

S0,1(в) = S1,2 = 82 кВА

Где – мощность участка.

**3 Определение числа и мест установки подстанций 10/0,4 кВ**

Определим координаты места установки трансформаторной подстанции 10/ 0,4 кВ.

Где– мощность потребителя

- координаты расположений потребителя на электрической сети

Расчет мощности трансформатора.

Мощность трансформатора рассчитывают суммированием нагрузок по линиям. При этом параллельные линии группируют по группам по две и определяют сумму с добавками. В курсовом проекте четыре линии, поэтому должно быть две группы. Мощность суммируется для дневного и вечернего максимума. Для вечернего максимума учитывают уличное освещение.

Sгр1(д) = 79,4 + 29,5 = 108,9 кВА

Sгр1(в) = 55,4 + 36,1 + 1,7 + 1,7 = 94,9 кВА

Sгр2(д) = 80,4 + 28 = 108,4 кВА

Sгр2(в) = 95,9 + 56,4 + 3 + 1,9 = 157,2 кВА

Sтр(д) = 108,9 + 108,4 = 217,3 кВА

Sтр(в) = 94,9 + 157,2 = 252,1 кВА

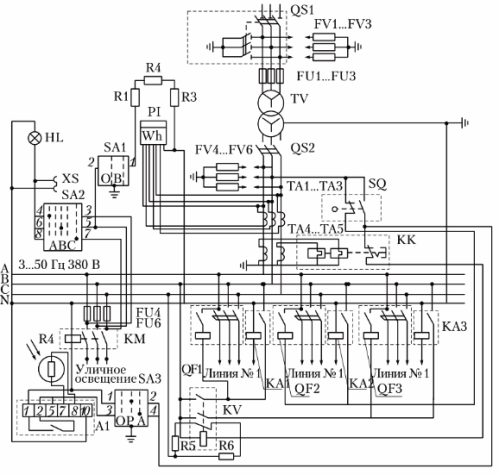
По расчетной максимальной нагрузке выбирают мощность трансформатора устанавливаемого на трансформаторной подстанции.

Коэффициент загрузки трансформатора

**4. Выбор типа и принципиальной схемы ТП 10/0,4 кВ**

Для электроснабжения сельских населенных пунктов и с/х предприятий применяют комплексные трансформаторные подстанции типа КТП заводского изготовления мощностью от 25 до 400 кВА. Подстанции устанавливаются на высоком фундаменте из бетонных строек. Разъединитель с приводом устанавливают на концевой опоре ВЛ 10 кВ, что обеспечивает при отключенном разъединителе безопасность работ в любой точке подстанции. Согласно выбранному типовому проекту, на КТП устанавливается следующее оборудование со стороны высокого напряжения: разъединитель типа РЛНД-10 разрядник РС-10 и предохранитель ПК-10. Указанные типы оборудования со стороны высшего напряжения заведомо рассчитаны и удовлетворяют условию термической и динамической стойкости от коротких замыканий. Номинальный ток плавкой вставки предохранителя выбирается после согласования действий ПК-10 с работой автоматического выключения, установленного со стороны 0,38 кВ на отходящих линиях. На низкой стороне трансформатора в распределительном устройстве на вводе допускается установка рубильника с предохранителями типа НПН, на отходящих линиях устанавливаются автоматические выключатели серии АЗ 100 с комбинированными расцепителями. Для уличного освещения принимаем магнитный пускатель с предохранителями типа НПН и фотореле.

Металлические КТП более широко применяются, так как их полностью монтируют на заводе и в готовом виде устанавливают на фундаменте или железобетонных опорах на высоте 1,2…1,4 м.



На рис.1 приведена схема КТП мощностью 630 кВА, напряжением 10 кВ. Оно состоит из блока (SQ 1), вентильных разрядников FV – FV3 типа РС-10, предохранителей FU - FU3, помещенных в верхнем вводном отсеке КТП. К вводам напряжением 0,38 кВ трансформатора Т подключены шины РУ напряжением 0,38 кВ, расположенные в нижнем шкафу. На вводе РУ установлены: ручной выключатель QS2, вентильные разрядники FV4 – FV6 типа РВН -1 и трансформаторы тока ТА 1 – ТАЗ для питания счетчика активной энергии Р1 и тепловых реле КК типа ТРН-10. Для включения отклонения и защиты линий от к.з. установлены автоматические выключатели QF1-QF3 типов АЕ2000М, ВА51, АЗ700 с реле КА1…КА3 типа РЭ571т в нулевом проводе для защиты от однофазных к.з. Реле ТРН-10 срабатывает при перегрузке трансформатора и замыкает цепь катушки промежуточного реле КL. При срабатывании этого реле замыкаются цепи катушек независимыхрасцепителей одного и двух автоматических выключателей линий. Магнитный пускатель КМ служит для ручного управления уличным освещением с помощью выключателя SА или автоматического управления с помощью фотореле ВL, а предохранители FU5 – FU7 для защиты от к.з. Лампа ЕL предназначена для внутреннего освещения шкафа, а резисторы R1-R6 для обогрева счетчика и промежуточного реле. Для электроснабжения животноводческих комплексов и других достаточно мощных потребителей разработаны и выпускаются одно-и двухтрансформаторные КТП проходного (КТПП) и тупикового (КТПТ) типа мощностью 250-630 кВА

Проходную КПТ составляют из двух однотрансформаторных подстанций (блоков), которые соединяют двумя металлическими коробками. Оболочка блока представляет собой шкаф из листовой стали с дверями для обслуживания РУ напряжением 10 и 0,38 кВ. Блок разделен на три отсека: трансформаторный, РУ высшего (10 кВ) и низшего (0,38 кВ) напряжений. Блок устанавливают на фундаменте высотой 2м. Для обслуживания КТПП, ревизии и ремонта предусматривают подъемные площадки на высоте 0,75 и 0,95м, которые после окончания работ располагают вертикально. Для безопасности обслуживания предусмотрены блокировки.

Схему соединения РУ напряжением 10 кВ КТПП1-3-3-630 выполняют в соответствии со схемой, а РУ напряжением 0,38 кВ – в соответствии с рис.1, но число отходящих линий увеличивают до 4-6на каждый трансформатор. На линиях вместо автоматов могут быть установлены блоки предохранитель-выключатель (БПВ). Для секционирования сборных шин напряжением 0,38 кВ на каждой секции установлен выключатель. Для автоматического резервирования трансформаторов АВР при повреждении одного из них между секциями шин предусмотрен автомат АВМ-10.

Закрытые двухтрансформаторные ТП выполняют по одним и тем же схемам соединений как на напряжение 10 кВ, так и на 0,38 кВ. Чаще всего на напряжениях 10 и 0,38 кВ осуществляется АВР. Оборудование размещают в здании на двух уровнях: на первом этаже РУ напряжением 0,38 кВ, куда входят панели ЩО-70 и камеры трансформаторов, а на втором этаже – ЗРУ напряжением 10 кВ, состоящие из ячеек КСО-386.

Кроме рассмотренных трансформаторов трехфазных КТП, в сельском хозяйстве при небольшой однофазной нагрузки иногда применяют однофазные ТП мощностью 4…10 кВА и напряжением 6…10/0,22 кВ. Трансформаторы таких ТП подвешивают на одностоечной опоре. На крыше трансформатора располагают предохранители, а выше разъединитель, управляемый снизу штангой.

**5. Электрический расчет ЛЭП-0,38 кВ и определение сечения проводов.**

Электрический расчет ВЛ 0,38 кВ ведут на минимум приведенных затрат и по экономическим интервалам с дальнейшей проверкой по допустимой потере напряжения.

Определяем эквивалентную мощность на участках линий с учетом коэффициента динамики роста нагрузок

Линии должны быть разбиты на участки по количеству домов и коммунально-производственным потребителям, для каждого участка определяют эквивалентную мощность.

Линия1.

S0,1 = 52,6 \* 0,7 = 36,8 кВА

S2,3 = 52 \* 0,7 = 36,4 кВА

S4,5 = 34 \* 0,7 = 23,8 кВА

S5,6 = 6 \* 0,7 = 4,2 кВА

Линия2.

S0,1 = 79,4 \* 0,7 = 55,6 кВА

S2,3 = 75,4 \* 0,7 = 52,8 кВА

S4,5 = 71,2 \* 0,7 = 49,8 кВА

S5,6 = 70 \* 0,7 = 49 кВА

S6,7 = 35 \* 0,7 = 24,5 кВА

Линия3.

S0,1 = 95,9 \* 0,7 = 67,1 кВА

S2,3 = 94,1 \* 0,7 = 65,9 кВА

S3,4 = 77,1 \* 0,7 = 54 кВА

S5,6 = 72,3 \* 0,7 = 50,6 кВА

S6,7 = 55,3 \* 0,7 = 38,7 кВА

S7,8 = 46,8 \* 0,7 = 32,8 кВА

S9,10 = 45 \* 0,7 = 31,5 кВА

S11,12 = 28 \* 0,7 = 19,6 кВА

Линия 4.

S0,1 = 82 \* 0,7 = 57,4 кВА

S2,3 = 76 \* 0,7 = 52,2 кВА

S4,5 = 71,2 \* 0,7 = 49,8 кВА

S5,6 = 50 \* 0,7 = 35 кВА

Определяем по значениям эквивалентной мощности сечения проводов по экономическим интервалам.

Для каждого участка линий из таблицы найти сечение провода и записать на схеме

Линия1. Участок от ТП до 1 мощность марка провода

Участок 0,1 Sэкв = 36,8 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 2,3 Sэкв = 36,4 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 95) + 1 х 95

Участок 4,5 Sэкв = 23,8 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 50) + 1 х 54,6

Участок 5,6 Sэкв = 4,2 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 25) + 1 х 54,6

Линия 2.

Участок 0,1 Sэкв = 55,6 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 95) + 1 х 95

Участок 2,3 Sэкв = 52,8 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 105) + 1 х 105

Участок 4,5 Sэкв = 49,8 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 5,6 Sэкв = 49 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 6,7 Sэкв = 24,5 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Линия 3.

Участок 0,1 Sэкв = 67,1 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 2,3 Sэкв = 65,9 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 3,4 Sэкв = 54 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 5,6 Sэкв = 50,6 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 6,7 Sэкв = 38,7 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 50) + 1 х 54,6

Участок 7,8 Sэкв = 32,8 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 35) + 1 х 54,6

Участок 9,10 Sэкв = 31,5 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 35) + 1 х 54,6

Участок 11,12 Sэкв = 19,6 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 25) + 1 х 54,6

Линия 4.

Участок 0,1 Sэкв = 57,4 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 2,3 Sэкв = 52,2 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 70) + 1 х 70

Участок 4,5 Sэкв = 49,8 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 50) + 1 х 54,6

Участок 5,6 Sэкв = 35 кВА принимаем к установке вл провод СИП (3 х 50) + 1 х 54,6

Таблица экономических интервалов ВЛ 0,4 кВ.

Таблица5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Интервал мощности  кВА | Марки основных проводов | Расчетная нагрузка | Марка дополнительного  провода | Коэффициент  Снижения затрат |
| 0-3,1  3,1-5,6  5,6-8  8-20,5  20,5-26,4  Свыше 26,4  30 – 36  40 - 50 - 60  Свыше 70 | А-16+А16  2А16+А16  3А16+А16  3А25+А25  3А35+А35  3А50+А50  3А50  3 А70  3А 95 | 1  2  3  3,5  4,5  5,5  6,0  7,0  8,0  9,0  12  15  18  21  22  24  26  30  32  36  40  45  50  60  70  90 | 2А16+А16  2А16+А16  2А16+А16  3А16+А16  3А16+А16  3А16+А16  3А25+А25  3А25+А25  3А25+А25  3А35+А35  3А35+А35  3А35+А35  3А35+А35  3А35+А35  3А50+А50  3А50+А50  3А50+А50  3А50+А50  3А35+А35 | 2,7  0,87  0,02  1,7  0,75  0,01  1,6  0,75  0  12,2  7,4  4,35  1,7  0  2,55  3,3  1,7  0,3  Не считают |

Определяем потери напряжения на участках линий электропередачи.

Расчет потери напряжения начинают с участка ближнего к подстанции и проводят до конца линии.

Потери напряжения на первом участке.

ГдеSmax - максимальная мощность участка кВА

Lт.п.1– длина участка, км

Rо – активное сопротивление провода (Ом/км)

Хо – реактивное сопротивление провода, (Ом/км)

cosφ –коэффициент мощности = 0,9; sinφ =0,44

Линия 1.

∆U0,1 = 52,6 \* 0,1 / 0,4 \* (0,42 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 6,7 В

∆U2,3 = 52 \* 0,15 / 0,4 \* (0,31 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 8 В

∆U4,5 = 34 \* 0,15 / 0,4 \* (0,58 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 8,3 В

∆U5,6 = 6 \* 0,15 / 0,4 \* (1,1 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 2,5 В

Линия 2.

∆U0,1 = 79,4 \* 0,09 / 0,4 \* (0,31 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 7,3 В

∆U2,3 = 75,4 \* 0,13 / 0,4 \* (0,28 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 9 В

∆U4,5 = 71,2 \* 0,04 / 0,4 \* (0,42 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 3,6 В

∆U5,6 = 70 \* 0,03 / 0,4 \* (0,42 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 2,6 В

∆U6,7 = 35 \* 0,11 / 0,4 \* (0,42 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 5 В

Линия 3.

∆U0,1 = 95,9 \* 0,1 / 0,4 \* (0,2 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 7 В

∆U2,3 = 94,1 \* 0,05 / 0,4 \* (0,2 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 3 В

∆U3,4 = 77,1 \* 0,05 / 0,4 \* (0,25 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 3 В

∆U5,6 = 72,3 \* 0,14 / 0,4 \* (0,25 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 2 В

∆U6,7 = 55,3 \* 0,05 / 0,4 \* (0,28 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 2 В

∆U7,8 = 46,8 \* 0,09 / 0,4 \* (0,28 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 4 В

∆U9,10 = 45 \* 0,06 / 0,4 \* (0,28 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 2 В

∆U11,12 = 28 \* 0,15 / 0,4 \* (0,31 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 4 В

Линия 4.

∆U0,1 = 82 \* 0,05 / 0,4 \* (0,25 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 3 В

∆U2,3 = 76 \* 0,1 / 0,4 \* (0,25 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 6 В

∆U4,5 = 71,2 \* 0,09 / 0,4 \* (0,28 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 5 В

∆U5,6 = 50 \* 0,19 / 0,4 \* (0,42 \* 0,9 + 0,3 + 0,44 ) = 12 В

ΔU= 9%. В случае, если потери напряжения превышает допустимое значение

Линия 1

Линия 2

Линия 3

Линия 4

Uдоп>Uрасч.,то следует изменить сечение провода на том участке, где оно максимальное и принять сечение на ступень выше.

Результаты расчета воздушных линий сводят в таблицу и рассчитывают отклонения напряжения.

Таблица 6

Расчет воздушных линий на минимум приведенных затрат

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  участка | Расчетная  Мощность  Sрасч., | Длина  Участка  км | Эквивалентная  мощность  Sэкв., кВА | Марка  провода | Потери Напряжения  На от ТП уч-ке. (%) | |
| Линия 1 | | | | | | |
| 0,1 | 46,2 | 0,04 | 32,3 | СИП (3х35)+1х54,6 | 0,7 | 0,7 |
| 1,2 | 46,2 | 0,09 | 32,3 | СИП (3х35)+1х54,6 | 1,6 | 2,3 |
| 2,3 | 37 | 0,16 | 25,9 | СИП (3х35)+1х54,6 | 2,3 | 4,6 |
| Линия 2 | | | | | | |
| 0,1 | 66,8 | 0,17 | 46,7 | СИП (3х50)+1х54,6 | 2,9 | 2,9 |
| 1,2 | 66,8 | 0,03 | 46,7 | СИП (3х50)+1х54,6 | 0,5 | 3,4 |
| 2,3 | 19 | 0,1 | 13,3 | СИП (3х16)+1х54,6 | 1,4 | 4,8 |
| Линия 3 | | | | | | |
| 0,1 | 108 | 0,04 | 75,6 | СИП (3х95)+1х95 | 0,7 | 0,7 |
| 2,3 | 102 | 0,08 | 71,4 | СИП (3х95)+1х95 | 1,5 | 2,2 |
| 4,5 | 83 | 0,11 | 58,1 | СИП (3х70)+1х70 | 1,9 | 4,1 |
| 6,7 | 81,2 | 0,13 | 56,8 | СИП (3х105)+1х105 | 1,3 | 5,4 |
| 7,8 | 58,8 | 0,15 | 41,2 | СИП (3х105)+1х105 | 1,2 | 6,6 |
| Линия 4 | | | | | | |
| 0,1 | 68,1 | 0,12 | 47,7 | СИП (3х50)+1х54,6 | 2,1 | 2,1 |
| 1,2 | 68,1 | 0,02 | 47,7 | СИП (3х50)+1х54,6 | 0,3 | 2,4 |
| 3,4 | 49,7 | 0,13 | 34,8 | СИП (3х50)+1х54,6 | 1,6 | 4 |
| 5,6 | 47,3 | 0,02 | 33,1 | СИП (3х35)+1х54,6 | 0,3 | 4,3 |
| 7,6 | 24,9 | 0,03 | 17,4 | СИП (3х25)+1х54,6 | 0,3 | 4,6 |
| 9,8 | 24,3 | 0,07 | 17,1 | СИП (3х25)+1х54,6 | 1 | 5,6 |

**6 Расчет токов короткого замыкания для выбора и проверки аппаратуры**

Для выбора пусковых и защитных аппаратов, а также для согласования защит по селективности и проверке эффективности зануления необходимо рассчитать трехфазный ток короткого замыкания на щитах ТП и однофазный ток короткого замыкания на конце линии 0,38 кВ.

гдеSном – номинальная мощность трансформатора кВА.

Uk % - напряжения испытания трансформатора при коротком замыкании.

Zтр. – сопротивление трансформатора

Zn – сопротивление петли фазового и нулевого провода.

Lл – длина линии, км. Куд.- ударный коэффициент

Куд. = 1

**7 Расчет и выбор аппаратуры управления и защиты**

Аппаратура защиты трансформатора 10/0,4 кВ

Трансформатор со стороны 10 кВ защищается плавкими предохранителями типа ПК-10.Плавкую вставку выбирают по условию:

Iп.в.< 1,25 Iрасч.=1,25∙14,5= 40 А(А)

Где Iрасч. – расчетный ток линии (А).

Iт.расч. - расчетный ток трансформатора со стороны 10 кВ

Расчетный ток трансформатора определяется с учетом коэффициента загрузки. Плавкую вставку проверяют отстойную от бросков намагничивающегося тока трансформатора:

Iп.в.< 1,25Iн.= 1,25∙14,5= 40 А

Где Iн – номинальный ток трансформатора

Рекомендуемые номинальные токи плавких вставок при номинальных мощностях трансформатора.

Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sном. кВА | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 |
| Iп.в. А | 16 | 20 | 40 | 50 | 80 |

Защита отходящих линий 0,38 кВ осуществляется автоматическими выключателями серии АЕ2000, А3700, и А3100. Эти выключатели имеют тепловые и электромагнитные расцепители в трех базах, а также независимый расцепитель с катушкой напряжения. Автоматы выбирают из следующих условий. Соответствия номинального напряжения автомата напряжению сети.

**Линия 1**

Iрасч.1 = Sрасч.1/(√ 3 х Uном) = 36,8/(1,73 х 0,4) = 53,2 (А)

Приминаем к установке автоматический выключатель ВА51Г-33

Iном.расц>Iрасч.

63>53,2 А

Iэл.р.> (3-12) Iном.расц =12\*63= 756 А

Ik>Iэл.р

766 > 756 (А)

**Линия 2**

Iрасч.2= Sрасч.1/(√ 3 х Uном) = 55,6/(1,73 х 0,4) = 80,4 (А)

Приминаем к установке автоматический выключатель ВА51Г-33

Iном.расц>Iрасч.

80>80,4 А

Iэл.р.> (3-12) Iном.расц =80∙7= 720 А

Ik>Iэл.р

742 > 720 (А)

**Линия 3**

Iрасч.3= Sрасч.1/(√ 3 х Uном) = 67,1/(1,73 х 0,4) = 97 (А)

Приминаем к установке автоматический выключатель ВА51-35

Iном.расц>Iрасч.

100>97 А

Iэл.р.> (3-12) Iном.расц =100∙5= 500 А

Ik>Iэл.р

690 > 500 (А)

**Линия 4**

Iрасч.4= Sрасч.1/(√ 3 х Uном) = 57,4/(1,73 х 0,4) = 83 (А)

Приминаем к установке автоматический выключатель ВА51Г-33

Iном.расц>Iрасч.

100>83 А

Iэл.р.> (3-12) Iном.расц =100∙7 = 700 А

Ik>Iэл.р

742 >700 (А)

**8. Расчет и выбор защиты от к.з., перенапряжений и от поражения элекрическим током.**

Определение расчетных условий сопротивлений заземляющих устройств осуществляется по номинальному напряжению электроустановки или электросети. При напряжении 110 кВ и выше сопротивление нейтрали должно быть не более 0,5 Ом. На подстанциях напряжением 35/10 кВ с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства должно удовлетворять следующему условию 10 (Ом) ≥ R3 ≤ 250/I3. В установках до 1000 В и на подстанциях 10/0,4 кВ необходимо соблюдать условия: R3 ≤ 250/I3 или R3 ≤ (4\*Рс)/100 (Ом). Из полученных значений выбираем более жесткое R3 ≤ 125/20 = 6,25 Ом.

Для определения сопротивления заземляющего устройства необходимо знать удельное сопротивление грунта. Его измеряют на месте установки заземления. Измеренное сопротивление грунта почти пахотная земля или чернозем ρ = 150-200 Ом. Удельное сопротивление грунта с учетом коэффициента сезонности ρс = ρизм х кс,

где ρизм – измеренное сопротивление грунта;

кс – коэффициент сезонности – 1,25.

ρс = 150 \* 1,25 = 175 Ом \* м

От подстанции отходят четыре линии, на каждой из которых установлены повторные заземления. На коротких линиях сопротивления повторных заземлений должно быть не более 10 Ом. Его принимают Кз. а.= 7,5 Ом. Для расчета принимаем сопротивление грунта 150 Ом/м, коэффициент Кс = 1,7, длину вертикального стержня Lс = 5 м, диаметр стержня dс = 16 мм, глубину заложения стержней 0,8 м. Горизонтальный заземлитель выполнен из полосы 40×4 в виде прямоугольника длиной 20 м, глубина заложения 0,9 м. Максимальный ток замыкания на землю 20 А.

Определяем из трех условий сопротивление заземления, которому должно соответствовать сопротивление контура заземления. Из трех условий выбираем самое жесткое

1. R3 ≤ 125/I3 Ом

R3 ≤ 125/20 = 6,25 Ом

1. R3 ≤ 10 Ом
2. R3 ≤ (4× ρс)/100 Ом

Определяем сопротивление вертикального электрода погруженного в глубь земли

C

Rc=0,366\*175/5(lg2\*5/0,0016+0,5lg(4\*3,3+5)/(4\*3,3-5)=55,2 (Ом)

Где hc-расстояние от поверхности земли до середины электрода hc = 0,1 + Lc/2 = 3,3 м

Lc – длина стержня, м

dс – диаметр стержня, мм

Определяем сопротивление горизонтального электрода

Rп = 0,366 \* 175 /20 \* lg 2 \* 202 / 3,4 \* 0,04 = 11,5 (Ом)

Ln – общая длина полосы, м

bn – ширина полосы, мм

hn – углубление полосы в землю, м

hn = 0,9 + Ln/2 = 3,4 м

Его горизонтальный электрод круглого сечения принимают bn = 2d

Расчетное количество стержней вертикального заземления

где ηк.с. = коэффициент использования стержней 0,7

Расчетное сопротивление искусственного заземлителя

Rрасч = 55,2 \* 11,5 / (11,5 \* 13 \* 0,07 + 55,2 \* 0,5 ) = 6,2 (Ом)

ηип – коэффициент использования горизонтального заземлителя = 0,5

Действительное число стержней:

Nд = 55,2 \* 0,5 / 0,7 (1 / 6,2 \* 0,5 – 1 / 11,5) = 7 шт

Общее сопротивление подстанции:

Rз.устТП = 55,2 \* 11,5 / 55,2 + 11,2 = 9,2( Ом)

Сопротивление устройства заземления с учетом повторных заземлителей

Rз.уст =10 \* 9,2 / 10 + 9,2 = 4,1 (Ом )

Где = сопротивление повторных заземлителей линии

Сопротивление заземления трансформаторной подстанции составляет 4,1(Ом ) что находится в пределах допустимого значения

**9. Согласование защит по селективности**

Согласование защит по селективности — это согласование характеристик защитных аппаратов, установленных последовательно, так, чтобы в аварийной ситуации отключалась лишь та линия питания или часть схемы, в которой возникла неисправность.

Некоторые методы обеспечения селективности:

* Токовый. Основан на выборе автоматических выключателей с различными уставками по току, причём более высокие значения должны иметь аппараты защиты на стороне питания.
* Временной. Достигается за счёт введения преднамеренной задержки времени срабатывания автоматических выключателей. Настройка защитных аппаратов осуществляется путём постепенного повышения порогов токов и задержки срабатывания по мере приближения к источнику питания.
* Время-токовая селективность. Для настройки защиты электрических установок напряжением до 1000 В применяют согласование время-токовых характеристик, которые имеют используемые автоматические выключатели.

При проектировании электрических сетей крупных предприятий обязательно составляются так называемые карты селективности. В них указываются все уставки срабатывания всех аппаратов защиты, начиная от выключателей, установленных в подстанции, и заканчивая устройствами в распределительных щитах.

**10. Разработка мероприятий по охране труда**

10.1 Требования к работнику (возраст, здоровье, квалификация)

В процессе производства электротехнических работ обязательно строгое соблюдение общих требований охраны труда, зафиксированные в Трудовом Кодексе Российской Федерации и прочих законодательных актах, а также действующие правила, и разработанные на их основе локальные инструкции по безопасному производству электротехнических работ для каждой специальности, должности. Все сотрудники, члены бригад, привлекаемые к выполнению описываемых работ, должны иметь профессиональную подготовку и все виды действующих аттестаций, которые соответствуют характерам производимых работ, подтверждённые документально.

Все допускаемые к работе в обязательном порядке должны проходить предварительные (при поступлении на работу), периодические (в течение трудовой деятельности, для лиц в возрасте до 21 года - ежегодные), медицинские осмотры (обследования) в соответствии со списком работников, подлежащих прохождению предварительных и периодических медицинских осмотров, утвержденным руководителем Общества (филиала). Внеочередные медицинские осмотры (обследования) работников необходимо проходить в соответствии с медицинскими рекомендациями и/или после нетрудоспособности работника более шестидесяти дней.

10.2 Требования к работодателю по обеспечению безопасности (в том числе, инструктажи)

Организационные меры, которые обязан предпринимать работодатель, организатор работ на электроустановках, выглядят следующим образом:

- выдача наряд-задания, издание распоряжения с приложением перечня работ, выполняемых при эксплуатации оборудования;

- осуществление допуска к работе на основании действующих регламентов;

- осуществление надзора в процессе выполнения работ;

- правильная организация труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством, фиксация начала и окончания работ и местонахождения задействованных работников.

Назначение лиц ответственных за безопасное выполнение работ:

- лиц, выдающих наряд-задания, наряд-заказы, уполномоченных издавать распоряжения и приложения перечня работ, выполняемых при эксплуатации оборудования;

- лиц, отвечающих за руководство производимых работ;

- лиц, выдающих допуск к производству работ;

- лиц, непосредственно производящих работы;

- лиц, наблюдающих за текущим производством работ;

- лиц, представляющих рабочий коллектив бригады, выполняющей электротехнические работы.

Уполномоченный выдавать наряды и выпускать распоряжения, должен определить условия безопасного производства работ, и удостоверится в их необходимости. Он несёт персональную ответственность за: правильное оформление документации и её содержание, в соответствии с актуальной нормативной базой; соответствие персонала утверждённым профстандартам и локальным нормативным актам и обеспеченность необходимыми для производства работ ресурсами, средствами защиты и правильностью их применения; назначение лиц, отвечающих за безопасность производимых работ.

Обеспечение безопасности непосредственно зависящей от соблюдения технологии производства и выполнения работ осуществляет сотрудник возглавляющий работающую бригаду на постоянной основе. Он обязан не покидать место производства работ своими подчинёнными. В выданном наряд-задании его фамилия, в обязательном порядке, прописывается в строке «Отдельные указания».

Работодатель обязан проводить с сотрудниками различные виды инструктажей в соответствии с действующими общими и локальными регламентами. Формы и виды инструктажей зависят от категории, к которой относится конкретный сотрудник.

Формы работы с различными категориями персонала:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма работы с персоналом | | Категория персонала | | | | | |
|  | | АТП | ОП | ОРП | РП | ВП | УПиС |
| Инструктаж по охране труда: | вводный | + | + | + | + | + | + |
|  | первичный | - | + | + | + | + | ±1 |
|  | повторный | - | + | + | + | + | ±1 |
|  | внеплановый | - | + | + | + | + | ±1 |
|  | целевой | + | + | + | + | + | + |
| Инструктаж по пожарной безопасности: | вводный | + | + | + | + | + | + |
|  | первичный | + | + | + | + | + | + |
|  | повторный | + | + | + | + | + | + |
|  | внеплановый | + | + | + | + | + | + |
|  | целевой | + | + | + | + | + | + |
| Производственный инструктаж | Плановый | ±2 | + | + | + | - | - |
|  | Внеплановый |  |  |  |  |  |  |
| Подготовка по новой должности | | - | + | + | + | - | - |
| Стажировка на рабочем месте | | - | + | + | + | ±3 | - |
| Предэкзаменационная подготовка, обучение по охране труда | | + | + | + | + | + | + |

10.3 Требования к работнику по соблюдению мер безопасности

Сотрудники организации обязаны изучить действующие нормативно-правовые акты и нормативно-технические документы, которые регулируют деятельность в сфере электроэнергетики, в том числе нормативно-правовые акты, устанавливающие требования к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики. Сотрудники обязаны знать действующие нормы в части технической эксплуатации оборудования (ПТЭ), производственных и должностных инструкций, Правила по охране труда, в объеме выполняемых должностных обязанностей и функций (ПОТ), Правила противопожарного режима (ППР), Правила пожарной безопасности в электросетевом комплексе ПАО «Россети» и другую нормативную документацию (НД), знание которой требуется работнику в процессе выполнения рабочего функционала, и должно соответствовать тому объему знаний, который утверждён организационно-распорядительными документами ПАО «Россети Центр» и ПАО «Россети Центр и Приволжье».

Все непосредственные исполнители обязаны точно следовать всем действующим общим и локальным регламентам, и конкретным указаниям уполномоченных лиц, в процессе производства работ.

10.4 Воздействие объекта на среду и меры защиты среды и населения

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) и подстанции (ПС) в нормальном режиме эксплуатации слабо загрязняют окружающую природную среду. По специфическому воздействию на экологию электрические сети можно отнести к «мягко» влияющим производствам. Загрязнение водной, воздушной среды и почвы, как правило, происходит лишь во время строительства и частично при ремонтных работах.

К специфическим воздействиям ВЛ и ПС относятся: электромагнитные поля, акустический шум, озон, окислы азота, электропоражение птиц, садящихся на провода, изоляторы и конструкции опор.

Особенно отрицательно воздействуют на живую природу (при определенных условиях) электрические (ЭП) и магнитные (МП) поля. Защитой от этих влияний является соблюдение предельно допустимых уровней (ПДУ) напряженности ЭП, определенных «Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия ЭП, создаваемого ВЛ промышленной частоты».

Как гигиенические нормы эти ПДУ имеют смысл, но как экологические – практически нет, поскольку не учитывают специфику конкретных биоценозов. Оправданием повсеместного применения указанных ПДУ напряженности ЭП в качестве природоохранных являются экологически безопасная длительная эксплуатация большого числа ВЛ сверх- и ультравысокого напряжения. Однако влияние ПДУ на гидроценозы ничем не подтверждено, поскольку гидросфера – не среда обитания человека.

Таким образом, требуется разработка системы объективных экологических нормативов, определяющих допустимые границы вмешательства человека в ход естественных процессов на соответствующей территории и других средах. Устанавливая ПДУ по ЭП и МП, нужно иметь допустимые средства измерения нормируемых величин. Такие измерители напряженности ЭП и МП, а также метрологические установки для их аттестации разработаны СибНИИЭ. В настоящее время выпущена партия измерителей ЭП, но ими оснащены далеко не все сетевые предприятия и санитарные службы.

Наиболее существенно ВЛ и ПС влияют на орнитофауну. Выбор трасс ВЛ и размещение ПС следует производить с учетом мест расселения и путей миграции птиц, а также в зависимости от их состава и ценности. Защита птиц заключается в создании условий, исключающих их гнездование на опорных конструкциях ВЛ и ПС, а также в реализации технических решений, препятствующих перекрытию изоляционных промежутков тушками птиц. Кроме того, необходимо региональный видовой состав орнитофауны.

Неспецифическое отрицательное воздействие на окружающую природу оказывается в основном при сооружении ВЛ и ПС в результате вырубки леса, отчуждения определенной территории под конструкции ВЛ и размещении ПС, нарушении устойчивости поверхностного слоя почвы в тундре, лесотундре, полупустынях, горных районах, развития эрозионных и оползневых процессов, ограничения использования земли в охранной зоне.

Минимальный ущерб для природной среды обеспечивается ландшафтно-экологическим сопровождением ВЛ на всех стадиях ее сооружении и функционирования. Основой такого сопровождения является региональная ландшафтно-экологическая информация многоцелевого назначения.

Ландшафтно-экологические карты могут служить основой выбора природоохранных мероприятий на всех стадиях проектирования, строительства и эксплуатации электрических сетей, в том числе при ее расширении и техническом перевооружении. Природоохранные мероприятия должны не только обеспечивать защиту природных систем от воздействия ВЛ и ПС, но и исключать негативное влияние окружающей среды на нормальную работу электропередачи.

**11 Технико – экономические показатели**

При расчете экономического обоснования проекта, все выбранные марки аппаратов и электрического оборудования будут учитываться.

Значение максимальной расчётной мощности на шинах 0,38/0,22 кВ составляет Рmax=90,0 кВт, Тmax=3500 ч.

Для расчета технико-экономического обоснования необходимо посчитать стоимость капитальных вложений в реконструкцию.

Приобретение электрического оборудования для реконструкции будет считаться основным средством с начисляемой амортизацией.

Как в бухгалтерском, так и в налоговом учете для того, чтобы считать электрическое оборудование основным средством, купленный объект должен соответствовать следующим критериям: срок службы «более 12 месяцев; первоначальная стоимость превышает 100 000 руб.

Формула для расчета капиталовложений для проведения реконструкции выглядит следующим образом [16]:

где KТП - капиталовложения в реконструкцию ТП-10/0,4 кВ с заменой

силового трансформатора;

K ВЛ10кВ - капиталовложения в питающие воздушные линии

напряжением 10 кВ;

KВЛ 0,4кВ - капиталовложения в распределительные воздушные линии напряжением 0,4 кВ.

Капиталовложения по каждому из видов определяется с учётом стоимости единицы, количества единиц, а также:

- расходов на монтаж и наладку (25-35% от суммарной стоимости оборудования);

- накладных расходов (10-15% от суммарной стоимости оборудования)» [16].

Рассчитываются капиталовложения в реконструкцию питающей ТП-10/0,4 кВ. В результате строительства на ТП-10/0,4 кВ был установлено 2 новых силовой трансформатор марки ТМГ-630/10.

Капиталовложения в реконструкцию ТП-10/0,4 кВ системы электроснабжения с заменой силового трансформатора, в работе определяются так:

где n - количество единиц оборудования (трансформатора), шт.;

Cосн - стоимость одной единицы оборудования (трансформатора), тыс.

руб.;

Мн - расходы на монтаж и наладку оборудования РУ, тыс. руб.;

Нр - накладные расходы, тыс. руб.

Принимается в работе

Результаты расчёта стоимости оборудования (силового трансформатора) с учётом выбранного в работе марки силового трансформатора ТМГ-160/10 сведены в таблице 6.

Таблица 6 – Стоимость силового трансформатора в результате проведения реконструкции:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип электрооборудования | Кол-во ед. шт. | Стоимость, за единицу, тыс. руб. | Суммарная стоимость, тыс. руб. | Амортизация |
| Силовой трансформатор ТМГ-630/10 | 2 | 1 863 | 1863 | НК |
| Итого: | 2 | 1863 | 1863 | НК |

Капиталовложения в строительство ТП-10/0,4 кВ:

Капиталовложения в питающую воздушную линию напряжением 10 кВ, выполненную проводом марки СИП-3 1х50, определяются так:

где lВЛ 10 кВ - длина воздушной линии напряжением 10 кВ, км;

СВЛ 10 кВ - стоимость 1 км ВЛ 10 кВ, тыс. руб [16].

Стоимость ВЛ 10 кВ с учётом её длины

Капиталовложения в питающие воздушные линии напряжением 10 кВ

Расчеты для ВЛ 0,4 кВ проводятся аналогично расчётам для ВЛ 10 кВ и сводятся в таблицу 7.

Капиталовложения в распределительные воздушные линии напряжением 0,4 кВ:

Определение суммы общих капитальных вложений в реконструкцию

В общем виде расчетная формула эксплуатационных издержек (затрат) для реконструируемой системы электроснабжения

Заработная плата за год

где М0 = 55 тыс. руб. – средний месячный оклад по региону на 2024 г.;

N = 5 – количество оперативно – технических работников;

Kдоп =1,5 – коэффициент, учитывающий дополнительную оплату труда;

T =12 – число месяцев в году.

Страховые взносы составляют 30,9% от ЗП (таблица 8).

Таблица 8 – Расчёт страховых взносов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пенсионный фонд (22%) | Фонд обязательного медицинского страхования (5,1%) | Фонд социального страхования (нетрудоспособность) (2,9%) | ФСС травматизм (0,9%) |
| 1089 тыс. руб. | 252,45 тыс. руб. | 143,55 тыс. руб. | 44,55 тыс. руб. |

Таким образом, амортизационные отчисления на ТП-10/0,4 кВ с заменой силового трансформатора согласно (п. 3 ст. 258 НК РФ), определяются так:

Расчёт годовых амортизационных отчислений на ТП-10/0,4 кВ сведён в таблицу 8.

Таблица 8 – Годовые амортизационные отчисления на ТП-10/0,4 кВ

|  |  |
| --- | --- |
| Месяц | Величина А0, тыс. руб. |
| 01 январь | 2608,0 |
| 01 февраль | 2592,5 |
| 01 март | 2577,0 |
| 01 апрель | 2561,4 |
| 01 май | 2545,9 |
| 01 июнь | 2530,4 |
| 01 июль | 2514,9 |
| 01 август | 2499,3 |
| 01 сентябрь | 2483,8 |
| 01 октябрь | 2468,3 |
| 01 ноябрь | 2452,8 |
| 01 декабрь | 2437,2 |
| 31 декабрь | 2608,0 |
| Среднегодовая: | 2514.9 |

Отчисления на амортизацию ВЛ 10 кВ:

Расчёт годовых амортизационных отчислений на ВЛ 10 кВ сведён в таблицу 9.

Таблица 9 – Годовые амортизационные отчисления на ВЛ 10 кВ

|  |  |
| --- | --- |
| Месяц | Величина А0, тыс. руб. |
| 01 январь | 84 |
| 01 февраль | 83,5 |
| 01 март | 83 |
| 01 апрель | 82,5 |
| 01 май | 82 |
| 01 июнь | 81,5 |
| 01 июль | 81 |
| 01 август | 80,5 |
| 01 сентябрь | 80 |
| 01 октябрь | 79,5 |
| 01 ноябрь | 79 |
| 01 декабрь | 78,5 |
| 31 декабрь | 84 |
| Среднегодовая: | 81 |

Амортизационные отчисления на ВЛ 0,4 кВ:

Расчёт готовых амортизационных отчислений сведён в таблицу 19.

Таблица 19 – Годовые амортизационные отчисления на ВЛ 0,4 кВ

|  |  |
| --- | --- |
| Месяц | Величина А0, тыс. руб. |
| 01 январь | 32,2 |
| 01 февраль | 32,009 |
| 01 март | 31,818 |
| 01 апрель | 31,627 |
| 01 май | 31,436 |
| 01 июнь | 31,245 |
| 01 июль | 31,054 |
| 01 август | 30,863 |
| 01 сентябрь | 30,672 |
| 01 октябрь | 30,481 |
| 01 ноябрь | 30,29 |
| 01 декабрь | 30,099 |
| 31 декабрь | 32,2 |
| Среднегодовая: | 31,054 |

Затраты на техническое обслуживание и ремонт

где r - годовая норма отчислений на техническое обслуживание и ремонт оборудования и сетей, %.

Стоимость электроэнергии:

где ТЭЭ - одноставочный тариф на электроэнергию (для региона стоимость – 4,87 руб./кВт·ч);

Wгод - годовой объем потребляемой электроэнергии, кВт·ч.

где Тmax 3500 ч - количество часов использования максимума;

Pmax - максимальная расчётная активная мощность

Прочие расходы

Годовые эксплуатационные издержки на проведения реконструкции:

Стоимость производства и передачи 1 кВт·ч электроэнергии через реконструированную ТП-10/0,4 кВ [10].

Технико-экономические показатели проведённой реконструкции приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технико-экономические показатели проведённой реконструкции

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование затрат | Ед. измерения | Величина |
| Капиталовложения в реконструкцию | тыс. руб. | 2724,2 |
| Заработная плата персонала | тыс. руб. | 4950,0 |
| Страховые взносы | тыс. руб. | 1529,55 |
| Суммарные амортизационные отчисления | тыс. руб. | 42,81 |
| Суммарные расходы на ремонт и техническое обслуживание системы электроснабжения | тыс. руб. | 51,92 |
| Годовой объем передаваемой энергии | кВт·ч | 315000 |
| Стоимость потреблённой электроэнергии | тыс. руб. | 1534,05 |
| Прочие расходы на систему электроснабжения | тыс. руб. | 27,242 |
| Стоимость производства и передачи 1 кВт·ч электроэнергии в системе электроснабжения | руб./кВт·ч | 5,57 |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила устройства электроустановок . – 7-е изд [текст]/. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2008. – 853с.

2. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [текст] /Т.Б. Лещинская - М.: КолосС, 2006.- 368 с.

3. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство и распределение электрической энергии. - 9-е изд. [текст] /. - М.: Изд-во МЭИ, 2004.- 964 с.

4. Макаров, E.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35кВ и 110-1150кВ [текст] /. Под редакцией И.Т. Горюнова, А.А. Любимова – М.: Папирус Про, 2005.- 640с.

5. СТО 70238424.29.240.10.009-2011.- Распределительные электрические сети подстанции 6-20/0,4 кВ. Условия создания. Нормы и требования [текст] /.- Москва: ОАО «НТЦ электроэнергетики», 2011.- 23 с.

6. РД 153-34.0-20.527-98. - Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [текст] / Под ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. -152 с.

7. ГОСТ 28249-93.- Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [текст] /. – М.: Издательство стандартов , 1993.- 63с.

11. Руководство по эксплуатации контакторов вакуумных [текст] /. – Новосибирск: ФГУП ПО «СЕВЕР», 2014.- 70с.

12. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов. – 4-е изд. перераб. и доп [текст] /В.А. Андреев – М.: Высш.шк., 2006. – 639с.

13.Многофункциональный микропроцессорный счетчик электроэнергии серии АЛЬФА А1800 [текст] /. – М.: СИ "АББ ВЭИ Метроника", 2007. – 22с.

14. Справочник по проектированию электрических сетей /под ред. Д.Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп [текст] /. – М. : ЭНАС, 2012. – 376 с.

15. Гусарова, Е.В. Экономическое обоснование эффективности проектных решений и внедрения новой техники на железнодорожном транспорте : учеб. пособие [текст] /Е.В. Гусарова – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС. – 2008. -157с.

16. Тесленко, И.М. Производственное освещение: учеб. пособие [текст] /И.М. Тесленко – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – 103 с.

17. ПОТ РМ-016-2001. - Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [текст]; утв. пост. Минтруда РФ от 5.01.2001г. № 3 и пр. Минэнерго РФ от 27.12.2000 г. № 163, с изм. от 18.02.2003 г.

Размещено на Allbest.ru