

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Реконструкция системы электроснабжения с. Борковка

Обучающийся

А.Н. Насыров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

д.т.н., П.А. Николаев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент Т.С. Якушева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

В выпускной квалификационной работе проводится ряд мероприятий, направленных на реконструкцию существующей системы электроснабжения села Русская Борковка Самарской области.

В работе рассматривается реконструкция ВЛ 0,4-6 кВ в селе Борковка Самарской области, в части замены КТП 6/0,4 кВ, опор деревянных на железобетонные, провода А 25,35 АС-50 на СИП-2,3 (ВЛИ-0,4 кВ-23,0 км, ВЛЗ-6 кВ 0,5 км).

Объектом проектных работ являются существующие ВЛ 0,4 кВ, которые расположены на улицах населенного пункта. Проектируемые ВЛИ 0,4 кВ. Трассы ВЛИ 0,4 кВ и возможности выхода всех отходящих от них ВЛ. Проектом предусмотрен перенос проектируемых КТП 6/0,4 кВ в центры нагрузок. Предусматривается вынос ВЛ на земли.

Также проектом предусмотрена замена разъединителей 6 кВ и, при необходимости, концевых опор 6 кВ.

Работа состоит из пояснительной записки объёмом 46 страниц, включает в себя 15 таблиц, 6 чертежей и 3 рисунка. Работа дополнена 6 чертежами на формате А1.

Annotation

In the final qualifying work, a number of activities are carried out aimed at the reconstruction of the existing power supply system in the village of Russkaya Borkovka, Samara Region.

The paper considers the reconstruction of a 0.4-6 kV overhead line in the village of Borkovka, Samara Region, in terms of replacing the 6 / 0.4 kV transformer substation, wooden poles with reinforced concrete, wires A 25.35 AS-50 with SIP-2.3 (VLI- 0.4 kV-23.0 km, VLZ-6 kV 0.5 km).

The object of design work is the existing 0.4 kV overhead lines, which are located on the streets of the settlement. Designed VLI 0.4 kV. VLI routes of 0.4 kV and the possibility of exiting all overhead lines departing from them. The project provides for the transfer of designed PTS 6/0.4 kV to load centers. The removal of overhead lines to the ground is envisaged.

The project also provides for the replacement of 6 kV disconnectors and, if necessary, 6 kV end supports.

The work consists of an explanatory note of 43 pages, includes 15 tables, 6 drawings and 3 drawings. The work is supplemented with 6 drawings in A1 format.

Содержание

Введение	6
1 Описание объекта электроснабжения	8
2 Техничко-экономическая характеристика проектируемого линейного объекта	10
3 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условий участка, на котором будет осуществляться строительство линейного объекта.	11
4 Сведения о категории, классе наименований и проектной мощности линейного объекта.....	13
5 Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта.....	14
6 Обеспечение соблюдения установленных требований энергетической эффективности	15
7 Проект организации работ по сносу (демонтажу) и монтажу линейного объекта.....	16
7.1 Основание для разработки проекта организации работ по сносу или демонтажу зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства	16
7.2 Перечень зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства, подлежащих сносу (демонтажу).....	16
7.3 Сведения об объёмах и трудоёмкости основных строительных и монтажных работ по участкам трассы.....	26
8 Воздушная линия с защищенными проводами 6кВ	27
9 Воздушная линия с изолированными проводами 0,4кВ	29
10 Комплектная трансформаторная подстанция 6/0,4кВ.....	32
11 Расчёты потребности энергопотребителей при проектировании	36
11.1 Потребность в электрической энергии	36
11.2 Потребители электроэнергии	37

12 Обоснование выбора оптимальных конструктивных и инженерно-технических решений	38
Заключение	41
Список используемых источников.....	42
Приложение А Сводный перечень объектов, подлежащих демонтажу.....	45

Введение

Районные энергетические системы, объединяющие электростанции, подстанции и сети, являются главным источником электроснабжения для всех отраслей экономики. В сельском хозяйстве питание осуществляется через сети, отличающиеся небольшими передаваемыми мощностями и относительно низкой плотностью нагрузок. Около 50% затрат на сельское электроснабжение составляют расходы на распределительные линии среднего и низкого напряжения, большая часть затрат - на строительную часть. Уменьшение протяженности распределительных линий, улучшение их конфигурации, использование экономически эффективных материалов и методов проектирования - это способы снижения затрат на электроснабжение. Важно учитывать характеристики нагрузки, которую представляют различные сельскохозяйственные субъекты, для правильного проектирования сетей и подстанций. Реконструкция уже существующих сетей электроснабжения эффективна для повышения надежности, экономичности и качества электроснабжения. Например, в селе Борковка Самарской области проведение реконструкции распределительных сетей может улучшить снабжение потребителей, а также сократить эксплуатационные расходы при использовании самонесущих изолированных проводов. Проведение таких работ актуально в условиях трудной экономической ситуации в сельской местности, где частые хищения электроэнергии являются серьезной проблемой. В выполнении данной работы использованы данные о техническом состоянии существующих сетей и результаты обследования населенного пункта.

Село Борковка, расположенное в Самарской области, имеет достаточно развитую систему электроснабжения. Этот регион получает электричество от центральных электростанций области, а также имеет небольшие местные источники энергии.

Основной характеристикой электроснабжения Борковки является его стабильность. Существует регулярное обслуживание и модернизация

оборудования, что гарантирует надежность и бесперебойную работу электрических линий и подстанций.

Система электроснабжения Села Борковка распределена на несколько трансформаторных подстанций, которые обеспечивают энергией жилой сектор, крупные промышленные предприятия и другие объекты. Так же имеется резервный источник энергии для случаев, когда централизованное электроснабжение не работает.

Однако, в некоторых удаленных районах села возможны временные отключения электроснабжения из-за технических неполадок или в результате неблагоприятных погодных условий. Для разрешения таких ситуаций проводится реконструкция системы электроснабжения.

В выпускной квалификационной работе рассматривается реконструкция ВЛ 0,4-6 кВ в селе Борковка Самарской области, в части замены КТП 6/0,4 кВ, опор дерев. на ж/б, провода А 25,35 АС-50 на СИП-2,3 (ВЛИ-0,4 кВ-23,0 км, ВЛЗ-6 кВ 0,5 км.

1 Описание объекта электроснабжения

В выпускной квалификационной работе рассматривается реконструкция системы электроснабжения села Борковка Самарской области.

Для электроснабжения части села, где планируется провести реконструкцию, используется одна из ВЛ с напряжением 0,4-6 кВ. Эта линия подключена к районной подстанции, которая также обеспечивает электричеством жилые, административно-общественные и сельскохозяйственные объекты. Особенностью объектов сельского хозяйства является разнообразие условий, в которых работает электрооборудование. Чтобы избежать проблем с электроснабжением в процессе реконструкции, необходимо учитывать эти особенности. При проведении работ нужно убедиться, что изменения не повлияют на работу сельскохозяйственных объектов и обеспечить стабильное электроснабжение всех объектов на данной территории.

В быту сельское население широко использует различные электроприборы, включающие в себя нагревательные устройства (электрические плиты, кипятильники и водонагреватели, чайники и мультиварки, электрокамины и обогреватели, утюги), холодильники, стиральные машины, пылесосы и другие приборы, которые значительно облегчают домашний труд и создают условия для удобства и комфорта. Существенное влияние на срок службы электрооборудования, его эффективность и безопасность эксплуатации оказывает правильный выбор конструкции, способа монтажа и умелого использования.

С развитием села начали строить новые улицы и производственные объекты, в результате чего стали возникать новые трансформаторные подстанции. Однако, со временем увеличилась установленная мощность бытовых потребителей, и возникла проблема перегрузки существующих трансформаторных подстанций. Существующие линии электропередач не обеспечивают должным образом электроснабжение села, так как резко

увеличивается энергопотребление. Таким образом, необходимо произвести расширение электросетей и строительство новых трансформаторных подстанций для обеспечения надлежащего электроснабжения сельской местности (рисунок 1).



Рисунок 1- Схема объекта с условными обозначениями

Объектом работ являются существующие ВЛ 0,4 кВ, которые расположены на улицах населенного пункта. Проектируемые ВЛИ 0,4 кВ преимущественно располагаются вблизи существующих реконструируемых ВЛ 0,4 Кв. Трассы ВЛИ 0,4 кВ выбраны на основании наиболее рационального размещения подстанций 6/4 кВ и возможности выхода всех отходящих от них ВЛ.

В данном разделе было представлено описание объекта электроснабжения.

2 Технико-экономическая характеристика проектируемого линейного объекта

Таблица 1 – Технико-экономическая характеристика проектируемого линейного объекта

Наименование характеристики	Показатель характеристики
Номинальное напряжение кВ.	0,4-6
Строительная длина одноцепных участков ВЛИ 0,4 кВ, км	23,078
Строительная длина двухцепных участков ВЛИ 0,4 кВ, км	0,948
Строительная длина трехцепных участков ВЛИ 0,4 кВ, км	0,195
Марка провода ВЛИ 0,4 кВ	СИП-2 3×35+1×50+1×16 СИП-2 3×50+1×50+1×16 СИП-2 3×73+1×70+1×16 СИП-2 3×95+1×95+1×16 СИП-2 3×120+1×95+1×16
Строительная длина ВЛЗ 6 кВ, км	0,217
Строительная длина совместной подвески ВЛЗ 6 кВ и одноцепной ВЛИ 0,4 кВ, м	1,059
Строительная длина совместной подвески ВЛЗ 6 кВ и двухцепной ВЛИ 0,4 кВ, м	0,293
Марка провода ВЛЗ 6 кВ	СИП-3 1×70
Ширина полосы отвода на период работ для ВЛИ 0,4 кВ, м	4
Ширина полосы отвода на период работ для аВЛЗ 6 кВ, м	5
Мощность КТП 6/0,4 кВ, кВА	400 кВА- 1 шт 250 кВА- 4 шт 160 кВА- 3 шт

Технико-экономическая характеристика проектируемого линейного объекта необходима для анализа и оценки целесообразности проекта, принятия решений и планирования необходимых ресурсов.

3 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условий участка, на котором будет осуществляться строительство линейного объекта

Месторасположение объекта строительства: Самарская область, Ставропольский район, село Русская Борковка.

Тольятти расположен в среднем течении реки Волги на её левом берегу в 70 км вверх по течению от Самары. Город располагается в пределах степного плато, на левом берегу Куйбышевского водохранилища к северу от Самарской Луки на территории с координатами 53°28' (полуостров Копылова) - 53°35' (промзона Автозаводского района) северной широты (около 17,5 км) и 49°12' (промзона Автозаводского района) - 49°54' (микрорайон Поволжский) восточной долготы (около 39 км). Общая протяженность границ города – 149 км, на которых он граничит со Ставропольским районом Самарской области и городом Жигулёвском.

Южная граница города примыкает к приплотинному участку Куйбышевского водохранилища. К северу и западу от города расположены сельскохозяйственные поля. К востоку, также в центре города находятся лесные массивы. На противоположном берегу Волги находятся город Жигулёвск и Жигулёвские горы. Город расположен непосредственно на границе трёх физико-географических районов: Самарской Луки, Мелекесского низменного Заволжья и лесостепного Заволжья весьма различных между собой по рельефу, флоре, фауне, видению хозяйства и т.д. Однако все районы в значительной части попадают в зону влияния такого крупного города как Тольятти.

Площадь городской территории равна 31 479 га. В границы города входят: селитебные территории площадью 5270 га (16,7%), промышленно-коммунально-складские зоны- 5532 га (17,6%), территория внешнего

транспорта-1032 га (3,3%), городские леса – 8042 га (25,5%), земли сельхозиспользования – 724 га (2,3%).

Все три административных района города вытянуты вдоль течения Волги на протяжении 40 километров. Расстояние между Центральным и Комсомольским районами 5-7 километров, между Центральным и Автозаводским – около 3-х километров. Районы города разделены между собой лесными массивами. По площади районы города мало отличаются друг от друга; на Автозаводской район приходится 36% городской территории, на Центральный и Комсомольский по 32%.

В данном разделе были представлены сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условий участка, на котором будет осуществляться строительство линейного объекта.

4 Сведения о категории, классе наименований и проектной мощности линейного объекта

Проектируемые объекты:

- воздушные линии электропередачи напряжением 6 кВ;
- комплектные трансформаторные подстанции напряжением 6/0,4 кВ;
- воздушные линии электропередачи напряжением 0,4 кВ.

В работе предусматривается реконструкция существующих ВЛ 0,4 кВ от КТП № Кир607, Кирб14, Кирб15, Кирб16, Кирб17, Кир620, Кирб24, Кирб41, Кирб45 в с. Русская Борковка, замена существующих КТП № Кир607, Кир 14, Кирб15, Кирб16. Кирб17 Кир620, Кирб24, Кирб41.

Начальной и конечной опорами для ВЛИ 0,4 кВ будут служить железобетонные опоры анкерного типа. Реконструируемые ВЛ и ТП предназначены для электроснабжения жилых домов, административных зданий и с/х объектов.

Проектом предусмотрена установка новых КТП-6/0,4 кВ мощностью:

- 160 кВА – 3шт. (№616, 617н, 641н);
- 250 кВА – 4шт. (№614н, 615н, 620н, 624н);
- 400 кВА – 1шт. (№607н).

Общая мощность проектируемых сетей составит 1880 кВА.

В данном разделе были представлены сведения о категории, классе наименований и проектной мощности линейного объекта.

5 Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта

Проектом предусматривается:

- реконструкция действующих ВЛ-0,4 кВ от КТП № Кир607, Кир614, Кир615, Кир616, Кир617, Кир620, Кир624, Кир641, Кир645 в селе Русская Борковка;
- замена существующих ТП № Кир607, Кир614, Кир615, Кир616, Кир617, Кир620, Кир624, Кир641 на новые КТП 6/0,4 кВ «киоскового» типа;
- замена разъединителей 6 кВ.

Предусматривается замена демонтируемых КТП № Кир607, Кир614, Кир615, Кир616, Кир617, Кир620, Кир624, Кир641 на новые КТП «киоскового» типа.

В данном разделе были описаны показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта.

6 Обеспечение соблюдения установленных требований энергетической эффективности

При разработке проекта следует выбирать наиболее оптимальные и энергосберегающие способы производства работ, обеспечивающие рациональное использование трудовых и материальных ресурсов, снижение себестоимости строительно-монтажных работ, сокращение продолжительности реконструкции. Здания, строения, сооружения должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным Федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации. В области повышения энергетической эффективности основывается на следующих принципах:

- эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности, использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных производственно-технологических, экологических и социальных условий;
- энергетическая эффективность достигается рядом мероприятий, предусмотренных проектом;
- временное электроснабжение и водоснабжение предусмотрено от передвижных источников, временное теплоснабжение локальных электронагревательных приборов.

В данном разделе были представлены области, основываясь на которых повышается энергетическая эффективность.

7 Проект организации работ по сносу (демонтажу) и монтажу линейного объекта

7.1 Основание для разработки проекта организации работ по сносу или демонтажу зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства

Основанием для разработки проекта организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства является задание на проектирование.

7.2 Перечень зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства, подлежащих сносу (демонтажу)

Объем демонтажных работ включает:

- демонтаж проводов ВЛ 6 кВ;
- демонтаж опор ВЛ 6 кВ;
- демонтаж проводов ВЛ 0,4 кВ и ответвлений к вводам;
- демонтаж опор ВЛ 0,4 кВ;
- демонтаж светильников уличного освещения;
- демонтаж существующих приборов учета с их последующим монтажом на новые опоры;
- демонтаж разъединителей;
- демонтаж существующих КТП вместе с фундаментом и контуром заземления: Кир607 [250 кВА], Кирб14 [250 кВА], Кирб15 [250 кВА], Кирб16 [160 кВА], Кирб17 [160 кВА], Кирб20 [250 кВА], Кирб24 [400 кВА], Кирб41 [250 кВА];
- демонтаж существующего УСПД РИМ 099 02 с существующих ТП и установка их в новые.

Общее количество реконструируемых ТП-6/0,4 кВ - 8 шт. Перечень объектов, подлежащих демонтажу представлен в таблицах 2-13. Работы по

демонтажу существующей ВЛ-0,4 проводятся в стесненных условиях, вблизи объектов, находящихся под напряжением. Место строительства ограничено инженерными коммуникациями (газопровод водопровод, линии связи и освещения), узким пространством между жилыми зданиями и проезжей частью улицы, а также, наличием существующей ВЛ 6 кВ и ВЛ-0,4 кВ.

В данных условиях выполнить работы по реконструкции ВЛ-0,4 кВ без потребителей представляется возможным. Перебои электроснабжении во время строительства не должны превышать допустимое значение. Время отсутствия электроснабжения для потребителей III-категории в год не должно превышать 72 ч (но не более 24 ч подряд, включая срок восстановления энергоснабжения).

Таблица 2– Перечень объектов ВЛ-6 кВ, подлежащих демонтажу

Наименование показателей	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Ж/б опоры ВЛ-6 кВ					
Ж/б стойка СВ-105	шт	35	1100	38500	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	29	5	145	В РЭС
Демонтаж разъединителей					
Разъединитель 6 кВ	шт	9	138	1242	В РЭС
Привод ПР	шт	9	4,9	44,1	В РЭС
Демонтаж провода					
АС-50 (3 провода)	м	925	3х0,195	541,1	В РЭС
СИП-3 1х50 (3 провода)	м	232	3х0,445	309,7	В РЭС

Таблица 3 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир607 [250кВА], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир607					
ТП 6/0,4 250 кВа «шкафного типа»	шт	1	1300	1300	В РЭС
Фундамент под ТП (ж/б приставка ПТ)	шт	2	325	650	В РЭС

Продолжение таблицы 3

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед., кг	Общий вес, кг	Примечание
УСПД РиМ 099.02	шт	1	1,5	1,5	Демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир607					
Стойка деревянная	шт	65	150	9750	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	41	250	10250	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	100	900	90000	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	127	3	381	В РЭС
Провод А-25 (2 провода)	м	317	2×0,068	16	В РЭС
Провод А-25 (3 провода)	м	511	3×0,068	104	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	938	4×0,068	255	В РЭС
Провод А-25 (5 проводов)	м	317	5×0,068	108	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	1551	4×0,094	583	В РЭС
Провод АС-35 (4 провода)	м	221	4×0,148	131	В РЭС
СИП-2 3×50+1×50+1×16	м	22	0,843	19	В РЭС
СИП-4 4×50+1×16	м	320	0,753	241	В РЭС
СИП-4 4×50+1×16 (снятие с 3-х опор ВЛ-6 кВ)	м	55	0,753	41	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	111	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	58	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	140	1,5	191	Демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	29	8,4	202	Демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	10	5	50	В РЭС

Таблица 4 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир614 [250кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир614					
ТП 6/0,4 250кВА «киоскового» типа	шт	1	1720	1720	В РЭС
Фундамент под ТП (блоки ФБС)	шт	2	970	1940	В РЭС
УСПД РиМ 099.02	шт	1	1,5	1,5	демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир614					
Стойка деревянная	шт	46	150	6900	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	34	250	284	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	51	900	45900	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	80	3	240	В РЭС
Провод А-25 (2 провода)	м	41	2×0,068	6	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	1079	4×0,068	293	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	254	4×0,094	96	В РЭС
СИП-2 3×50+1×70+1×25	м	918	0,989	908	В РЭС
СИП-4 4×50+1×16	м	272	0,753	205	В РЭС
СИП-4 4×50	м	128	0,686	88	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	58	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	50	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	86	1,5	129	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	11	8,4	92,4	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	25	5	125	В РЭС

Таблица 5 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир615 [250кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир615					
ТП 6/0,4 250кВА «шкафного» типа	шт	1	1300	1300	В РЭС
Фундамент под ТП (ж/б приставка ПТ)	шт	4	325	1300	В РЭС
Ограждение ТП (сетка-рабица)	м2	12	21	21	В РЭС
УСПД РИМ 099.02	шт	1	1,5	1,5	демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир615					
Стойка деревянная	шт	86	150	12900	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	68	250	17000	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	39	900	35100	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	101	3	303	В РЭС
Провод А-25 (2 провода)	м	295	2×0,068	40	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	2787	4×0,068	758	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	318	4×0,094	120	В РЭС
СИП-2 3×70+1×70	м	281	1,112	312	В РЭС
СИП-2 3×70+1×70+1×16	м	461	1,179	543	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	102	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	41	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	126	1,5	19	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	17	8,4	143	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	17	5	85	В РЭС

Таблица 6 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир616 [160кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир616					
ТП 6/0,4 250кВА «киоскового» типа	шт	1	1530	1530	В РЭС
Фундамент под ТП (блоки ФБС)	шт	2	970	1940	В РЭС
УСПД РиМ 099.02	шт	1	1,5	1,5	демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир616					
Стойка деревянная	шт	70	150	10500	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	59	250	14750	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	8	900	7200	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	67	3	201	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	236	4×0,068	64	В РЭС
Провод А-35 (3 провода)	м	97	3×0,094	27	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	1328	4×0,094	499	В РЭС
Провод А-35 (5 проводов)	м	1328	5×0,094	578	В РЭС
СИП-2 3×50+1×70+1×16	м	504	0,960	483	В РЭС
СИП-2 3×50+1×70	м	56	0,893	50	В РЭС
СИП-4 4×50	м	264	0,686	181	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	104	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	49	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	120	1,5	161	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	16	8,4	92	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	15	5	75	В РЭС

Таблица 7 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир617 [160кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир617					
ТП 6/0,4 250кВА «шкафного» типа	шт	1	1110	1110	В РЭС
Фундамент под ТП (ж/б приставка ПТ)	шт	4	325	650	В РЭС
Ограждение ТП (сетка-рабица)	м2	12	21	21	В РЭС
УСПД РиМ 099.02	шт	1	1,5	1,5	демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир617					
Стойка деревянная	шт	34	150	5100	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	25	250	6250	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	41	900	36900	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	61	3	183	В РЭС
Провод А-25 (3 провода)	м	356	3×0,068	73	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	833	4×0,068	227	В РЭС
СИП-4 4×50	м	259	0,686	178	В РЭС
СИП-4 4×50+1×16	м	791	0,753	596	В РЭС
СИП-4 4×16	м	36	0,269	10	В РЭС
СИП-4 2×16	м	30	0,134	4	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	61	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	56	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	96	1,5	144	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	21	8,4	176	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	16	5	80	В РЭС

Таблица 8 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир620 [250кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир620					
ТП 6/0,4 250кВА «киоскового» типа	шт	1	1720	1720	В РЭС

Продолжение таблицы 8

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Фундамент под ТП (блоки ФБС)	шт	2	970	1940	В РЭС
УСПД РиМ 099.02	шт	1	1,5	1,5	демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир620					
Стойка деревянная	шт	44	150	6600	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	38	250	9500	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	21	900	18900	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	55	3	165	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	811	4×0,068	221	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	1121	4×0,094	421	В РЭС
СИП-4 4×16 (абонентский фидер)	м	110	0,269	30	демонтаж-монтаж
СИП-2 3×50+1×70	м	36	0,893	32	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	40	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	40	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	69	1,5	104	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	11	8,4	92	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	17	5	85	В РЭС

Таблица 9 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир624 [400кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир624					
ТП 6/0,4 400кВА «киоскового» типа	шт	1	2130	2130	В РЭС
Фундамент под ТП (ж/б приставка ПТ)	шт	2	325	650	В РЭС
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир624					
Ж/б стойка СВ-95	шт	62	900	5580	В РЭС

Продолжение таблицы 9

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Металлоконструкции (комплектов)	шт	53	3	159	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	1454	4х0,148	861	В РЭС
Провод А-35 (9 провода)	м	56	9х0,148	75	В РЭС
СИП-4 4×35	м	34	0,502	17	В РЭС
СИП-4 2×16	м	304	0,134	41	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	25	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	63	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Шкаф учета	шт	50	8,4	420	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	14	5	70	В РЭС

Таблица 10 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир641 [250кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир641					
ТП 6/0,4 250кВА «киоскового» типа	шт	1	1720	1720	В РЭС
Фундамент под ТП (блоки ФБС)	шт	2	970	1940	В РЭС
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ от КТП Кир641					
Ж/б стойка СВ-95	шт	62	900	55800	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	54	3	162	В РЭС
Провод А-35 (2 провода)	м	238	2×0,094	45	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	898	4×0,094	338	В РЭС
СИП-2 3×35+1×35+1×16	м	100	0,634	63,4	В РЭС
СИП-2 3×70+1×70	м	76	1,112	85	В РЭС
СИП-2 3×70+1×70+1×16	м	131	1,179	154	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	16	-	-	В РЭС

Продолжение таблицы 10

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Снятие вводов трехфазных	шт	38	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	14	1,5	21	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	19	8,4	160	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	3	5	15	В РЭС

Таблица 11 – Перечень объектов ВЛ 0,4 кВ от КТП Кир645 [250кВа], подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед.,кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж КТП 6/0,4 кВ Кир645					
Ж/б стойка СВ-95	шт	98	900	88200	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	81	3	243	В РЭС
Провод А-35 (2 провода)	м	1597	4×0,094	600	В РЭС
СИП-4 4×70	м	487	0,978	476	В РЭС
СИП-4 4×50+1×16	м	95	0,753	72	В РЭС
СИП-4 4×95	м	50	1,278	64	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	19	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	75	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	10	1,5	15	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	64	8,4	428	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	27	5	135	В РЭС

Сводный перечень объектов, подлежащих демонтажу представлен в Приложении А.

Таблица 12 – Количество демонтируемых опор ВЛ-0,4 кВ

Номер ТП	Одностоечные	Двухстоечные	Трехстоечные
КТП Кир607 [250кВА]	95	35	-
КТП Кир615 [250кВА]	63	17	-
КТП Кир615 [250кВА]	77	2	-
КТП Кир616 [160кВА]	56	11	-
КТП Кир617 [160кВА]	47	14	-
КТП Кир620 [250кВА]	46	8	1
КТП Кир624 [400кВА]	44	9	-
КТП Кир641 [250кВА]	47	7	-
КТП Кир645 [250кВА]	65	15	1
Итого	540	140	2

Таблица 13 – Количество демонтируемых опор ВЛ 6 кВ.

Наименование	Ед.изм.	Кол-во
Ж/б опоры ВЛ 6 кВ		
Одностоечные	шт	25
Двухстоечные	шт	3
Трехстоечные	шт	1

7.3 Сведения об объёмах и трудоёмкости основных строительных и монтажных работ по участкам трассы

В ходе монтажа выполнены следующие работы:

- строительство ВЛЗ- 6кВ в количестве 1759 м;
- строительство ВЛИ – 0,4кВ в количестве 25463 м;
- установка КТП-6/0,4 кВ мощностью 400 кВа в количестве 1 шт;
- установка КТП-6/0,4 кВ мощностью 250 кВа в количестве 4 шт;
- установка КТП-6/0,4 кВ мощностью 160 кВа в количестве 3 шт.

В данном разделе были представлены: проект организации работ по сносу (демонтажу) и монтажу линейного объекта и основание для разработки проекта.

8 Воздушная линия с защищенными проводами 6кВ

Проектируемая ВЛЗ 6 кВ выполняется на ж/б опорах по типовым проектам:

- «Одноцепные железобетонные опоры ВЛ 6-20 кВ с защищенными проводами с линейной арматурой ООО «НИЛЕД-ТД»». Шифр – 27.0002;
- «Железобетонные опоры ВЛ 10 кВ». Шифр – 3.407.1-143 выпуск 2,5;
- «Железобетонные опоры для совместной подвески защищенных проводов ВЛ 10 кВ и самонесущих изолированных проводов одноцепной ВЛ 0,4 кВ». Шифр – 19.01.57;
- «Железобетонные опоры для совместной подвески защищённых проводов ВЛ 10 кВ и самонесущих изолированных проводов двухцепной ВЛ 0,4 кВ». Шифр – 20.0027.

Проектируемая ВЛ 6 кВ выполняется на стойках СВ110-5 и СВ130-7 с применением провода СИП-3 1*70.

Крепление защищённых проводов СИП-3 1*70 на промежуточных опорах, а также шлейфов, выполняется на штыревых изоляторах ШС-20ЕД, которые крепятся при помощи цанговой втулки, расположенной внутри изолятора, на штырь траверсы с колпачками К9, КП-22 и К6. Крепление защищённых проводов к штыревым изоляторам выполнено при помощи спиральной вязки типа ПВС.

Крепление защищённых проводов на опорах анкерного типа предусмотрено с применением стеклянных изоляторов марки ПСД70Е.

Для крепления проводов к натяжным изолирующим подвескам анкерных и анкерно-угловых опор проектом предусмотрено применение натяжного болтового зажима НБ-2-6А.

Защита проводов от грозовых перекрытий выполнена с помощью длинно-искровых разрядников РМК-20.

Заземляющее устройство выполнено из круглой чёрной стали $D=18\text{мм}$ в соответствии с ПУЭ-7 на основании типового проекта 3.407-150 с учетом требований технического циркуляра № 11/2006 от 16.10.2006 «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках». Все опоры ВЛ 6 кВ подлежат заземлению. Объект располагается в населенной местности. Сопротивление заземляющих устройств для опор ВЛ 6 кВ в населенной местности не должно превышать 10 Ом.

Для наложения защитного заземления на ВЛ 6 кВ с проводом марки СИП-3 применяются зажимы СЕ-3. Зажимы СЕ-3 устанавливаются на анкерных опорах ВЛ.

Закрепление опор в грунте выполняется в соответствии с типовыми проектами: 27.0002, 3.407.1-143, 19.0157, 20.0027 и 4.407-253. Закрепление анкерных опор выполнено с применением ж/б плит П-3и.

Проектом предусматривается установка информационных табличек на каждой проектируемой опоре ВЛ 6 кВ.

В данном разделе было представлено описание воздушной линии с защищенными проводами 6кВ перед установкой.

9 Воздушная линия с изолированными проводами 0,4кВ

Проектируемая ВЛИ 0,4 кВ разработана согласно типовому проекту СТО 34.01-2.2-023.1-2017 «Одноцепные, двухцепные и переходные железобетонные опоры ВЛИ 0,4 кВ с применением на магистрали провода СИП-2 и линейной арматуры ООО «Нилед». В стесненных условиях (при условии невозможности установки опор с подкосами) применены опоры одностоечной конструкции по типовому проекту 21.0012 «Угловые опоры ВЛИ-0,4 кВ одностоечной конструкции на стойках типа СВ105 и СВ110».

На многоцепных (трехцепные или четырехцепные участки) участках применены опоры согласно типовому проекту 21.0045 «Четырехцепные железобетонные опоры ВЛИ 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами».

Для крепления проводов СИП-2 ВЛИ 0,4кВ на промежуточных опорах предусмотрен комплект промежуточной подвески ES 1500 (для сечения провода несущей жилы СИП-2 25-95 мм², максимальная нагрузка = 12кН), состоящий универсального поддерживающего зажима PS 1500 (для сечения провода несущей жилы СИП-2 25-95 мм²), кронштейна CS 1500 и подвижного звена ограниченной прочности, которое защищает ВЛИ от механических повреждений.

Крепление провода магистрали ВЛИ на опорах анкерного типа предусмотрено с помощью анкерных зажимов: РА 1500 (для сечения провода несущей жилы СИП-2 95-120 мм² максимальная нагрузка 22 кН).

Анкерные или натяжные зажимы изготавливаются из алюминиевого сплава и устойчивы к коррозии.

Ответвление от магистрали:

- Р616R (сечение жил 6-120/1,5-16) для уличного освещения или к вводам в здания, герметичные;
- Р645 (сечение жил 35-150/10-35) к вводам в здания, герметичные;

- P70 (сечение жил 35-150/35-95) к другой магистральной линии, герметичные.

Соединение заземляющего проводника с нулевой жилой СИП-2 применяются зажимы P71 и P72 с раздельной затяжкой болта, соединение неизолированных проводников между собой осуществляется при помощи зажима CD 35.

Для крепления СИП-4 (СИПн-4) на стенах зданий и сооружений (при ответвлении к выводам) применяются кронштейны – СА16, анкерные зажимы – DN1, DN123, DN126.

В основном все кронштейны крепятся к железобетонным опорам при помощи металлической ленты F 207 в один оборот и фиксирующей скрепы NC 20.

Согласно требованиям главы 2.4ПУЭ-7 в начале и в конце каждой магистрали ВЛИ на проводах требуется устанавливать зажимы для присоединения приборов контроля напряжения и переносного заземления. Для этой цели предусмотрена установка зажимов РС481 на первой концевой опоре каждой отходящей от ТП линии ВЛИ, а также в конце каждой магистрали ВЛИ. В процессе эксплуатации к адаптеру зажим РС 481 подключается М6D (устройство закорачивания), затем с помощью байонетного замка подключается переносное заземление МАТ.

Этот способ переносного заземления является наиболее надежным и экономичным.

Для ограничения коммутационных и грозовых перенапряжений в сети 0,4 кВ проектом предусмотрена установка ограничителей перенапряжения ОР600/28 на концах магистрали ВЛИ-0,4 кВ, а также в ТП 6/0,4 кв. Ограничитель перенапряжения варисторного типа, поставляется в сборе с прокалывающим зажимом.

Проектом предусматривается установка информационных табличек на каждой проектируемой опоре ВЛИ 0,4 кВ.

На проектируемой ВЛ предусмотрен совместный подвес 0,4 кВ и 6 кВ согласно типовым проектам 20.0027 «Железобетонные опоры для совместной подвески защищенных проводов ВЛ 10 кВ и самонесущих изолированных проводов двухцепной ВЛ 0,4 кВ» и 19.0157 «Железобетонные опоры для совместной подвески защищенных проводов ВЛ 10 кВ и самонесущих изолированных проводов одноцепной ВЛ 0,4 кВ».

Выбор типа закрепления в грунте железобетонных стоек опор осуществлен согласно типовому проекту 4.407-253 «Закрепление в грунтах железобетонных опор и деревянных опор на железобетонных приставках».

Повторное заземление опор воздушных линий выполняется в соответствии с типовым проектом 3.407-150, сопротивление заземляющих устройств для опор ВЛИ-0,4 кВ не должно превышать 30 Ом, тип заземлителя выбран для эквивалентного сопротивления грунта не более 100 Ом м. Расстояние между заземлителями - не более 100м.

Проектом предусматривается переподвес существующих счетчиков и существующих шкафов учета со старых опор ВЛ-0,4 кВ на новые проектируемые опоры ВЛИ-0,4 кВ с применением новой крепежной арматуры.

Выбор сечений проводов произведён по длительно-допустимой токовой нагрузке и проверен по потере напряжения. значение потерь напряжения в проектируемой ВЛИ-0,4 кВ не превышает допустимого ГОСТ 32144-2013. Рассчитаны и выдержаны в соответствии с ПУЭ габариты всех пересечений, проектируемых ВЛ с инженерными сооружениями.

В данном разделе было представлено описание воздушной линии с изолированными проводами 0,4кВ перед установкой.

10 Комплектная трансформаторная подстанция 6/0,4кВ

Проектом предусматриваются киосковые комплектные трансформаторные подстанции (КТП) тупикового типа, наружной установки, напряжением 6/0,4 кВ, мощностью 160-400 кВА с автоматическими выключателями и рубильниками на отходящих линиях 0,4 кВ (рисунки 2,3).

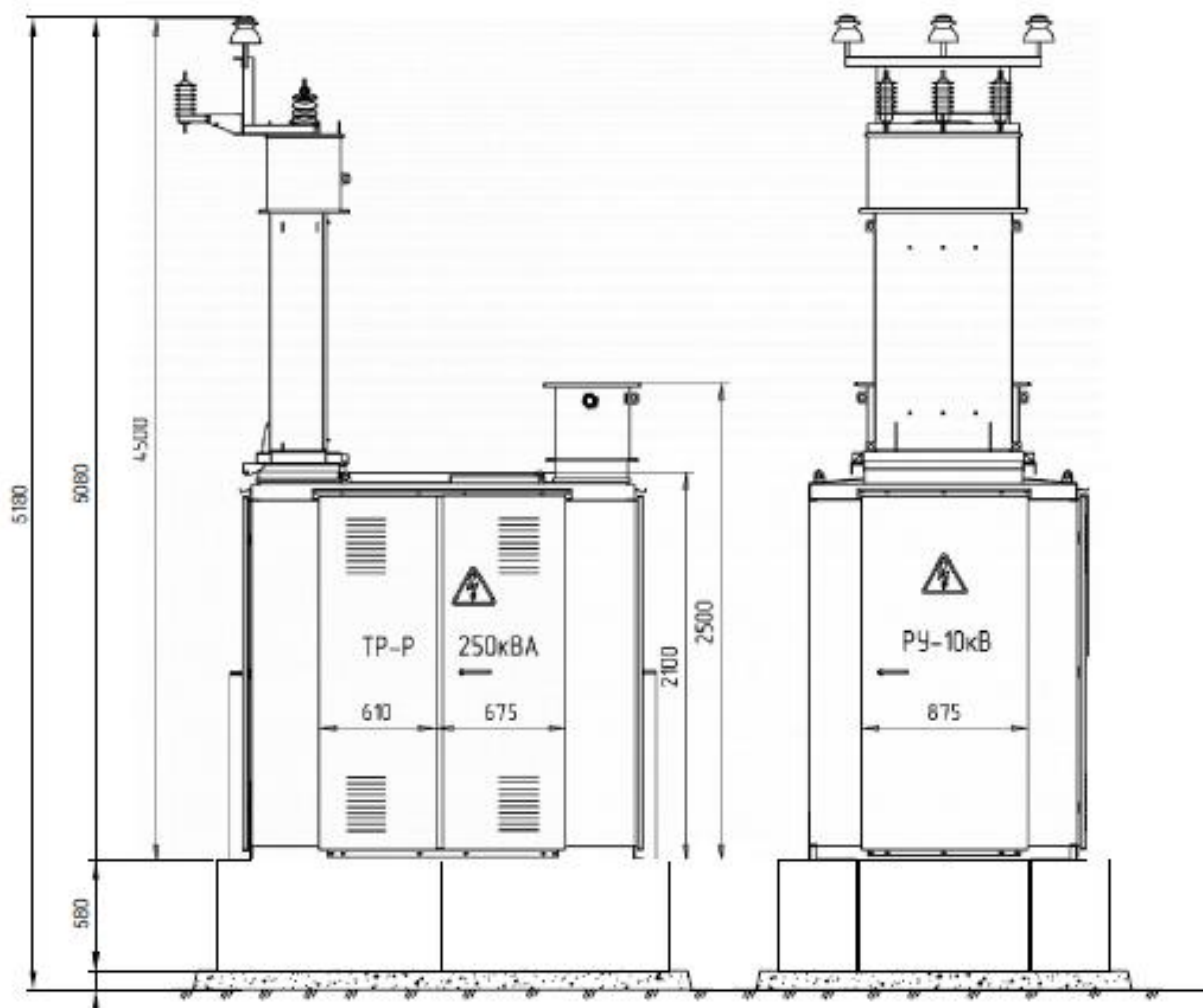


Рисунок 2 – Схематичный вид КТП 6/0,4 400кВА

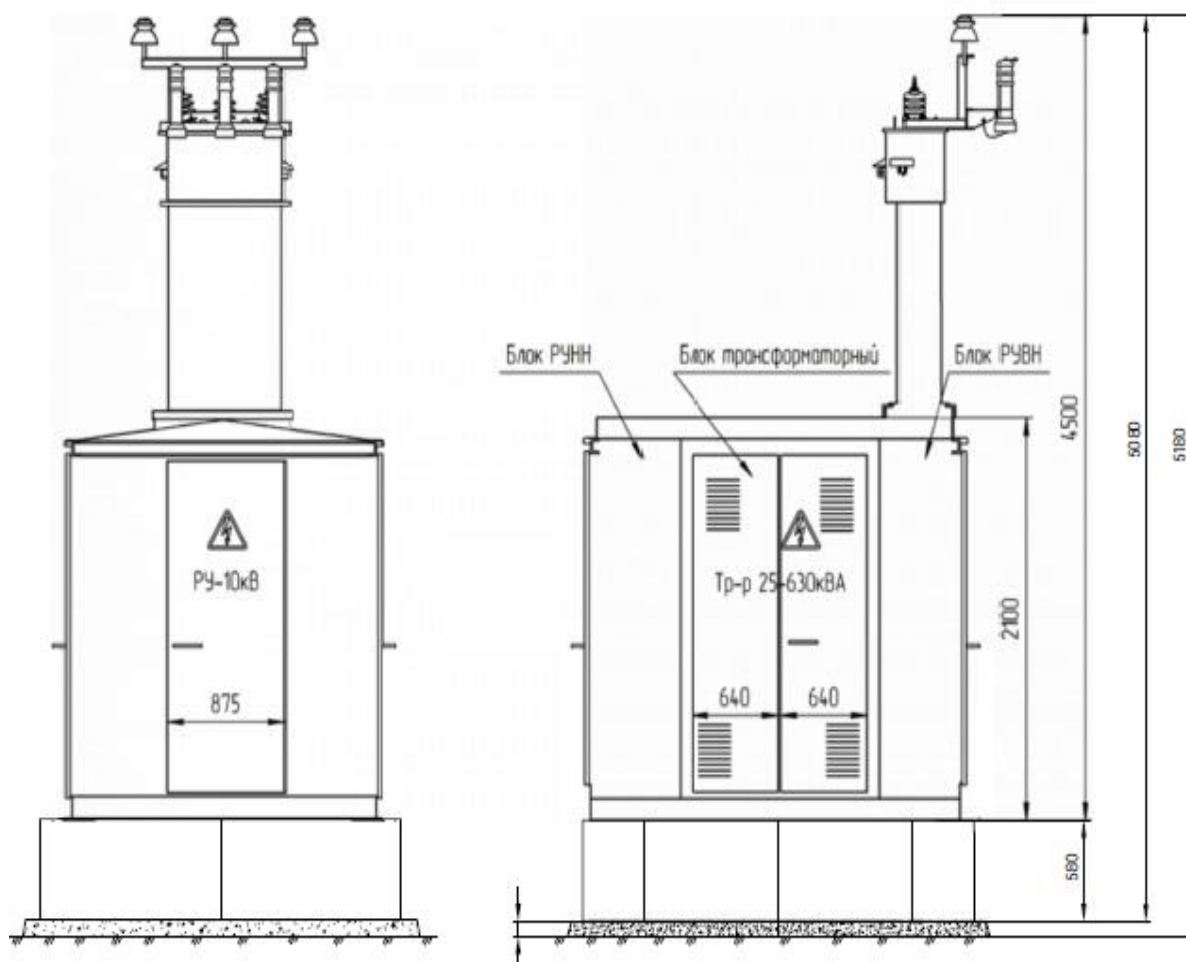


Рисунок 3 – Схематичный вид КТП 6/0,4 250кВА

Предназначены для приема электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц. напряжением 6 кВ, преобразования в электроэнергию напряжением 0,4 кВ и снабжения ею потребителей.

На стороне 6 кВ силовой трансформатор присоединяется к линии 6 кВ по тупиковой схеме через разъединитель и предохранители.

К сборным шинам 0,4 кВ трансформатор присоединяется через автоматический выключатель и рубильник. РУ 0,4 кВ КТП предусматривает возможность присоединения до 8 линий через автоматические выключатели с дополнительной установкой токового реле в нулевом проводе.

Кроме этого, в КТП предусмотрен фидер уличного освещения, в цепях которого установлены предохранители, контактор и фотореле (для автоматического управления).

Комплектная трансформаторная подстанция киоскового типа 6/0,4 кВ выполнена в виде разборной конструкции, составные части которой соединены болтовыми соединениями, и состоит из корпуса КТПК, вводного короба и кронштейна для подключения к ВЛ 6 кВ.

Корпус КТПК состоит из крыши, обшивки, основания и разделен на отсеки устройства высшего напряжения (УВН) и распределительного устройства низшего напряжения (РУНН).

Крыша представляет из себя цельносварной каркас, покрытый листами. Основание представляет из себя цельносварную конструкцию, верхняя часть имеет сплошной настил с жалюзями для естественного охлаждения трансформатора.

Обшивка имеет разборную конструкцию и состоит из стоек, листов и, каркасов с дверными проемами. Каркас, обшитый стойками и листами, образует отсек, в котором устанавливается силовой трансформатор. Отсек УВН имеет 2 двери: стальная одностворчатая (наружная) для защиты оборудования, одностворчатая (внутренняя) для осмотра оборудования без снятия нагрузки.

Заземление КТП выполняется с помощью круглой стали диаметром $D=12$ мм и $D=18$ мм. Сопротивление заземляющего устройства не более 4 Ом.

Заземлению подлежат нейтрали и корпус трансформатора. ОПН 6 и 0,4 кВ, а также все другие металлические части, могущие оказаться под напряжением при повреждении изоляции. Защита от перенапряжений осуществляется ОПН 6 и 0,4 кВ. установленными на вводе 6 кВ и сборных шинах 0,4 кВ.

Проектируемые КТП устанавливаются на фундамент незаглубленного типа с применением блоков ФБС. Под блоки ФБС выполняется подсыпка из щебня высотой 100 мм.

Учет электроэнергии на вводе в РУ 0,4 кВ КТП 6/0,4 кВ выполнен счётчиком МИР С-07.05S-230 5(10) – RGZ1F-S2T2H(L)Q-G-D с GSM антенной Antey 906 13.5 dB SMA с применением измерительных

трансформаторов тока МИР С-07.05S-230 5(10) – RGZ1F-S2T2H(L)Q-G-D с GSM антенной Antey 906 13.5 dB SMA.

Учет электрической энергии на фидере уличного освещения выполнен с применением счетчика прямого включения МИР С-07.05S-230 5(10) – RGZ1F-S2T2H(L)Q-G-D с GSM антенной Antey 906 13.5 dB SMA.

Также предусматривается демонтаж существующего УСПД РИМ 099.02 с существующих ТП и установка их в новые.

Существующие КТП, которые подлежат демонтажу, вывозятся в Тольяттинский РЭС. Планируемое дальнейшее использование демонтируемых конструкций определяется заказчиком.

В данном разделе была описана Комплектная трансформаторная подстанция 6/0,4кВ и были произведены схематичные примеры КТП.

11 Расчёты потребности энергопотребителей при проектировании

11.1 Потребность в электрической энергии

Временное электроснабжение строительной площадки осуществляется от передвижных дизельных электростанций. Завоз топлива для передвижных электростанций на площадку строительства осуществляется 1 раз в сутки. Потребность в электроэнергии определяется на период выполнения максимального объема строительно-монтажных работ по формуле:

$$P = L_k \cdot \left(\frac{K_1 \cdot P_M}{\cos E_1} + K_3 \cdot P_{O.B.} + K_4 \cdot P_{O.H.} + K_5 \cdot P_{CB} \right) \quad (1)$$

где $L_k = 1,05$ – коэффициент потери мощности в сети;

P_M - сумма номинальных мощностей работающих электромоторов;

$P_{O.B.}$ - суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева;

$P_{O.H.}$ - суммарная мощность наружных осветительных приборов;

P_{CB} - суммарная мощность сварочных трансформаторов;

$\cos E_1 = 0,7$ – коэффициент потери мощности для силовых потребителей;

$K_1 = 0,5$ – коэффициент, учитывающий одновременную работу электромоторов;

$K_3 = 0,8$ – коэффициент для внутреннего освещения и обогрева;

$K_4 = 0,9$ – коэффициент для наружного освещения;

$K_5 = 0,6$ – коэффициент для сварочных трансформаторов.

11.2 Потребители электроэнергии

Таблица 14 – Потребители электроэнергии

Наименование потребителя	Мощность, кВт
Основная электростанция	
Внутреннее освещение и обогрев помещений, в том числе:	46
Кантора прораба	24
Помещение для обогрева	22
Наружные осветительные приборы, в том числе:	2
Светильники	2
Переносная электростанция	
Сварочные аппараты в том числе:	5,5
Сварочный аппарат ручной дуговой сварки	5,5

Требуемая мощность основной электростанции равна:

$$P = 1,05 \cdot (0,8 \cdot 46 + 0,9 \cdot 2) = 40,53 \text{ (кВт)} \quad (2)$$

На период строительства в качестве основной электростанции использовать мобильную дизель-генераторную установку АД-50С-Т400-1РМ13 мощностью 50 кВт.

Требуемая мощность переносной электростанции равна:

$$P = 1,05 \cdot 0,6 \cdot 5,5 \approx 3,47 \text{ (кВт)} \quad (3)$$

На период строительства в качестве переносной электростанции использовать мобильную дизель-генераторную установку ДГУ АД-8С-Т400-1РМ13 мощностью 8 кВт.

В данном разделе были произведены расчёты потребности энергопотребителей при проектировании.

12 Обоснование выбора оптимальных конструктивных и инженерно-технических решений

В процессе проектирования были приняты следующие инженерные решения, направленные на обеспечение энергетической эффективности объекта:

- выбранные трансформаторы проектируемых КТП отличаются сниженными потерями холостого хода и короткого замыкания (таблица №1). Принятые к установке трансформаторы удовлетворяют требованиям постановления правительства РФ №600 от 17 июня 2015 г. "Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой эффективности", энергетической СТО 34.01-3.2-011-2021 а также «Трансформаторы силовые распределительные 6-10 кВ мощностью 63-2500 кВА. требования к уровню потерь холостого хода и короткого замыкания»;
- с целью управления освещением предусмотрено автоматическое фотореле, основной функцией которого является включение и выключение освещения при изменении интенсивности света в сумеречное время с возможностью регулировки, что позволяет значительно сэкономить на электроэнергии;
- подстанции выбраны с учётом потребляемой мощности и установлены в центры нагрузок, что уменьшает потери холостого хода силового трансформатора и потери при передаче электроэнергии от ТП до потребителей. Технические характеристики устанавливаемых трансформаторов приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики устанавливаемых трансформаторов

Обозначение	Номер проектируемой ТП	Номинальная мощность, кВА	Схема и группа соединения обмоток	Потери холостого хода, Вт	Потери короткого замыкания Вт	Напряжение короткого замыкания, %
ТМГ-160/6	№616Н, №617Н, №641Н	160	Y/Z	260	2136	4,5
ТМГ-250/6	№614Н, №615Н, №620Н, №624Н	250	Y/Z	360	2955	4,5
ТМГ-400/6	№607Н	400	Y11	520	4182	4,5

- выбор проводов произведён по длительно-допустимой токовой нагрузке и проверен по потере напряжения, значения потерь напряжения в проектируемых ВЛИ-0,4 кВ не превышают допустимых по ГОСТ 32144-2013;
- применение 4182 проводов СИП позволяет предотвратить факты несанкционированных подключений к сетям (снизить коммерческие потери), сократить эксплуатационные расходы за счет исключения систематической расчистки трасс, замены поврежденных изоляторов, сократить объемы аварийно- восстановительных работ, а также снизить потери напряжения в ЛЭП за счет меньшего активного сопротивления по сравнению с неизолированными проводами;
- трассы ВЛ выбраны наиболее короткими с учетом существующей местности, что также снижает потери в ЛЭП и затраты на их строительство;
- применение системы АСКУЭ на базе приборов учета марки «РиМ» позволяет точно измерять и непрерывно контролировать потребление электроэнергии, система осуществляет контроль характеристик сети и нагрузки. Расчетные и диспетчерские службы

- получают дистанционный доступ актуальной учетной и служебной информации, что решает вопрос о сокращении штата контролёров;
- защита от однофазных КЗ, применяемая в настоящем проекте, позволяет сети отключать поврежденный участок, а также, кроме повышения безопасности, исключает потери электроэнергии в аварийных режимах. Система защиты оперативно обнаруживает и реагирует на однофазные КЗ, минимизируя время простоя электрической сети и снижая возможные повреждения оборудования. Благодаря возможности точной локализации поврежденного участка сети, процесс восстановления и обслуживания становится более эффективным и экономически выгодным. Система защиты от однофазных КЗ позволяет автоматически управлять операциями отключения и включения электрической сети, что упрощает управление и обеспечивает безопасные условия работы.

В этом разделе были приведены обоснования для выбора оптимальных конструктивных и инженерно-технических решений.

Заключение

В выпускной квалификационной работе был проведен ряд мероприятий, направленных на реконструкцию существующей системы электроснабжения села Русская Борковка Самарской области.

В работе рассмотрены реконструкция ВЛ 0,4-6 кВ в селе Борковка Самарской области, в части замены КТП 6/0,4 кВ, опор деревянных на железобетонные, провода А 25,35 АС-50 на СИП-2,3 (ВЛИ-0,4 кВ-23,0 км, ВЛЗ-6 кВ 0,5 км).

Объектом проектных работ являлись существующие ВЛ 0,4 кВ, которые расположены на улицах населенного пункта. Проектируемые ВЛИ 0,4 кВ. Трассы ВЛИ 0,4 кВ и возможности выхода всех отходящих от них ВЛ. Проектом выполнен перенос проектируемых КТП 6/0,4 кВ в центры нагрузок. Выполнен вынос ВЛ на земли.

Также, выполнена замена разъединителей 6 кВ и концевых опор 6 кВ.

В результате проведенного исследования, мы пришли к выводу о том, что реконструкция сетей электроснабжения села Борковка является необходимой и актуальной задачей. Различные проблемы, связанные с устаревшей инфраструктурой, ограничивают возможности жителей и влияют на экономическое развитие села и региона в целом. Создание современной системы электроснабжения в селе значительно улучшит жизнь людей и станет важным шагом на пути к развитию региона.

Наше исследование позволило определить наиболее эффективные и экономически обоснованные решения для реализации данного проекта. Мы уверены, что реконструкция электроснабжения села Борковка имеет большое потенциальное значение для благополучия жителей и развития Самарской области, и рекомендуем ее реализовать как можно скорее.

Список используемых источников

1. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебное пособие / С.М. Аполлонский. - СПб.: Лань, 2012. - 592 с
2. Баркан Я.Д., Маркушевич Н.С. Использование статистической информации о качестве напряжения в электрических сетях// Энергия. 1972.
3. Белов, Н.В. Электротехника и основы электроники: Учебное пособие / Н.В. Белов, Ю.С. Волков. - СПб.: Лань, 2012. - 432 с.
4. Вахнина ВВ., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения [Электронный ресурс]: электронное учеб.-метод. пособие. Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. 78 с.
5. Вахнина ВВ., Черненко А.Н. Системы электроснабжения [Электронный ресурс]: электронное учеб.-метод. пособие. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015. 46 с.
6. Документация по проектированию ПирД от 17.12.21 (Борковка)
7. Железко Ю.С. Принципы нормирования потерь электроэнергии в электрических сетях и программное обеспечение расчетов// Электрические станции. 2001. № 9. С.33-38
8. Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник. М.: Феникс, 2018. 382 с.
9. Левтеров, А. С. Внедрение энергосберегающих технологий и пути повышения энергоэффективности предприятия / А. С. Левтеров, А. Н. Черненко // Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 22-23 апреля 2015 г. - Ижевск, 2015. - С. 952-956. - Библиогр.: с. 956
10. Нормативы для определения расчётных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и

элементов городской распределительной сети. - М., Министерство топлива и энергетики, 1999 г.

11. Определение нагрузок и расхода электрической энергии на бытовые нужды. - М., Издательство литературы по строительству, 1998г

12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. -М.: Энергоатомиздат, 2003 г.

13. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 7-е издание, перераб. и доп., с изменениями. М.: Министерство энергетики РФ, 2003г

14. Правила устройства электроустановок. 7-е издание / Ред. А.М. Меламед М.: НЦ ЭНАС, 2011.- 552с

15. Приказ № 326 Министерства энергетики Российской Федерации «Об организации в министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям» - Введ. 2008.12.30

16. Савоськин В. С. Электроснабжение. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. пособие. Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2018. 256 с.

17. Сибикин, Ю.Д., Сибикин М. Ю., Яшков В. А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок/ Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – Directmedia, 2016.

18. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей. Централизованное и автономное электроснабжение объектов, цехов, промыслов, предприятий и промышленных комплексов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Вологда "Инфра-Инженерия", 2016. 928 с.

19. Хорольский В.Я., Таранов М.А. Надежность электроснабжения: учеб. Пособие. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. 127с.

20. Burmutaew, A. Modelling the organization of maintenance and emergency repairs for calculating the reliability of electric power systems /

Burmutaew // Technology university of Czestochowa. Faculty of Management.-
2010.

21. Endrenyi, J. Reliability evaluation of transmission systems with switching after faults – approximation and a computer program // J. Endrenyi, P. Maenhaut, L. Payne / IEEE Transactions on power apparatus and systems. – 1973. – Vol. PAS-92. – № 6. – P. 1863-1875.

22. Piatek , L. Proceedings of the Fifth International Scientific Symposium ELEKTROENERGETIKA 2009. – Technical University of Kosice, Slovakia, September 23-25, 2009. – P. 302-304.

23. Piatek, L. Frequency and outage duration in electric power systems /, L. Piatek , A. Burmutaew Electrical Review. – 2009. – Vol. R85. – Nr. 3. – P. 220-222.

24. Sabir Messalti, Fares Zitouni, Issam Griche, Sabir Messalti, Fares Zitouni, Issam Griche «Design of Mv/Lv Substation Transformer» Engineering, 2013, 5, 20-25doi:10.4236/eng.2013.51b004 Published Online January 2013

Приложение А

Сводный перечень объектов, подлежащих демонтажу

Таблица А.1 – Сводный перечень объектов, подлежащих демонтажу

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед., кг	Общий вес, кг	Примечание
Демонтаж ВЛ 6 кВ					
Ж/б стойка СВ-105	шт	35	1100	38500	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	29	5	145	В РЭС
АС-50 (3 провода)	м	925	3×0,195	541,1	В РЭС
СИП-3 1×50 (3 провода)	м	232	3×0,445	309,7	В РЭС
Демонтаж разъединителей					
Разъединитель 6 кВ	шт	9	138	1242	В РЭС
Привод ПР	шт	9	4,9	44,1	В РЭС
Демонтаж ТП 6/0,4 кВ					
ТП 6/0,4 250 кВА «шкафного» типа	шт	2	1300	2600	В РЭС
ТП 6/0,4 250 кВА «киоскового» типа	шт	3	1720	5160	В РЭС
ТП 6/0,4 160 кВА «киоскового» типа	шт	1	1530	1530	В РЭС
ТП 6/0,4 160 кВА «шкафного» типа	шт	1	1110	1110	В РЭС
ТП 6/0,4 400 кВА «киоскового» типа	шт	1	2130	2130	В РЭС
Фундамент под ТП (ж/б приставка ПТ)	шт	12	325	3900	В РЭС
Фундамент под ТП (блоки ФБС)	шт	8	970	7760	В РЭС
Ограждение ТП (сетка-рабица)	м2	12	1,75	21	В РЭС
УСПД РиМ 099.02	шт	5	1,5	7,5	демонтаж-монтаж
Демонтаж ВЛ-0,4 кВ					
Стойка деревянная	шт	345	150	51750	В РЭС
Ж/б приставка ПТ	шт	265	250	66250	В РЭС
Ж/б стойка СВ-95	шт	490	900	441000	В РЭС
Металлоконструкции (комплектов)	шт	686	3	2058	В РЭС
Провод А-25 (2 провода)	м	653	2×0,068	89	В РЭС
Провод А-25 (3 провода)	м	867	3×0,068	177	В РЭС
Провод А-25 (4 провода)	м	6448	4×0,068	1754	В РЭС

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Единица измерения	Количество	Масса ед., кг	Общий вес, кг	Примечание
Провод А-25 (5 проводов)	м	317	5×0,068	108	В РЭС
Провод А-35 (2 провода)	м	238	2×0,094	45	В РЭС
Провод А-35 (3 провода)	м	97	3×0,094	27	В РЭС
Провод А-35 (4 провода)	м	7067	4×0,094	2657	В РЭС
Провод А-35 (5 проводов)	м	1328	5×0,064	624	В РЭС
Провод АС-35 (4 провода)	м	1675	4×0,148	992	В РЭС
Провод АС-35 (9 проводов)	м	56	9×0,148	75	В РЭС
СИП-2 3×50+1×50+1×16	м	22	0,843	19	В РЭС
СИП-4 4×50+1×16	м	1533	0,753	1154	В РЭС
СИП-2 3×50+1×70+1×25	м	918	0,989	908	В РЭС
СИП-4 4×50	м	651	0,686	447	В РЭС
СИП-2 3×70+1×70	м	357	1,112	397	В РЭС
СИП-2 3×70+1×70+1×16	м	592	1,179	698	В РЭС
СИП-2 3×50+1×70+1×16	м	504	0,960	484	В РЭС
СИП-2 3×50+1×70	м	92	0,893	82	В РЭС
СИП-4 4×16	м	36	0,269	10	В РЭС
СИП-4 4×16	м	110	0,269	30	В РЭС
СИП-4 2×16	м	334	0,134	45	В РЭС
СИП-4 4×35	м	34	0,502	17	В РЭС
СИП-2 3×35+1×35+1×16	м	100	0,634	63,4	В РЭС
СИП-4 4×70	м	487	0,978	476	В РЭС
СИП-4 4×95	м	50	1,278	64	В РЭС
Устройство ответвлений					
Снятие вводов однофазных	шт	536	-	-	В РЭС
Снятие вводов трехфазных	шт	470	-	-	В РЭС
Приборы учета электроэнергии					
Счетчик	шт	661	1,5	972	демонтаж-монтаж
Шкаф учета	шт	238	8,4	1890	демонтаж-монтаж
Уличное освещение					
Светильник уличного освещения	шт	144	5	720	В РЭС