

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО
ЭНЕРГАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА
МОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

Молодежный 2020 г.

Цель работы

Ознакомиться с устройством и технологией монтажа комплектных трансформаторных подстанций (КТП).

Научиться выполнять ревизию и заказы на комплектующие конструкции для КТП.

Задание к работе

1. Изучить принципиальную электрическую схему КТП.
2. Провести ревизию трансформатора КТП, составить ведомость дефектов.
3. Выполнить монтаж недостающих аппаратов и участков цепей в шкафу низковольтного оборудования.
4. Измерить сопротивление изоляции проводок, проверить непрерывность цепей заземляющих и нулевых защитных проводников КТП.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Трансформаторной подстанцией (ТП) называется электрическая установка, предназначенная для преобразования электрической энергии из одного напряжения в другое и распределения ее потребителям.

ТП, изготовленная в заводских условиях в виде готового блока, называется комплексной трансформаторной подстанцией (КТП).

Конструкция КТП включает три основных части: силовой трансформатор, шкаф высоковольтного оборудования (10кВ), шкаф низковольтного оборудования (0,38/0,22 кВ) [2÷5].

Электрическое соединение оборудования внутри подстанции и подсоединение к нему линий показано на схеме (рис. 16.1). Наименование и функциональное назначение оборудования КТП, изображенного на схеме рис. 1, приведены в табл. 1.

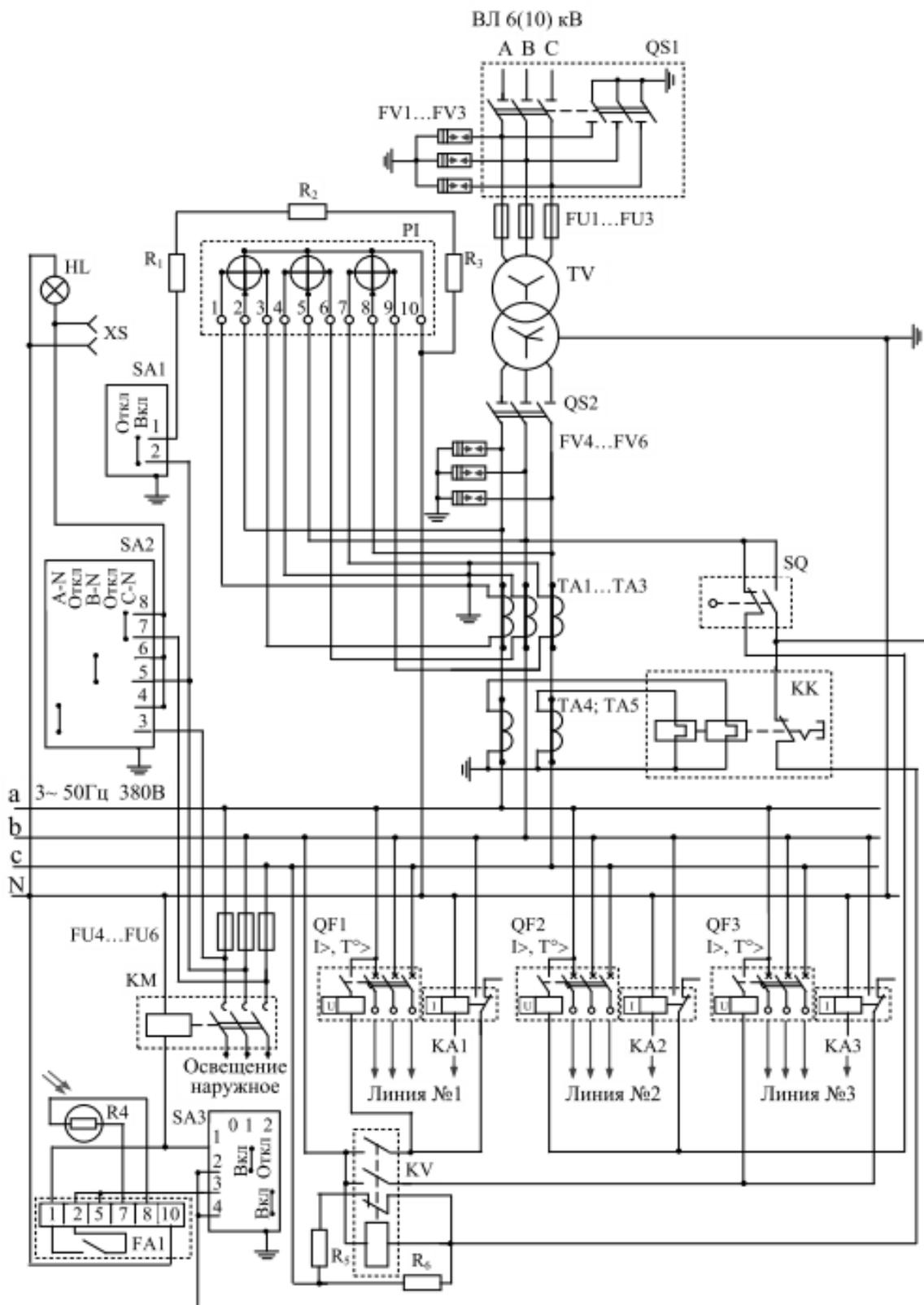


Рис. 1. Электрическое соединение оборудования внутри КТП и подсоединение к нему отходящих линий.

Таблица 1

Обозначение на схеме	Наименование и тип оборудования	Назначение
1	2	3
QS1	Разъединительный пункт РП 1У	Включение и отключение КТП
TV	Трансформатор ТМ-160/10	Преобразование напряжения 10 кВ в напряжение 0,38/0,22 кВ
FU1...FU3	Предохранитель ПК1-10	Защита трансформатора от токов короткого замыкания (ТКЗ)
FV1...FV3	Разрядники РВО-10, РВН-0,5	Защита КТП от атмосферных перенапряжений на линиях 10 и 0,38 кВ
QS2	Рубильник Р-3243	Отключение низковольтного шкафа
TA1...TA5	Трансформатор тока ТК-20УЗ	Снижение тока для подключения счетчика энергии и реле защиты от перегрузок
FU4...FU6	Предохранитель Е 27	Защита линий уличного освещения от ТКЗ
KM	Магнитный пускатель ПМЕ-200	Автоматическое включение и отключение уличного освещения
PI	Счетчик СА4У	Учет потребления активной энергии
R1...R3	Резистор ПЭ-50	Подогрев счетчика в холодное время
SA1	Переключатель ПКП-10	Включение подогрева счетчика
SA2	Переключатель ПКП-10	Подключение лампы на фазы А, В, С для проверки наличия напряжения и освещения шкафа
HL	Лампа накаливания	Сигнализация наличия напряжения на фазах и освещение шкафа
SA3	Переключатель ПКП-10	Переключение на автоматическое или ручное управление уличным освещением
XS	Штепсельная розетка	Переключение приборов и электроинструмента
SQ	Конечный выключатель ВПК-2110	Отключение линий 0,38 кВ при открывании дверцы шкафа
KK	Тепловое реле ТРН-10	Защита трансформатора от токов перегрузки
QF1...QF3	Автоматические выключатели АЗ700	Включение и отключение линии 0,38 кВ
KA1...KA3	Токовое реле РЭ-571Т	Защита линий 0,38 кВ от однофазных замыканий проводов на землю
KV	Промежуточное реле РП-25	Отключение автоматических выключателей линий № 1, 3
R5, R6	Резисторы ПЭ-50	Снижение напряжения на катушке промежуточного реле
R4	Фоторезистор ФКС-Г1	Преобразование светового сигнала в электрический
A1	Фотореле ФР-2УЗ	Автоматическое управление магнитным пускателем

Мачтовые трансформаторные подстанции типа МТП мощностью 25–100 кВА напряжением 6 (10) кВ, представляют собой однострановые подстанции наружной установки (рис. 2) и служат для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, отдельных населенных пунктов, небольших промышленных объектов и других потребителей в районах с умеренным климатом (от -45°C до $+40^{\circ}\text{C}$).

Принципиальная электрическая схема МТП (рис. 3) аналогична схеме, приведенной на рис. 1, однако имеются и отличия: подключение линий №1 - №3 осуществляется с помощью рубильников Q2–Q4, а защита от токов короткого замыкания выполнена предохранителями FU7–FU15.

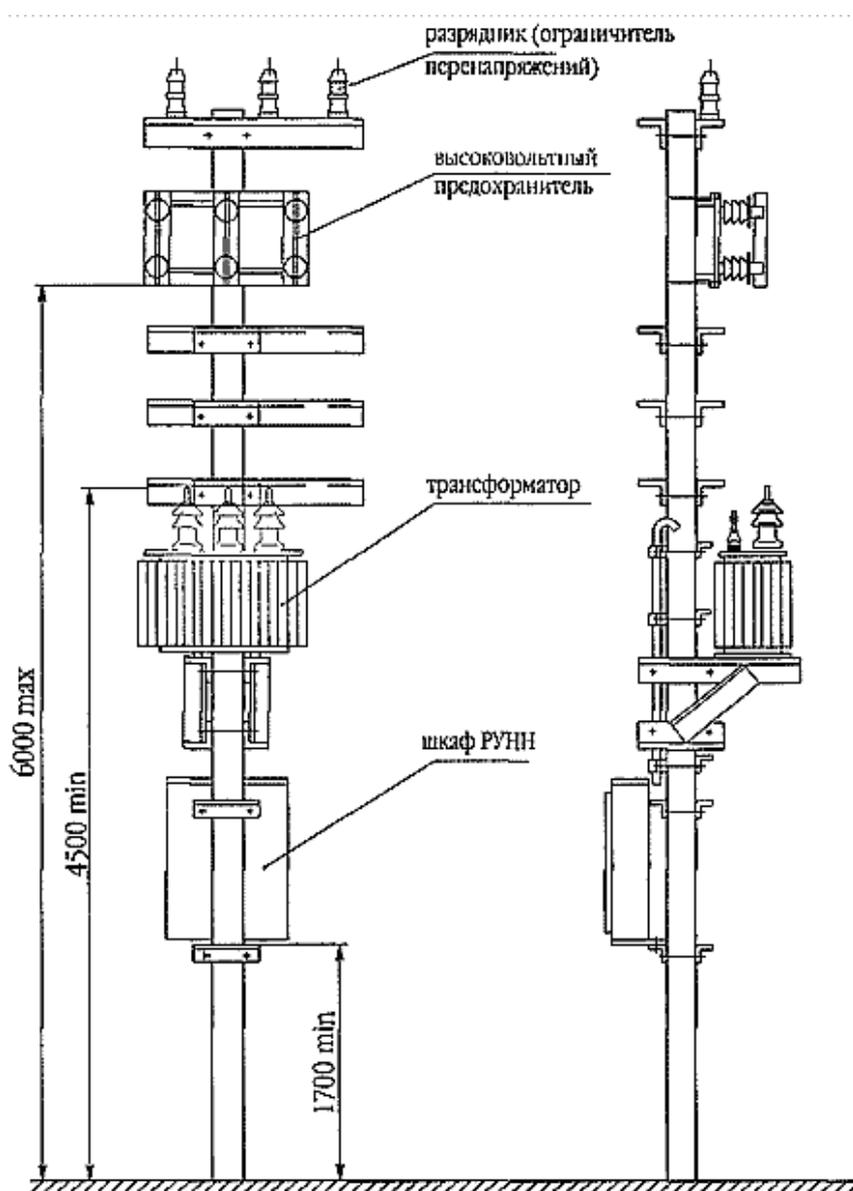


Рис. 2.

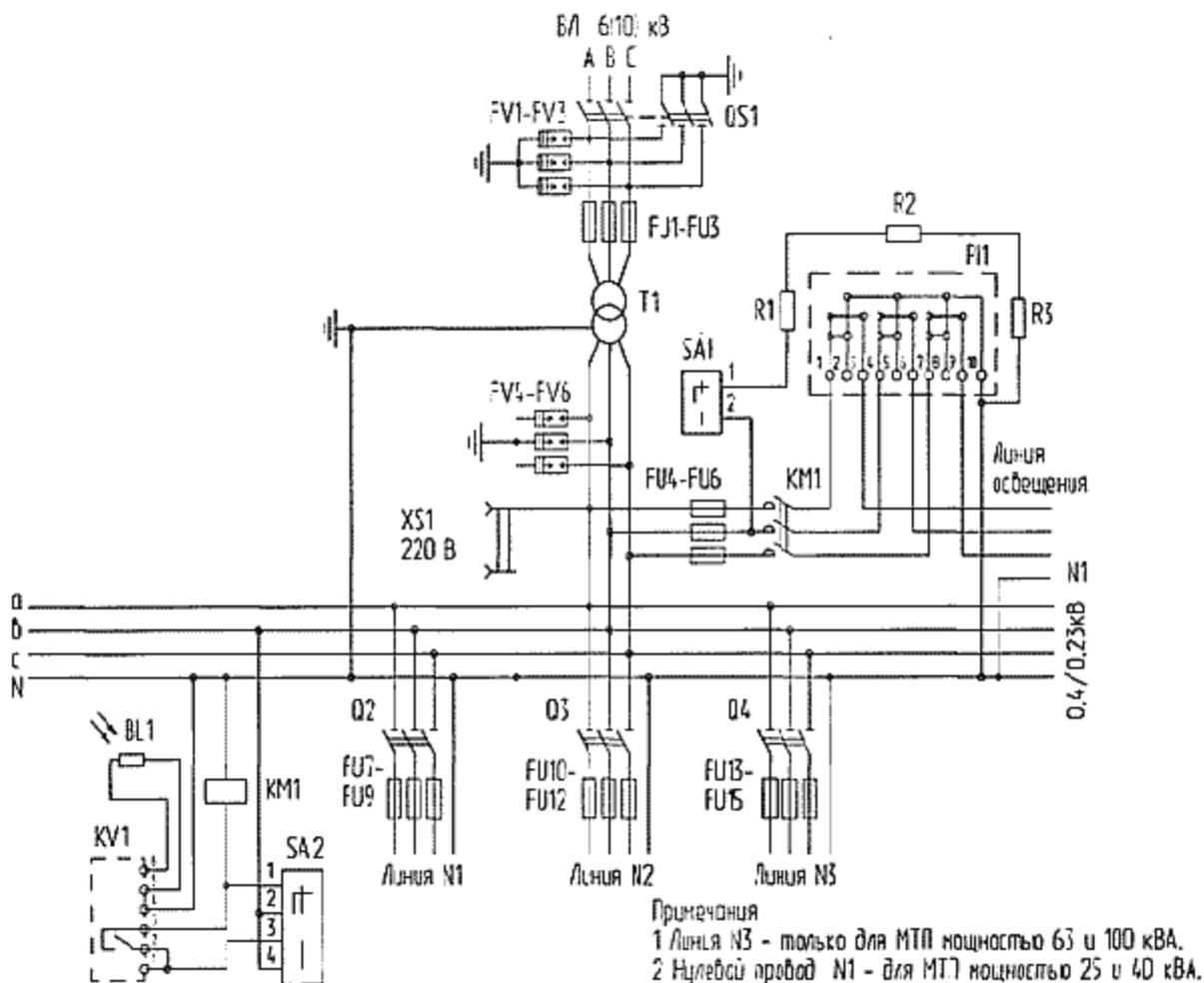


Рис. 3.

Ревизия оборудования КТП. Ревизию КТП проводят при получении со склада, приемки от заказчика и сдаче в эксплуатацию.

До начала ревизии должно быть проверено: наличие паспорта и другой заводской документации на КТП и комплектующее оборудование, комплектность ТП в соответствии с заводской документацией; целостность корпусов КТП и блоков, отсутствие вмятин; наличие и прочность закрепления оборудования, приборов, ошиновки, электропроводок.

В ходе ревизии оборудование очищают от пыли и грязи, проверяют все контактные и резьбовые соединения, исправность изоляции и состояние покраски. Для протирки используют чистую ветошь, смоченную неэтилированным бензином. В ревизию входит внешний осмотр оборудования.

В трансформаторе без вскрытия и подъема сердечника проверяют: целостность бака, радиаторов и наличие арматуры трансформатора; отсутствие трещин, сколов на изоляторах; комплектность гаек и состояние резьбы выводов; наличие и уровень масла в расширительном бачке; отсутствие течи масла в уплотнениях крышки, кранах, радиаторах, изоляторах и др. При осмотре удаляют временные уплотнения и пробки.

В опорных изоляторах, высоковольтных предохранителях проверяют: отсутствие трещин, сколов фарфора; крепление колпачков и фланцев изоляторов; присоединение контактных устройств, исправность пружинящих скоб и контактов; надежность крепления патронов предохранителей в контактах, целостность и герметичность патронов предохранителей; целостность плавкой вставки и исправность указателя срабатывания.

В разрядниках и проходных изоляторах проверяют: отсутствие повреждений и загрязнений фарфора; крепление изоляторов и разрядников к корпусу; наличие и состояние крепежных деталей, проходных шпилек, уплотнений; присоединение ошиновки; присоединение заземляющих перемычек разрядников.

Запрещается очищать металлическими предметами или инструментами поверхности изоляторов и разрядников от следов краски и других загрязнений.

В рубильниках, переключателях проверяют: надежность крепления к основанию; свободу перемещения рукоятки; работу блокировок; состояние подвижных и неподвижных контактов, надежность их замыкания; подключение шин и проводов.

В автоматических выключателях, магнитных пускателях, реле проверяют: целостность корпусов и крепление; опробуют работу контактной системы вручную на включение и отключение; отсутствие перекосов и заеданий при работе подвижной системы; тепловое реле; замыкание и размыкание контактов в первичной и вторичных цепях; надежность присоединений и состояние изоляции проводок.

В счетчиках и трансформаторах тока проверяют надежность закрепления, присоединение проводов, функционирование выключателей, кнопок при ручном переключении. Расстояние между неизолированными токоведущими частями, а также между ними и металлическими нетоковедущими частями должно быть не меньше 20 мм по поверхности изоляции и 12 мм по воздуху.

В разъединителе РЛНД-10 проверяют: комплектность, крепление изоляторов к раме; отсутствие трещин, сколов опорных изоляторов; крепление колпачков, фланцев и токоведущих частей к изоляторам; состояние контактной части ножей, пружин; легкость вхождения в контакты токоведущих и заземляющих ножей (ножи должны входить по центру контактов без перекосов и ударов). Между витками контактных пружин при включенном состоянии должен оставаться зазор не менее 0,5 мм.

В приводе ПРН-10М проверяют: перемещение рукоятки переключений; состояние и работу блокировок.

Акт на приемку в монтаж КТП оформляют представители заказчика и подрядчика.

Строительно-монтажные работы. До начала работ изучить проектно-сметную документацию, составить графики производства работ и поставки материалов и оборудования на объект. Место размещения ТП должно быть согласовано с заказчиком и отмечено специальным пикетом. Монтаж ТП организуют в две стадии индустриальными методами с максимальной механизацией работ.

Первая стадия (выполняют в мастерских) включает: проверку комплектности ТП, ревизию, предварительную наладку и испытания оборудования, изготовление нетиповых деталей и т.п.

Вторая стадия включает: монтаж конструкций и оборудования непосредственно на объекте.

Расстояния между КТП и опорами (рис. 2), габаритные размеры до проводов и других сооружений выбирают по ПУЭ и типовому проекту. Сопротивление заземляющего устройства должно соответствовать проекту. Все

металлические части КТП должны зануляться и заземляться, а разъединительного пункта – заземляться.

Последовательность выполнения строительно-монтажных работ. Проверяют комплектацию материалов и оборудования, она должна быть 100 %-ной. Подготавливают подъезды для доставки материалов и последующей эксплуатации ТП, завозят материалы. Территорию планируют с уклоном для отвода ливневых вод.

В соответствии с типовым проектом размечают места установки стоек КТП и траншей для монтажа заземляющего устройства. Котлованы под стойки размечают так, чтобы линия, проходящая через их центры, была перпендикулярна оси ВЛ 10 кВ, а центр КТП совпадал с осью ВЛ (см. рис. 4). Бурение котлованов под стойки и установку стоек выполняют при помощи бурильно-крановых машин, стойки устанавливают в котлован на подсыпку из гравия высотой 300 мм или на бетонную плиту, засыпают котлованы со стойками песчано-гравийной, смесью с послойным трамбованием.

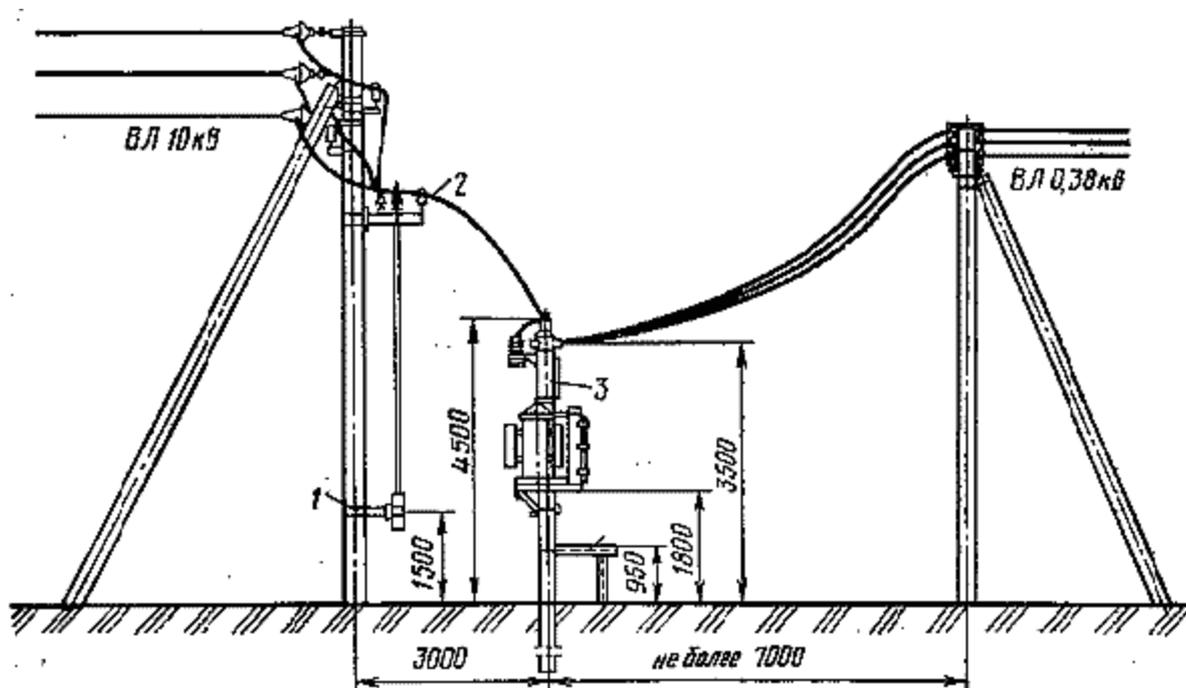


Рис. 4. Размещение и присоединение МТП к ВЛ 10 и 0,38 кВ:

1 – привод разъединителя; 2 – провод 10 кВ; 3 – МТП

На стойки монтируют металлоконструкции и устанавливают КТП. После выверки положения по уровню и отвесу КТП закрепляют болтами, все металлоконструкции окрашивают антикоррозийными красками (рис. 5, а). Для обслуживания КТП площадку устанавливают на шарнирах (после окончания работ площадку поднимают и запирают).

На КТП монтируют проходные изоляторы, разрядники, изоляторы ВЛ 0,38 кВ. Фотореле устанавливают так, чтобы исключить срабатывание от света фар автомашин. Контактные поверхности зачищают и смазывают техническим вазелином. На концевой опоре ВЛ 10 кВ монтируют разъединительный пункт, включающий разъединитель и привод (рис. 5, б).

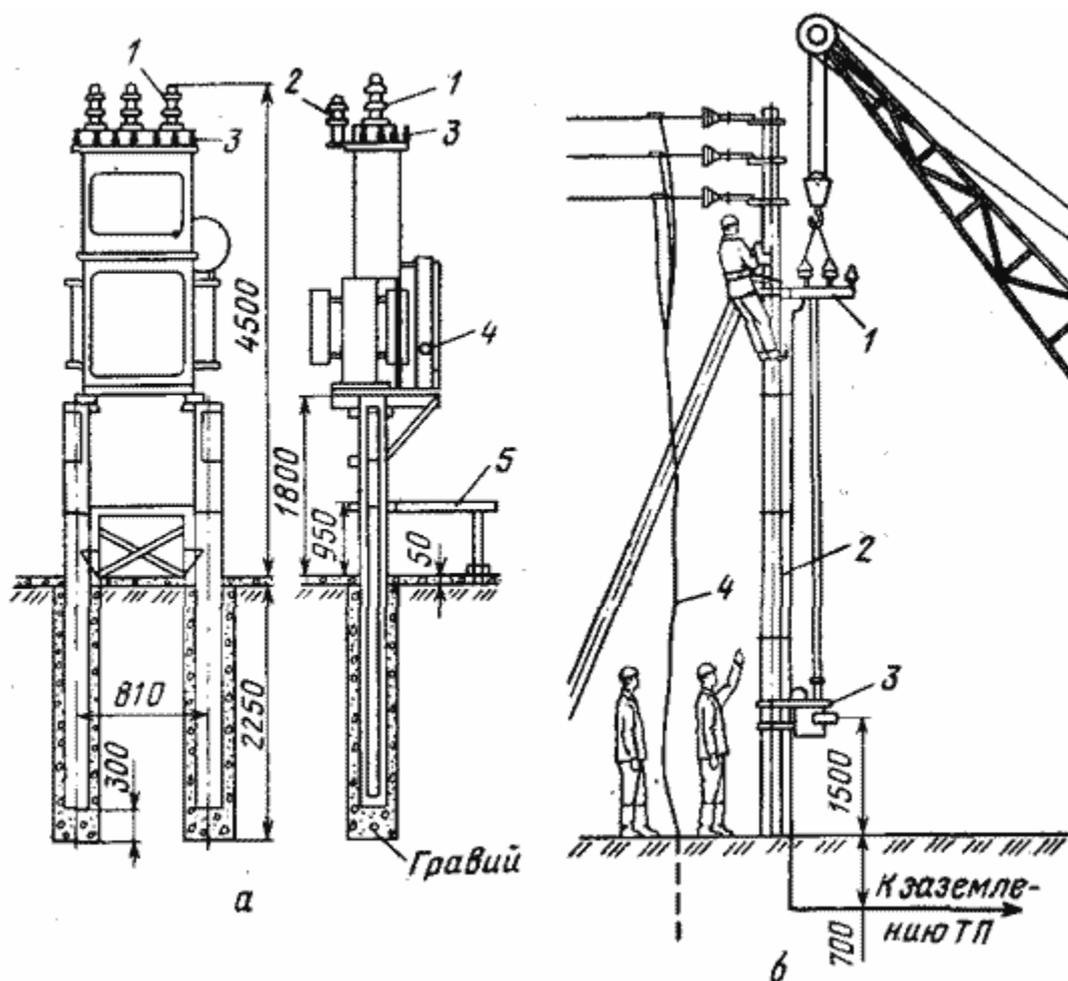


Рис. 5. Монтаж КТП и разъединителя: а) – нормируемые установочные размеры КТП: 1 – проходные изоляторы 10 кВ; 2 – разрядники; 3 – изоляторы 0,38 кВ; 4 – фотореле; 5 – площадка; б) – монтаж разъединителя 10 кВ: 1 – разъединитель; 2 – заземляющий проводник; 3 – привод; 4 – переносное заземление

Монтаж заземляющего устройства. Заземляющее устройство выполняют в траншее из заземлителей (из круглой стали диаметром 12 мм и длиной 5 м), погруженных в грунт наклонно или вертикально, и соединяют между собой перемычками на сварке. Заземляющие проводники присоединяют к корпусу КТП. При отсутствии механизмов пробивку скважин для заземлителей выполняют вручную при помощи штыка из стали диаметром 12...14 мм со стальным заостренным наконечником диаметром 16...18 мм. На штык крепят переставляемую ручку, в скважину подливают воду (рис. 6, а, б).

К заземляющему устройству присоединяют корпус, привод разъединителя, все металлические части оборудования и аппаратов КТП, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции. После монтажа заземляющее устройство до засыпки траншеи осматривают заказчик и подрядчик и составляется акт на скрытые работы.

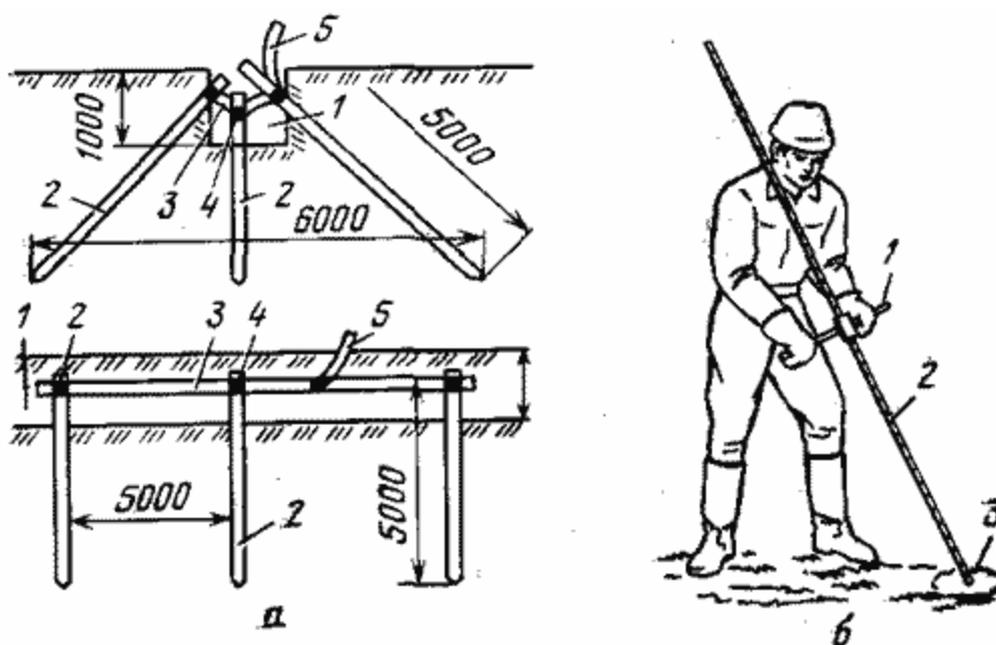


Рис. 6. Монтаж заземляющего устройства КТП: а) – конструктивные размеры заземляющего устройства из наклонных и вертикальных заземлителей: 1 – траншея; 2 – заземлители; 3 – перемычки; 4 – сварные соединения; 5 – заземляющие проводники; б) – техника погружения наклонных заземлителей вручную: 1 – переставная ручка; 2 – штык; 3 – вода.

Подготовка КТП к сдаче в эксплуатацию. На КТП укрепляют предупредительные плакаты, выполняют надписи, маркировку, осматривают оборудование. Рукоятки всех аппаратов устанавливают в положение "Отключено". Проверяют наличие и надежность присоединения заземляющих проводников и заземляющего устройства. Проверяют исправность и соответствие проекту подключаемых ВЛ 0,38 кВ и плавких вставок предохранителей для их защиты. Очищают КТП и щиты от посторонних и забытых предметов.

Включение КТП, с разрешения Госэнергонадзора, осуществляет эксплуатационный персонал трехкратным толчком.

ЗАЯВКА

В соответствии с вариантом задания (табл. 3 стр. 109) составляем заявку (табл. 2) на материалы, металлоконструкции, инструменты и оборудование для монтажа КТП по заданию

Таблица 2

1	2	
Наименование	Количество	
Стойка УСД-3А	2	
Швелер	2	
Ригель	10	
Хомут	10	
Стойка	2	
Опора	2	
Подкос	2	
Уголок Б50*50*5	4	
Круг В12	2	
Сосна 2 ой сорт	2	
Болт М16*35.46	4	
Гайка М16.4	12	
Шайба 16	20	
Шплинт 4*25	4	
Гвоздь 4*80	8	
Наименование	Тип	Количество
Разделительный пункт	ЛРП	1
Трансформатор	ТМ-10	1
Предохранитель	ПК1-10	3
Раздельник	РВО-10	3

Рубильник	Р-31 УЗ	1
Трансформатор тока	ТК-20 УЗ	3
Разрядник	РВН-1У1	3
Предохранитель	Е27;П-25/3803	3
Магнитный пускатель	ПМЕ-211	1
Счетчик	САЧУ-U612М	1
Резистор	ПЭ-75	3
Выключатель карболитовый бытовой		1
Переключатель	ПНОф-45*3333333	1
Лампа накаливания	НВ-27	1
Предохранитель	Е27;П-25/3803	3
Розетка штепсельная		1
Выключатель автоматический	АП50-2МЗТО	1
Выключатель автоматический	АП50-2МЗТО	1
Выключатель автоматический	АП50-2МЗТО	1
Переключатель	ПК10-I-2-II	1
Фотореле	ФР-2	1
Фоторезистор	ФСК-Г1	1

ТРЕБОВАНИЯ

Составляем технические требования на монтаж КТП.

До начала работ изучается проектно-сметная документация, составляются графики производства работ и поставки материалов и оборудования на объект. Место размещения КТП должно быть согласно с заказчиком и отмечено специальным пикетом. Монтаж КТП организуют в две стадии промышленными методами с максимальной механизацией работ. Первая стадия (выполняют в мастерских) включает: проверку комплектности КТП, ревизию, предварительную наладку и испытания оборудования, изготовление нетиповых деталей и т. п. Вторая стадия включает: монтаж конструкций и оборудования непосредственно на объекте. Расстояния между КТП и опорами (рис. 3), габаритные размеры до проводов и других сооружений выбирают по ПУЭ и типовому проекту. Сопротивление заземляющего устройства должно соответствовать проекту. Все металлические части КТП должны зануляться и заземляться, а разъединительного пункта – заземляться. Последовательность выполнения работ Проверить комплектацию материалов и оборудования, она

должна быть 100%-ной. Подготовить подъезды для доставки материалов и последующей эксплуатации ТП, завезти материалы. Территорию планируют с уклоном для отвода ливневых вод. В соответствии с типовым проектом размечают места установки стоек КТП и траншей для монтажа заземляющего устройства. Котлованы под стойки размечают так, чтобы линия, проходящая через их центры, была перпендикулярна оси ВЛ 10кВ, а центр КТП совпадал с осью ВЛ. Бурение котлованов под стойки и установку стоек выполняют при помощи бурильно-крановой машины, стойки устанавливают в котлованы на 75 подсыпку из гравия высотой 300 мм или на основную плиту, засыпают котлованы со стойками песчано-гравийной смесью с послойным трембованием. На стойки монтируют металлоконструкции и устанавливают КТП. После выверки положения по уровню и отвесу КТП закрепляют болтами, все металлоконструкции окрашивают антикоррозийными красками. Для обслуживания КТП площадку устанавливают на шарнирах (после окончания работ площадку поднимают и запирают). На КТП монтируют проходные изоляторы, разрядники, изоляторы ВЛ 0,4кВ. Фотореле, предназначенное для автоматического включения уличного освещения, устанавливают так, чтобы исключить срабатывание от света фар автотранспорта. Контактные поверхности зачищают и смазывают техническим вазелином. На концевой опоре ВЛ 10кВ монтируют разъединительный пункт, включающий разъединитель и привод.

ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ

Ведомость дефектов (ВД) является текстовым технологическим документом о производстве электротехнических измерений, наглядно отражающая все недочеты и погрешности, выявленные в процессе производства испытаний электроустановки. ВД применяют совместно с маршрутной картой (МК) на установку и монтаж КТП.

ВД разрабатывают для указания характерных дефектов оборудования (составных частей) и средств изменений (контроля), необходимых для выявления указания устранения дефектов.

Помимо описания самого выявленного дефекта в ведомости указывается конкретная ссылка на ПУЭ, ПТЭЭП, ГОСТ или какой-либо еще нормативный документ, которому не соответствует выявленная неисправность.

Назначение данного документа – четко обозначить собственнику электроустановки (КТП) неисправности, при которых эксплуатация электроустановки может быть опасна, для их последующего устранения. После устранения замечаний электро-технической лаборатории (ЭТЛ) осуществляется повторный выезд специалистов электротехнической лаборатории для выполнения контрольного осмотра и испытаний, по завершении которых Заказчику выдается Технический отчет с незаполненной ведомостью дефектов.

Перед составлением ВД, на начальном этапе, необходимо произвести осмотр электрической части ТП, а затем включить в ведомость констатирующую часть результатов измерений проведенных ЭТЛ.

При осмотре должно быть проверено:

1. Состояние опорных и проходных изоляторов - отсутствие пыли, трещин и наколов, а также следов перекрытия.

2. Исправность освещения. Осветительная арматура должна быть установлена таким образом, чтобы было обеспечено ее безопасное обслуживание (смена ламп и т.д.).

3. Отсутствие посторонних шумов в работающем трансформаторе, отсутствие разрядов, потрескивания на выводах трансформатора, загрязненность.

4. На расширителе трансформатора рядом с маслоуказательным стеклом, нанесены три контрольные черты, указывающие повышение и понижение уровня масла в расширителе при изменении температуры окружающего воздуха. Наличие термометра определяет температуру верхних слоев масла в трансформаторе, температура не должна превышать 95° по термометру. Указатели уровня масла маслонаполненных трансформаторов и аппаратов, характеризуют состояние оборудования.

5. Отсутствие течи и просачивания масла через уплотнение, уровень масла в стекле маслоуказателя, отсутствие масла на полу под трансформатором, заземление бака и крышки трансформатора, состояние контура защитного заземления – места стыков.

6. Состояние контактов на шинах трансформатора по их внешнему виду, наличие термоиндикаторов, их состояние.

7. Качество покраски трансформатора, двери камеры с внутренней стороны.

8. Наличие надписей на каждой камере и внутри камеры РУ (диспетчерское наименование), над приводами аппаратов (ВН и РВ) должны быть надписи, указывающие назначение аппарата – наименование присоединения и положения "включено", "отключено".

9. Состояние окраски камер РУ и приводов управления коммутационных аппаратов. Ячейки должны быть окрашены в светлые тона, а приводы выключателей нагрузки, разъединителей - в темные цвета. Рукоятка привода заземляющих ножей должна быть окрашена в красный цвет, а заземляющие ножи – в черный цвет или чередующимися вдоль ножа красными и белыми полосами.

10. Наличие места для наложения переносных защитных заземлений на токоведущие части. Места, предназначенные для наложения переносных заземлений, не закрашиваются, а зачищаются и смазываются техническим вазелином. Обе стороны места для наложения заземления отмечаются черной полоской.

11. Наличие контура защитного заземления, присоединение заземления к ячейкам.

12. Ячейки должны быть закрыты на замки.

13. Наличие приспособления для запираания приводов коммутационных аппаратов в отключенном положении, целостность автоматов, отсутствие следов перекрытия, нагрева контактных соединений, состояние дугогасящих

рожков, шунтирование ВН, РВ, автоматов, рубильников. Наличие и состояние предохранителей.

14. Двери РУ6-10кВ могут закрываться самозапирающимися или обычными замками. Ключи РУ-6кВ не должны подходить к замкам РУ0,4кВ.

15. Отсутствие течи масла из маслонаполненных аппаратов (МВ, измерительных трансформаторов напряжения.).

16. Состояние кабелей в ячейках, концевых заделок, отсутствие трещин и вытекания мастики из кабельных воронок, окраска кабельной брони, наличие заземления брони, снят ли джутовый покров, состояние кабельных каналов.

17. Состояние контактов подключения подшинок к кабелям, шинам по их внешнему виду – отсутствие окалины, местного нагрева. При наличии термоиндикаторов их состояние.

18. Нет ли трещин и сколов на изоляторах, на ошиновке, ножах разъединителей и выключателей нагрузки, отсутствие пыли. Проверить отсутствие зашунтированных разъединителей.

19. Проверить правильность окраски (расцветки) сборных шин.

20. Уровень масла в МВ не должен выходить за контрольные отметки при максимальных и минимальных значениях температуры окружающей среды.

21. В РУ 0,4кВ проверить отсутствие зашунтированных автоматов и рубильников.

22. На корпусах предохранителей ПК, ПН должна быть нанесена надпись о величине тока плавкой вставки, отсутствие некалиброванных предохранителей.

23. В РУ не должно быть неогражденных токоведущих частей, расположенных на высоте, доступной для ошибочного прикосновения .

24. Должны быть надписи на н/в щитах о наименовании присоединений. Надписи наносятся возле рукоятки рубильника и должны соответствовать названию присоединению. Обозначено положение рубильника "включено", "отключено".

25. Осмотреть контактную часть рубильника, соединение подшинок к шинам, рубильникам (отсутствие местного нагрева, окалины).

Кроме того, при осмотре ТП необходимо обратить внимание на характерные и часто встречающиеся дефекты ТП.

Применительно к РУ 6-10 кВ к ним относятся:

1. Отсутствие нумерации, диспетчерских обозначений
2. Отсутствие цветного обозначения шин
3. Наброс, наличие посторонних предметов у токоведущих частей.
4. Штыревые изоляторы: сколы; загрязнения; разрушение
5. Проходные изоляторы: сколы; загрязнения; разрушение
6. Опорные изоляторы: сколы; загрязнения; разрушение
7. Изоляторы муфты кабеля: сколы; загрязнения; разрушение
8. Повреждение уплотнения проходного изолятора
9. Повреждение корпуса муфты кабеля
10. Повреждение контактов разъединителя, выключателя нагрузки
11. Повреждение контактов предохранителя
12. Повреждение оболочки плавкой вставки предохранителя
13. Наличие нестандартной плавкой вставки предохранителя
14. Повреждение тяги привода разъединителя, выключателя нагрузки
15. Повышенный нагрев болтовых соединений ошиновки
16. Повреждение ошиновки
17. Повреждение трансформатора тока
18. Повреждение трансформатора напряжения
19. Повреждение привода выключателя
20. Повреждение полюса выключателя
21. Повреждение блокировки разъединителя, выключателя нагрузки
22. Повреждение блокировки выключателя (масляного, вакуумного)
23. Повреждение вентильного разрядника
24. Течь масла из маслonaполненного выключателя
25. Течь масла из трансформатора напряжения

26. Понижение масла в маслонаполненном аппарате
27. Повреждение устройства РЗиА
28. Повреждение устройства подогрева аппаратов
29. Повреждение компенсирующего устройства

Применительно к силовому трансформатору РУ 6-10 кВ к ним относятся:

1. Повреждение ввода 6-10 кВ
2. Течь масла
3. Повреждение корпуса трансформатора
4. Повышенный шум трансформатора
5. Повреждение ввода 0,4-0,23 кВ
6. Повреждение устройства регулирования напряжения
7. Повреждение термометра
8. Повреждение бака расширителя
9. Загрязнение корпуса трансформатора
10. Загрязнение ввода 0,23-10 кВ
11. Повреждение опорной части трансформатора
12. Повреждение указателя уровня масла
13. Дефект контакта ввода 0,4-10 кВ
14. Обрыв в цепи заземления корпуса
15. Обрыв (отсоединение) шины нейтрали
16. Изменение цвета силикагеля
17. Повреждение устройства регулирования нагрузки
18. Длительная нагрузка сверх допустимой
19. Недостаточный уровень масла

Применительно к РУ 0,4 кВ к ним относятся:

1. Отсутствие нумерации, диспетчерских обозначений
2. Отсутствие цветного обозначения шин
3. Наброс, наличие посторонних предметов у токоведущих частей
4. Скол опорного, проходного изолятора (втулки)
5. Загрязнение опорного, проходного изолятора

6. Разрушение опорного, проходного изолятора
7. Разрушение покрытия изолированного провода
8. Повреждение контактов рубильника
9. Повреждение контактов предохранителя
10. Повреждение оболочки плавкой вставки предохранителя
11. Наличие нестандартной плавкой вставки предохранителя
12. Повреждение рукоятки, тяги рубильника (выключателя)
13. Повышенный нагрев болтовых соединений шин
14. Повреждение шин
15. Повреждение трансформатора тока
16. Повреждение выключателя
17. Повреждение разрядника
18. Загрязнение изоляции разрядника
19. Повреждение счетчика электроэнергии
20. Повреждение устройства автоматики (АВР, АПВ и т. д.)
21. Повреждение конденсатора
22. Повреждение батареи конденсатора
23. Повреждение устройства включения уличного освещения
24. Повреждение устройств подогрева аппаратуры
25. Повреждение кабельной муфты кабельного ввода

Обнаруженные при осмотре недостатки должны записываться в листки осмотра, с указанием даты осмотра, с последующим внесением их в журнал дефектов оборудования табл. 3.

Таблица 3

Дата и время записи	Наименование оборудования дефекта, подпись производящего запись	Подпись и замечания руководителя	Подпись ответственного лица	Отметки об устранении дефектов, произведенные операции, подпись, дата
1	2	3	4	5

ИЗМЕРЕНИЯ

Результаты измерения сопротивления изоляции проводов и кабелей, исправности цепей заземления и нулевых защитных проводников КТП заносятся в соответствующие протоколы.

ПРОТОКОЛ № 1

проверки цепи фаза-ноль в электроустановках до 1 кВ с глухим заземлением нейтрали

Наименование показателя размерность	Номер пункта нормативного документа (НД)		Значение параметра по НД, А	Допуск на параметр по НД	Фактическое значение параметра, А	Погрешность измерения параметра, %	Вывод о соответствии
	На требование	На метод испытаний					
Ток короткого замыкания, А	ГОСТ Р50571.16-2007 612.6.3; ПУЭ 1.8.39.4; ПТЭЭП Приложение 3 табл.28.4	МИ-4	верхний предел измерения – 1000 А; наибольшее предельное значение – 960 А;	ОСТ 1 00377-80 45 А	см. таблицу 1	10	см. таблицу 1

Таблица 1

№ п/п	Наименование защищаемого элемента	Тип аппарата защиты	I _{ном.пл.} или I _{тепл.расц.} , А	I _{плав.вставки} , А I _{уст.эл.магн.расц} , А	I _{од.кз} , А	I _{откл} = I _{плав.вст.} × 3 = (1,15 ^{±1,2}) × I _{уст.расц} × 1,4	I _{откл} ≤ I _{од.кз}	Время отключения, сек		Вывод о соответствии нормативным документам
								Значение параметра по НД, допуск	по I-t характер.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Измерительные приборы

Тип применяемого ИО или СИ	Заводской №	Диапазон измерений	Класс точности	№ аттестата (свидетельства)	Дата аттестации (поверки)	
					последняя	очередная
см. Приложение 1						

Заключение:

- Результаты измерений соответствует требованиям ПУЭ 1.8.39.4 за исключением п.п. 2, 17, 93, 100, 139, 141, 143, 157, 159, 220, 221, 231, 242-244, 325, 655-657, 659, 838, 839, 889, 931, 933.
- Измерения выполнены в соответствии с ПУЭ п. 1.7.79

ПРОТОКОЛ №3

проверки сопротивления изоляции проводов, кабелей и электрических машин

Наименование показателя размерность	Номер пункта нормативного документа (НД)		Значение параметра по НД, Ом	Допуск на параметр по НД	Фактическое значение параметра, Ом	Погрешность измерения параметра, %	Вывод о соответствии
Сопротивление Ом	ПУЭ п.1.8.34 табл. 1.8.39	п. 612.3 стандарта МЭК 364-6-61	0,5 МОм	≤ 0,575 МОм ≤ 0,575 МОм	см. таблицу 1	±15% ±1% (от дл. шкалы)	см. таблицу 1

Таблица 1

№ п/п	Наименование линий, электрических машин по проекту, рабочее напряжение	Марка провода, кабеля, количество жил, сечение провода, кабеля (мм ²)	Напряжение мегаомметра (В)	Допуст. сопротивления изоляции (МОм)	Сопротивление изоляции, (МОм)										Вывод о соответ. норматив докумен.
					A-B	B-C	C-A	A-N (PEN)	B-N (PEN)	C-N (PEN)	A-PE	B-PE	C-PE	N-PE	
					L ₁ -L ₂	L ₂ -L ₃	L ₃ -L ₁	L ₁ -N	L ₂ -N	L ₃ -N	L ₁ -PE	L ₂ -PE	L ₃ -PE		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Измерительные приборы

Тип применяемого ИО или СИ	Заводской №	Диапазон измерений	Класс точности	№ аттестата (свидетельства)	Дата аттестации (поверки)	
					последняя	очередная
см. Приложение 1						

Заключение:

Сопротивление изоляции проводов и кабелей соответствует ПУЭ издание 7 п. 1.8.37 п.п. 2; ПТЭЭП приложение 3.1 таб.37–электрические сети допускаются в эксплуатацию.

ПРОТОКОЛ №4
испытания непрерывности защитных, РЕ- проводников
и проводников системы уравнивания потенциалов

Наименование показателя размерность	Номер пункта НД на требование		На метод испытаний	Значение параметра по НД		Допуск на параметр по НД	Фактическое значение параметра	Погрешность измерения параметра, %	Вывод о соответствии
	Сечение	Переходное сопротивление контактов		Сечение	Переходное сопротивление контакта, Ом				
Сечение непрерывность проводников и переходное сопротивление контактов	ПУЭ п. 1.7.113 табл. 1.7.4 п. 1.7.131 п. 1.7.126 табл. 1.7.5 п. 1.7.134 п. 1.7.137	ПТЭЭП п. 28.5, п. 26.1 ГОСТ 10434 ГОСТ Р 50571.16-99 ПУЭ п. 1.7.79	МИ-1	1. Стальные в земле Прямоугольные $S \geq 100 \text{ мм}^2$ 2. Проложенные совместно с фазами проводниками $S < 16 \text{ мм}^2 \Rightarrow S$; $16 \leq S \leq 35 \text{ мм}^2 \Rightarrow 16 \text{ мм}^2$; $S > 35 \text{ мм}^2 \Rightarrow S/2$. 3. Отдельно проложенные проводники $2,5 \text{ мм}^2$ – защищенные; 4 мм^2 – не защищенные; AL – 16 мм^2	1. Болтовое соединение $R_{\text{конт}} = 0,05$ 2. Сварные соединения не нормируются	не более	см. таблицу	3	см. таблицу

Таблица 1

Наименование шины, открытой (сторонней) проводящей части, относительно которой производится измерение	Проверяемая установка (открытая) проводящая часть, шина	Наименование и характеристика проводников	Значение параметра по НД		Фактическое значение параметра (результаты измерений)			Вывод о соответствии
			Сечение, мм ² (диаметр, мм)	Сопротивление контакта, Ом	Сечение, мм ² (диаметр, мм)	Сопротивление контакта, Ом	Непрерывность проводников	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ввод 1								

Измерительные приборы

Тип применяемого ИО или СИ	Заводской №	Диапазон измерений	Класс точности	№ аттестата (свидетельства)	Дата аттестации (поверки)	
					последняя	очередная
см. Приложение 1						

Заключение:

1. Сечение защитных, заземляющих, РЕ– проводников соответствуют требованиям ПУЭ п. 1.7.113, табл. 1.7.4, п. 1.7.134, п. 1.7.126, табл. 1.7.5, п. 1.7.137.
2. Метеорологические данные: $t =$; $p =$ мм.рт. ст.
3. Дополнительные данные:

Литература.

1. Правила устройства электроустановок: ПУЭ: утв. Минэнерго России 08.07.02: введ. в действие с 01.01.03 – 7-е изд., измен. и доп. – М.: Главгосэнергонадзор, 2002.

2. Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учеб. пособие / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин; под ред. Н.Ф. Котеленца. – 3-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2005.
3. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учебник для ВУЗов / И.Р. Владыкин, А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран. – М.: Изд-во "КолосС", 2007.
4. Справочник электрика / Э.А. Киреева. – М.: Изд-во "КолосС", 2007.
5. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для проф. учеб. заведений / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Высш. шк., 2003.
6. Технология электромонтажных работ / Ю.Д. Сибикин. – М.: Высш. шк., 2002.