

РАО "ЕЭС России"
АО РОСЭП
(Сельэнергопроект)

**РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ**
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА

(РУМ)

11
1999

Москва

**СЕЛЬСКИЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
СЕТИ**

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТКРЫТОГО ТИПА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
СЕТЕВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

АО РОСЭП

**РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Ноябрь

Москва 1999

СОДЕРЖАНИЕ

стр

03. Подстанции

ИММ № 03.20-99 от 05.08.99 Информационный сборник сельских КТП 10/0,4 кВ (Дополнение № 3).....	3
ИММ № 03.13-99 от 12.05.99 Статья об областях применения наиболее распространенных ОПН.....	35
ИММ № 03.15-99 от 12.05.99 Статья о рекомендациях по ограничению перенапряжений при коммутациях вакуумными выключателями.....	37

07. Общие вопросы

ИММ № 07.08-99 от 12.05.99 Статьи, способствующие совершенствованию работ в электросетях.....	44
---	----

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских
электрических сетей**

05.08.99

03.20-99

N _____

Москва

Информационный сборник
сельских КТП 10/0,4 кВ
(Дополнение № 3)

Публикуем Дополнение № 3 к Информационному сборнику сельских комплектных трансформаторных подстанций напряжением 10/0,4 кВ, применяемых для электроснабжения потребителей в сельской местности.

Информационный сборник ИС.СЭС.4, к которому выполнено настоящее дополнение был опубликован в РУМ №10, 1994 г.; дополнение № 1 к информационному сборнику было опубликовано в РУМ № 8, 1996 г., дополнение № 2 к информационному сборнику было опубликовано в РУМ № 10, 1999 г.

В дополнении № 3 Сборника включена техническая информация о следующих электроустановках;

1. Комплектные закрытые трансформаторные подстанции напряжением 10(6)0,4 кВ мощностью до 2х630 кВА в металлических контейнерах типа 2КТПНУ-10 полной заводской готовности (АО АЛЬСТОМ Свердловский ЭМЗ).
2. Подстанции трансформаторные столбовые 10/0,4 кВ мощностью 25, 40, 63 кВА с комбинированным аппаратом "предохранитель-разъединитель 10 кВ".
3. Секционирующие пункты для воздушных линий электропередачи напряжением 6(10) кВ с вакуумным (масляным) выключателем Люберецкого ЭМЗ.

Дополнение № 3 к Сборнику выполнено на основе заводских информационных и действующих типовых проектов.

Приложение: упомянутое.

Зам. Генерального директора
АО РОСЭП

А.С.Лисковец

ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК

СЕЛЬСКИХ КТП 10 кВ

(Дополнение № 3)

И.С.СЭС.4 (доп. 3)

В В Е Д Е Н И Е

Настоящие информационные материалы являются дополнением № 3 к информационному сборнику сельских КТП 10 кВ И.С.СЭС-94, опубликованному в РУМе №10, 1994 г. и дополнениям № 1 и 2, опубликованных в РУМ №8, 1996 г. и РУМ №8, 1999 г.

В дополнении к Сборнику приведены сведения о КТП и секционирующих пунктах, выпуск которых освоен в 1998 г.

Информационные материалы составлены на основании заводских информаций и действующих типовых проектов.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Введение

КТП киоскового типа.

- 2.8. Комплексные закрытые трансформаторные подстанции напряжением 10(6)/0,4 кВ мощностью до 2х630 кВА в металлических контейнерах типа 2КТПНУ-10 полной заводской готовности (АО "Альстом Свердловский ЭМЗ")

Секционирующие пункты.

- 4.4. Секционирующие пункты для воздушных линий электропередачи напряжением 6(10) кВ с вакуумным (масляным) выключателем Люберецкого ЗМЗ

Мачтовые ТП.

- 3.5. Подстанции трансформаторные столбовые 10/0,4 кВ мощностью 25, 40, 63 кВА с комбинированным аппаратом "предохранитель-разъединитель 10 кВ" (ЗАО "ВЗВА")

Комплектные закрытые трансформаторные подстанции напряжением 10(6)/0,4 кВ мощностью до 2х630 кВА в металлических контейнерах типа 2КТПНУ-10 полной заводской готовности (АО "АЛЬСТОМ Свердловский ЭМЗ")

1. Введение

Трансформаторные подстанции напряжением 10(6)/0,4 кВ, мощностью до 2х630 кВА закрытого типа в металлических контейнерах полной заводской готовности производятся АО "АЛЬСТОМ Свердловский ЭМЗ".

Достоинства данных подстанций :

- Высокая степень заводской готовности подстанций. На стройку поставляются три металлических блока контейнера со смонтированным в них электрооборудованием.
- Подстанция закрытого типа с коридорами обслуживания. Это обеспечивает удобное и безопасное обслуживание оборудования в любое время года.
- Корпуса блоков УВН и УНН выполнены с теплоизоляцией, что повышает надежную работу оборудования.
- Конструкция подстанции предусматривает возможность присоединения к ней как воздушных, так и кабельных линий 10 и 0,4 кВ.
- Схема подстанции на стороне 10 кВ позволяет осуществить ее присоединение к сети в различных вариантах: радиальное, кольцевое, двухлучевое и т. п.
- Схема подстанции на стороне 0,4 кВ предусматривает подключение линий через автоматические выключатели или через предохранители, с АВР-0,4 и без него.
- Завод, в случае необходимости, имеет возможность комплектовать подстанции по индивидуальным электрическим схемам.

Сметная стоимость сооружения подстанции по данному проекту определяется по "Прейскуранту на строительство трансформаторных подстанций" N ПЭСС-2-92 АО РОСЭП (Сельэнергопроект).

2. Назначение подстанции и климатические условия

Назначение.

КТП служат для приема электрической энергии трехфазного переменного тока частоты 50 гц, напряжением 10 кВ, преобразования в электроэнергию напряжением 0,4 кВ.

КТП 10/0,4 кВ предназначены для электроснабжения потребителей городов, населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов с кабельным и воздушным вводом линий 10 кВ.

КТП может присоединяться к питающей кабельной сети 10 кВ по радиальной, двухлучевой и петлевой схемам.

Условия эксплуатации :

Категория исполнения по ГОСТ 15150-69-У1.

Высота над уровнем моря – не более 1000 м.

Температура окружающего воздуха от -45° до +40°С.

Степень загрязненности атмосферы согласно инструкции РД.34.51.101-90 – I-III.

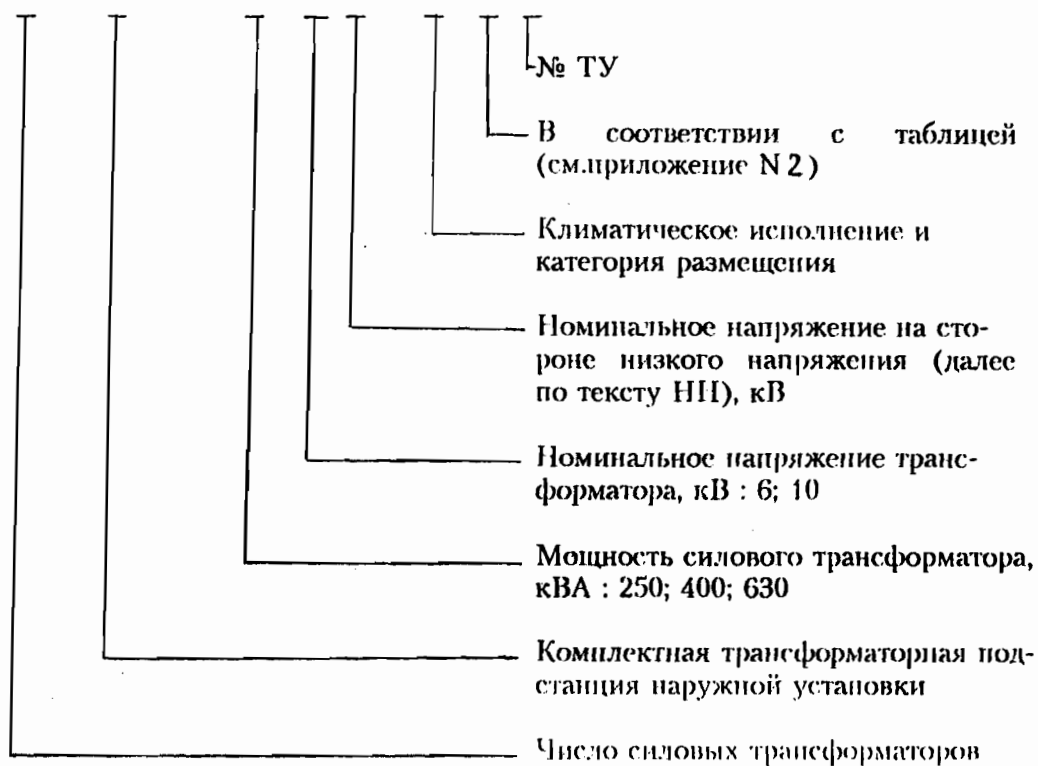
Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, снижающих параметры КТП в недопустимых пределах.

Район по ветру и гололеду –I-III.

Относительная влажность окружающего воздуха не более 80% при температуре 15°С.

3. Структурное условное обозначение

2 КТПНУ - X - X/0,4 У1 X X



Пример записи обозначения КТПНУ мощностью 400 кВА на напряжение 10 кВ, номинальное напряжение на стороне НН-0,4 кВ, с воздушными вводами высшего напряжения (далее по тексту ВН) и кабельными выводами НН.

2КТПНУ-400/10/0,4-У1-19, ВК ТУ16-95 ИКЖМ.
674827.001.

Примечание : При заказе исполнений КТПНУ с комбинациями вводов и выводов, не указанных в приложении N 2, необходимо предварительно согласовывать данное исполнение с заводом-изготовителем.

4. Технические данные

Технические данные подстанции приведены в нижеследующей таблице :

Наименование параметра	Показатель	
	типового проекта	проекта реального объекта
1	2	3
- Мощность силовых трансформаторов, кВ, а	2x250 2x400, 2x630	<input type="text"/>
- Количество силовых трансформаторов	2	2
- Номинальное напряжение на стороне ВН, кВ	10; 6	<input type="text"/>
- Номинальное напряжение на стороне НН, кВ	0,4	0,4
- Схема и группа соединения обмоток силового трансформатора	<input type="checkbox"/> /Y _н - <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> /Y _н - <input type="checkbox"/>
- Номинальный ток сборных шин 10 кВ, А	400 ,630	<input type="text"/>
- Номинальный ток сборных шин 0.4 кВ, А	1000, 1600	<input type="text"/>
- Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне ВН, кА	20	<input type="text"/>
0,5 с -" НН, кА	25	<input type="text"/>
- Ток электродинамической стойкости на стороне ВН, кА	51	<input type="text"/>
НН, кА	50	<input type="text"/>
- Уровень изоляции электрооборудования по ГОСТ 1516.1-76	Нормальная изоляция	
- Степень защиты по ГОСТ 14254	IP23	
- Способ выполнения нейтрали ВН	Изолированная нейтраль	
НН	Глухозаземленная нейтраль	
- Выполнение высоковольтных вводов	Кабельные	<input type="text"/>
	Воздушные	
- Выполнение низковольтных выводов	Кабельные	<input type="text"/>
	Воздушные	

5. Схема электрических соединений

На напряжении 10 кВ принята одинарная, секционированная двумя разъединителями, система сборных шин, к которой присоединяются 2-4 линии и два силовых трансформатора.

Силовые трансформаторы присоединяются к сборным шинам 10 кВ через выключатели нагрузки и предохранители. Линии 10 кВ присоединяются через выключатели нагрузки. Для заземления токоведущих частей необходимого при проведении ремонтных работ, предусматривается установка заземлителей на сборных шинах, в цепях вводов и линий 10 кВ. При присоединении подстанции к воздушным линиям 10 кВ предусматривается установка ограничителей перенапряжения (или вентильных разрядников), подключаемых к сборным шинам 10 кВ.

На напряжении 0,4 кВ принята одинарная секционированная рубильником или автоматом (в зависимости от наличия или отсутствия АВР) система сборных шин.

Силовые трансформаторы присоединяются к сборным шинам через разъединитель (рубильник) и автомат. Линии 0,4 кВ присоединяются через автоматические выключатели или предохранители (по выбору). Количество и нагрузка отходящих линий определяется конкретно при привязке проекта. Предусматривается установка на шинах 0,4 кВ ограничителей перенапряжения.

Предусматривается возможность подключения уличного освещения с автоматическим его включением и отключением от фотореле. Завод может по отдельному заказу установить в РУ 0,4 кВ, как вариант, панель диспетчерского управления уличным освещением.

6. Измерение и учет электроэнергии

На подстанции предусматривается установка следующих измерительных приборов :

- вольтметров на секциях шин 0,4 кВ;
- амперметров в цепи 0,4 кВ силовых трансформаторов;
- амперметров на отходящих линиях 0,4 кВ;
- счетчиков активной и реактивной энергии в цепи силовых трансформаторов;
- счетчика активной энергии на фидере 0,4 кВ уличного освещения;

7. Защита, автоматика и управление

Силовые трансформаторы защищаются на напряжении 10 кВ плавкими вставками предохранителей, на напряжении 0,4 кВ токовыми расцепителями автоматов. Линии 0,4 кВ защищаются токовыми расцепителями автоматов или плавкими вставками предохранителей.

На напряжении 0,4 кВ предусматривается защита от неполнофазных режимов и от замыкания на землю с действием на отключение вводного автомата.

Предусматривается следующая автоматика :

- Автоматическое включение резервного питания на секционном автомате 0,4 кВ (как вариант), с восстановлением схемы при появлении напряжения на обоих вводах.
- Автоматическое включение электропечей технологического подогрева.

Управление аппаратуры 10 и 0,4 кВ ручное.

8. Конструктивное исполнение подстанции

КТПНУ состоит из трех отдельных блоков:

- а) блока РУ 10 кВ;
- б) блока силовых трансформаторов
- в) блока щита 0,4 кВ,

в которых полностью смонтировано электротехническое оборудование и все первичные и вторичные электрические соединения (за исключением силовых трансформаторов). Силовые трансформаторы монтируются на месте установки КТПНУ.

РУ 10 кВ монтируется из ячеек сборного исполнения с односторонним обслуживанием типа КСО-366М.

Щит 0,4 кВ монтируется из панелей типа ЩО-70. В блоке РУ 0,4 кВ также монтируются щитки учета электроэнергии; щиток защиты и уличного освещения; щиток обогрева.

В блоке силовых трансформаторов предусматривается установка 2-х силовых трансформаторов, поставляемых по заказу. Установка или смена силовых трансформаторов производится через ворота блока. Силовые трансформаторы устанавливаются на специальное основание с направляющими, приваренными к полу блока.

Токопроводящие шины вводов и выводов, закрыты сетчатыми ограждениями.

Для вентиляции и охлаждения силового трансформатора на воротах блока имеются жалюзи, исключая попадание дождя и снега в корпус подстанции.

Под блоком силовых трансформаторов должен быть предусмотрен маслосборник для предотвращения растекания масла при повреждении трансформатора.

В основании камер кабельных вводов имеется возможность ввода двух трехжильных кабелей сечением до 150 мм².

По выполнению блока РУВН имеют исполнения, как кабельного, так и для воздушного ввода.

При отсутствии одного из вводов отверстия закрываются заглушками.

При заказе КТП с воздушными вводами на крыше устанавливаются два воздушных ввода с проходными изоляторами.

В проекте предусматривается установка силовых трансформаторов герметичного исполнения узкой стороной к двери камеры. При установке трансформаторов обычного исполнения (с расширительным баком) для контроля за уровнем масла должно быть предусмотрено зеркало, укрепленное на стойке.

Силовые трансформаторы мощностью 400 кВА и менее могут быть установлены широкой стороной к двери (по согласованию с заводом).

9. Конструкция контейнеров-блоков

Конструкция блоков представляет собой сварной каркас, выполненный из специальных гнутых профилей.

Наружные и внутренние обшивки блоков РУНН, УВН, БТ выполнены из оцинкованного профиля. Обшивки блоков РУНН и УВН, примыкающие к блоку трансформаторов – из стального гнутого листа, с глубиной профиля 15-20 мм.

В качестве утеплителя использована минераловатная плита марки П 125 ГОСТ 9573 толщиной 80-120 мм, обернутая полиэтиленовой пленкой.

Настил пола в местах обслуживания и проходах выполнен из рифленой стали толщиной 4 мм.

В полу блока БТ выполнены сливные отверстия со съемными решетками с ячейкой 25x25 мм.

Двери в блоках выполнены из стальных оцинкованных холодногнутых профилей.

Замки дверей блоков УВН и РУНН запираются ключами разной секретности.

В блоке БТ в двух торцевых стенках над дверями и внизу в полотнах дверей выполнены вентиляционные жалюзи.

В блоке БТ предусмотрена поперечная стальная перегородка (толщ. 3 мм).

10. Электроосвещение и отопление

Питание сети электроосвещения блоков КТП принято от группового щитка, который через переключатель может быть подключен к одному из вводов 0,4 кВ силовых трансформаторов.

В блоках КТП предусматривается рабочее освещение на напряжение 380/220 В и ремонтное освещение на напряжение 42 В (36 В) через понижающий трансформатор 220/12 В.

Обогрев аппаратуры в блоках РУВН и РУНН предусмотрен при помощи переносных электронагревательных элементов.

Вентиляция в блоках РУНН и УВН естественная, через вентиляционные жалюзи.

11. Заземление и гроезащита

Заземление КТП должно выполняться в соответствии с требованием ПУЭ.

Заземляющее устройство подстанции принято общим для напряжений 10 и 0,4 кВ.

Заземлению подлежат нейтрали и корпус трансформатора, а также все другие металлические части, могущие оказаться под напряжением при повреждении изоляции. На корпусе блоков КТП имеются болты "заземления", к которым подключается внешнее заземляющее устройство.

Сопротивление заземляющего устройства принимается в соответствии с требованием ПУЭ глава 1.7 и должно быть не более 4 Ом.

Внешнее заземляющее устройство выполняется в виде контура вокруг здания, с применением вертикальных заземлителей. Заземлители выполняются из круглой стали: горизонтальные (контур) диаметром 10 мм, вертикальные – 12 мм.

В проекте приведен чертеж выполнения заземляющего устройства для грунтов с удельным сопротивлением до 100 Ом.м.

Защита электрооборудования от атмосферных перенапряжений осуществляется ограничителями перенапряжения (или вентильными разрядниками), установленными на шинах 10 и 0,4 кВ.

12. Мероприятия по технике безопасности

Для безопасности обслуживания в отсеках силовых трансформаторов предусмотрена установка перед дверью заградительных барьеров.

Распределительное устройство УВН снабжено системой оперативных механических блокировок, предотвращающих несанкционированные действия оперативного персонала (в соответствии с ПУЭ п.4.2.24).

При монтаже и эксплуатации оперативных блокировок УВН следует руководствоваться заводской инструкцией.

13. Комплектность поставки подстанции

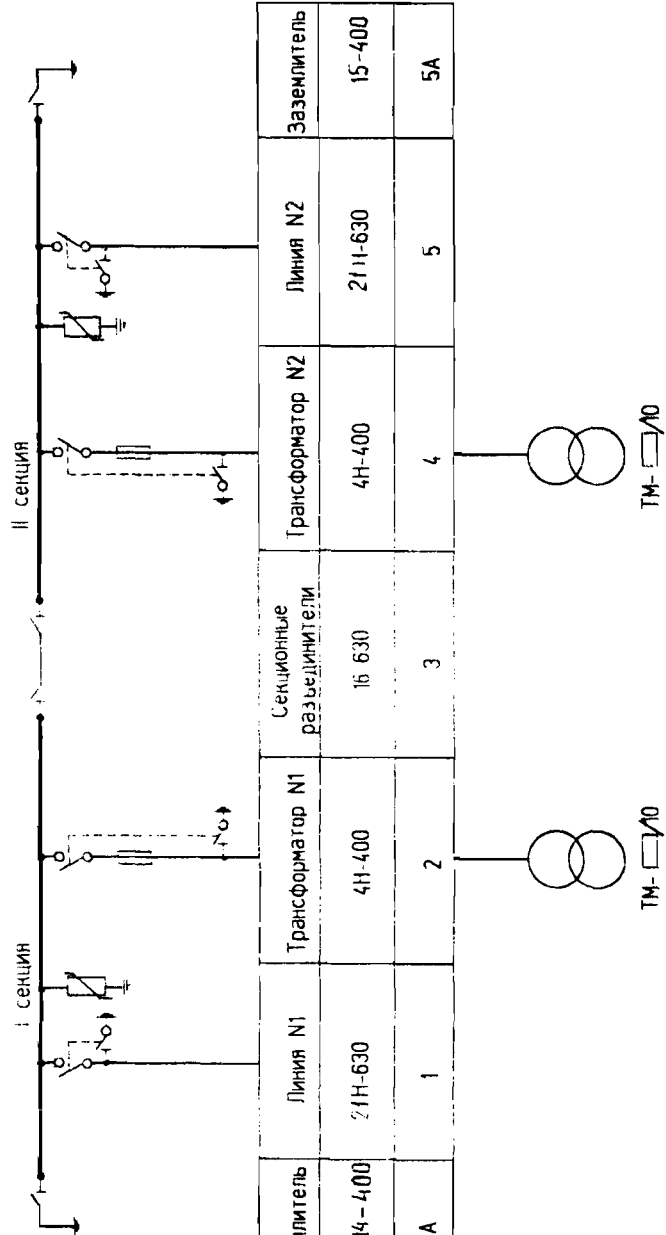
в комплект поставки КТП входят :

- блок УВН;
- блок РУНН;
- блок силовых трансформаторов;
- силовые трансформаторы (по заказу потребителя);
- демонтированные узлы и детали на время транспортирования;
- запасные части и принадлежности по ведомости ЗИП;
- комплект паспортов и инструкций;

По взаимному согласованию завод может вносить изменения в комплект поставки подстанции и оборудования, не ухудшая характеристики и качества подстанции.

14. Заказ оборудования и конструкций

1. Оборудование, конструкции и материалы, необходимые для сооружения подстанции заказываются в соответствии с приведенными в проекте спецификациями.
2. Заказ КТП выполняется по заданию и прилагаемым к нему опросным листам. Содержание, форма задания и опросных листов приведены в проекте ОТП. 03. 61-53-98 АО РОСЭП.



Назначение камеры	Заземлитель	Линия N1	Трансформатор N1	Секционные разъединители	Трансформатор N2	Линия N2	Заземлитель
Номенклатурное обозначение камеры КСО-366М	1А-400	21Н-630	4Н-400	16-630	4Н-400	21Н-630	15-400
Порядковый номер камеры	1А	1	2	3	4	5	5А

Выбор высоковольтных предохранителей в цепи силового трансформатора

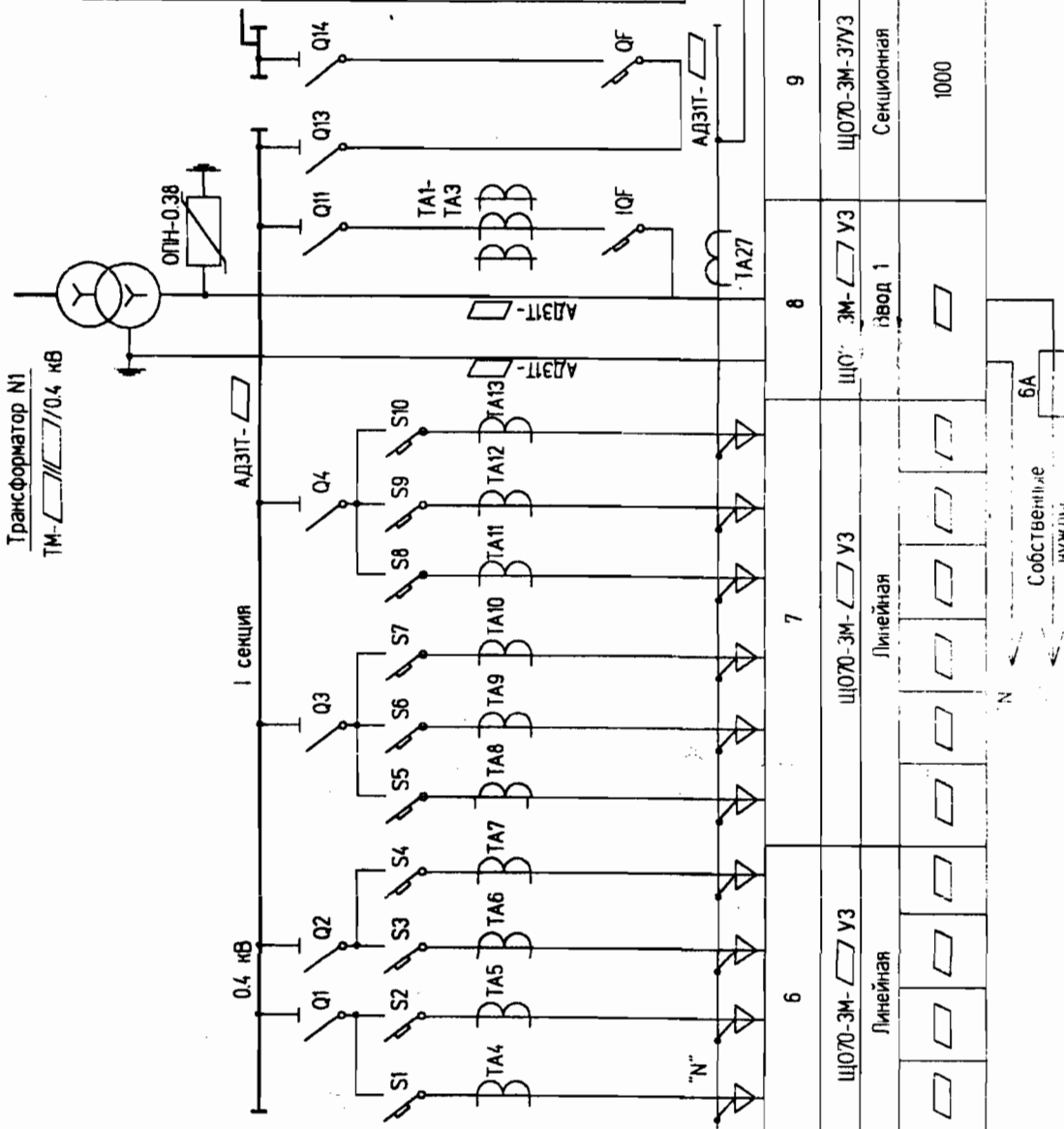
Мощность трансформатора кВА	Тип предохранителя	
	Напряжение 10 кВ	Напряжение 6 кВ
250	ПКТ101-10-315-12.5УЗ	ПКТ102-6-50-315УЗ
400	ПКТ102-10-50-12.5УЗ	ПКТ102-6-80-20УЗ
630	ПКТ103-10-80-20УЗ	ПКТ103-6-100-315УЗ

Нумерация камер КСО-366М на схеме электрических соединений соответствует нумерации камер на плане РУ-10(6) кВ.

Схема электрических соединений 10(6) кВ с воздушным вводом линий

ЛМСТ

Обозначение	Наименование
Q11-Q14	Рубильник РЕ
Q1-Q8	Разъединитель РЕ
QF, IQF, IQOF	Выключатель автоматический ВА
S1-S21	Выключатель автоматический ВА
TA1-TA28	Трансформаторы тока
KM	Пускатель магнитный ПА
РН1П, РНП2	Реле защиты от неполюсовых режимов
РЗ31, РЗ32	Реле защиты от замыканий на землю
Wh	Счетчик активной энергии
Фр	Фотореле



Разъединитель	Автомат	Трансформатор тока	Пускатель	Автомат	Марка и сечение нулевой жилы	Порядковый номер панели
					"N"	13
ЩО70-ЗМ-55УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-37УЗ
АВР	Линейная	Линейная	Линейная	Линейная	Линейная	Секционная
						1000

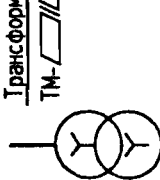
Собственное
 нужды

6А

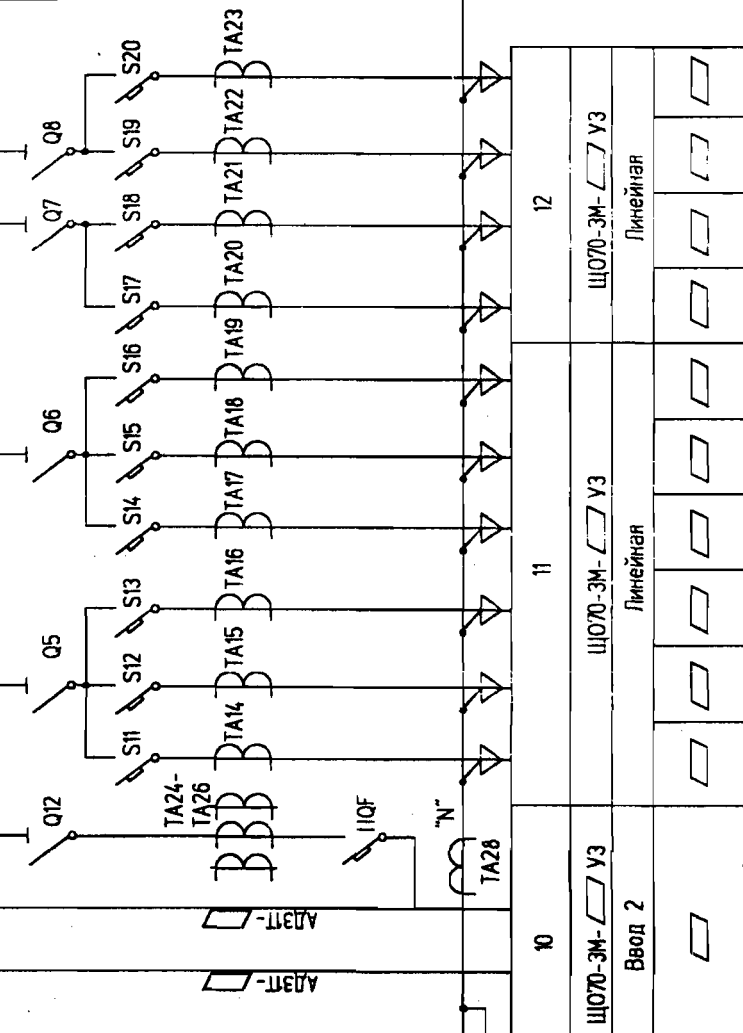
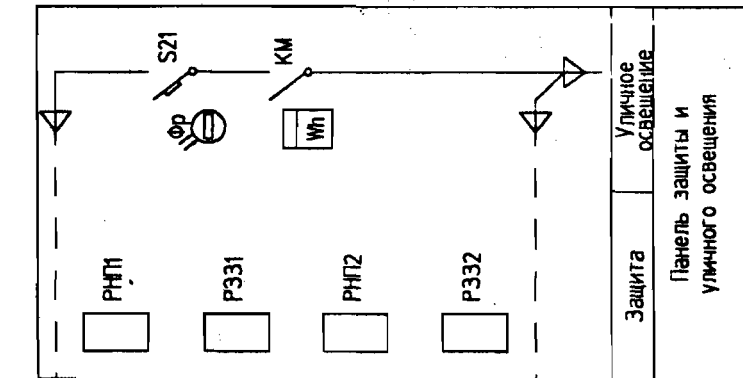
Схема электрических соединений 0.4 кВ
 с АВР с автоматами (начало)

Принят	
Изм.	
Исх. №	
Лист	

Трансформатор N2
ТМ-0,4/0,4 кВ



0,4 кВ
II секция



Разъединитель	Автомат	Трансформатор тока	Пускатель	Автомат	Марка и сечение нулевой жилы	Порядковый номер панели
						10
						11
						12

Тип панели	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ	ЩО70-ЗМ-УЗ
Назначение панели	Ввод 2	Линейная	Линейная
Номинальный ток оборудования панели А			

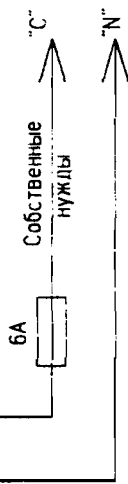
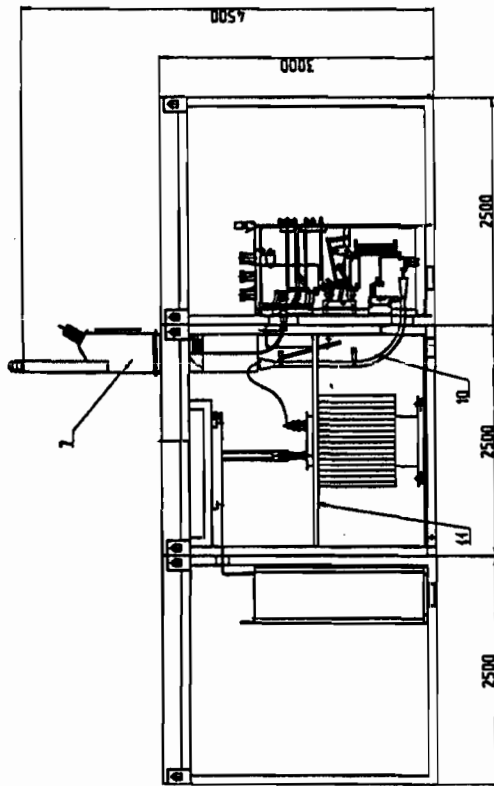


Схема электрических соединений 0,4 кВ с АВР с автоматами (окончание)

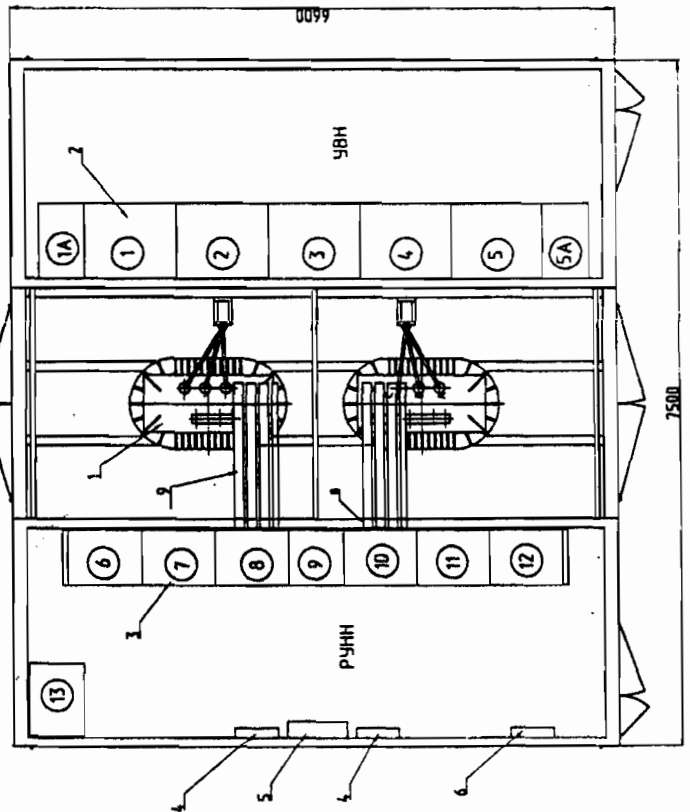
Приказ	
Изм. N	
Лист	

Изм.	Исполн.	Лист	Дата

Катковал



Крыша условно не показана.



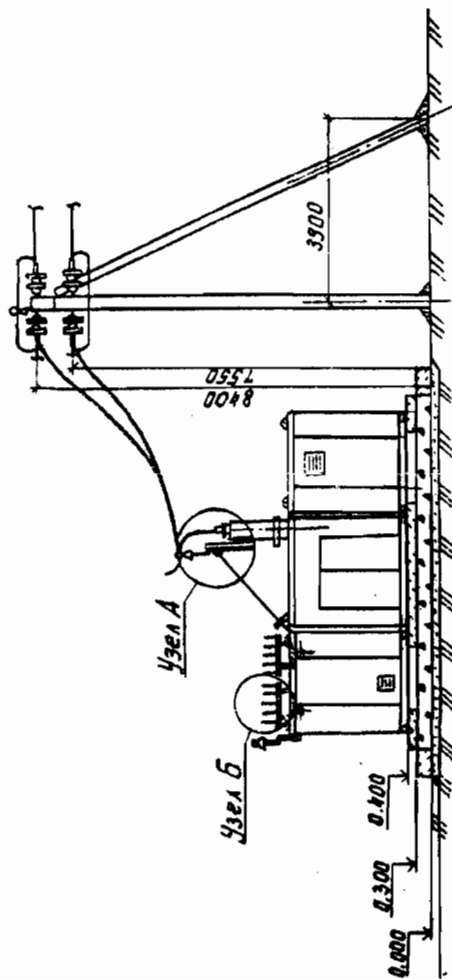
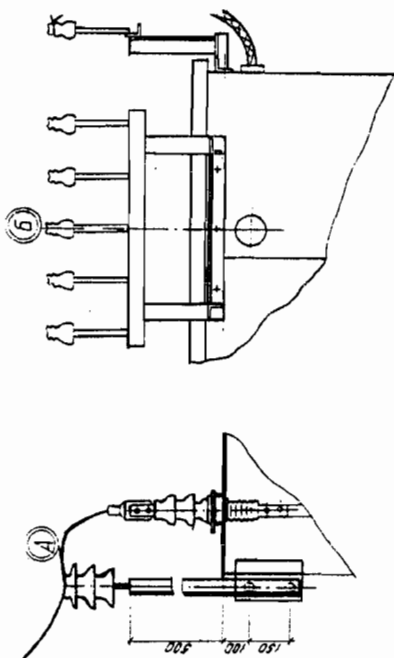
Позиция	Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1	Трансформатор силовой типа ТМ ¹ /- /- /0,4 кВ	ТУ 16-672.089-85	2	Возможно приц. другого типа
2	УВН 10(6) кВ из камер КСО-360М	ТУ 16-96 ИКЖМ.674.531.011	КОМПЛ.	
3	РУНН 0,4 кВ из панели Щ070-3М	ТУ 16-96 ИКЖМ.656251.001	КОМПЛ.	
4	Панель учета Щ070-3М-60	ТУ 16-96 ИКЖМ.656251.001	2	
5	Шкаф освещения и контроля КТП02.01.00	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	1	
6	Шкаф отопления КТП02.04.00	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	1	
7	Ввод воздушный ЗОБ.02.03.00	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	2	Для исп. с воздушным вводом
8	Плита проходная для шир 0,4 кВ	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	КОМПЛ.	
9	Шины 0,4 кВ	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	КОМПЛ.	
10	Перемычка кабельная 10кВ	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	2	
11	Заградительный барьер	ТУ 16-95 ИКЖМ.674.827.001	2	

Общий вид проходной 2КТПУ с воздушным вводом линий

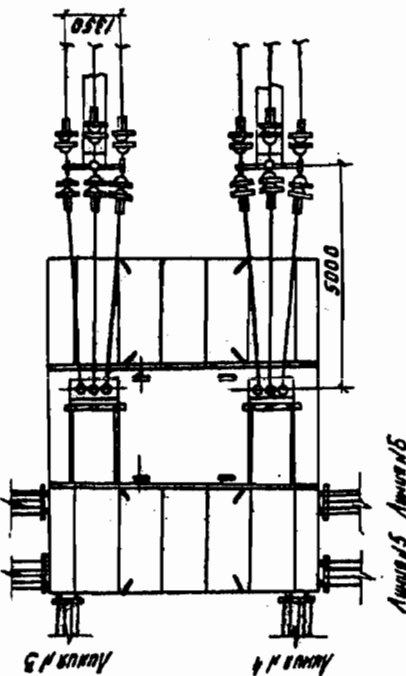
Приблиз	
Инд. №	
	Лист

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №



Линия 2 Линия 1



1. Для исключения возможности прохода между концевыми опорами 0,4 кв и КТПНУ должны быть приняты следующие меры :
Установка этих опор возможно ближе к подстанции; установка в промежутке специальных тумб и т.д.
При монтаже проводов должны быть обеспечены стрелы провеса равные в пролете длиной 3м-0,15м; в пролете длиной 7м - 0,5 м.
2. Допустимый угол присоединения ВЛ 0,4 кв к КТПНУ не более 30°.
3. Изоляторы 10 кв и 0,4 кв выбираются при привязке проекта по типу линейных изоляторов и учитываются в проекте линии.

Присоединение ВЛ 10 и 0,4 кв к подстанции с воздушными вводами.

Лист

Секционирующие пункты для воздушных линий электропередачи напряжением 6(10) кВ с вакуумным (масляным) выключателем Люберецкого ЭМЗ

Введение

СП и СП с АВР 10 кВ сооружаются с применением шкафа комплектного распределительного устройства наружной установки типа КРУН-6(10)Л, поставляемого ОАО Люберецкий ЭМЗ (Московская область).

Сметная стоимость СП может быть определена по Прейскуранту на строительство трансформаторных подстанций напряжением до 110 кВ в сельской местности (ПЭСС-2-42), с учетом действующих сметно-нормативных документов и договорных цен.

НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Секционирующий пункт 6(10) кВ предназначен для автоматического отключения поврежденного участка воздушной линии электропередачи 10 кВ при устойчивых междуфазных коротких замыканиях.

Секционирующий пункт с АВР 6(10) кВ предназначен для автоматического включения резервного питания участков сети.

Категория исполнения по ГОСТ 15150-69 - У1

Высота над уровнем моря - не более 1000 м

Температура окружающего воздуха от -45° С до +40° С

Степень загрязненности атмосферы согласно инструкции РД.34.51.101-90 - I-III

Окружающая среда невзрывоопасная, несодержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, снижающих параметры КТП в недопустимых пределах. Внешняя изоляция по ГОСТ 9920-75 - категория "А"

Район по ветру и гололеду - I-III

Относительная влажность окружающего воздуха не более 80% при температуре 20° С

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Технические данные СП приведены в нижеследующей таблице:

Наименование параметра	Показатель	
	типового проекта	проекта реального объекта
- Номинальное напряжение, кВ	6(10)	<input type="text"/>
- Номинальный ток, А	630	<input type="text"/>
- Ток термической стойкости в течение 1 с, кА	8	<input type="text"/>
- Ток электродинамической стойкости, кА	20	<input type="text"/>
- Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1-76	Нормальная изоляция	
- Уровень внешней изоляции	Нормальная категория "А"	
- Размеры шкафа, м	1,0x1,9x2,5(h)	

Шкаф КРУН 6(10) кВ, применяемый для сооружения СП имеет следующее условное обозначение:

КРУН - Л - У1 ТУ-35 ЭМЗ Люберцы
995-85

	комплектное распределительное устройство
└─	наружной установки
└─└─	номинальное напряжение, кВ
└─└─└─	исполнение конструкции
└─└─└─└─	категория исполнения по ГОСТ 15150-69
└─└─└─└─└─	секционирующий пункт (СП или СП с АВР)
└─└─└─└─└─└─	В- с вакуумным выкл.
└─└─└─└─└─└─└─	М- с масляным " - "
└─└─└─└─└─└─└─└─	технические условия
└─└─└─└─└─└─└─└─└─	завод-изготовитель

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Схема шкафа секционирующего пункта СП (или СП с АВР) 6(10) кВ предусматривает установку в нем :

- вакуумного выключателя с электромагнитным приводом или масляного выключателя с пружинным приводом;
- силовых трансформаторов или трансформаторов напряжения для питания оперативных цепей управления выключателя, обогрева и т.д.
- трансформаторов тока для подключения устройств релейных защит;
- ограничителей напряжения или вентильных разрядников для защиты от грозových и внутренних перенапряжений.

Указанное оборудование размещено в шкафу КРУН-6(10)Л-У1.

Подключение шкафа секционирующего пункта (СП) к ВЛ 10 кВ осуществляется через разъединитель, устанавливаемый на опоре ВЛ 10 кВ.

У секционирующего пункта АВР (с двусторонним питанием) разъединители 10 кВ устанавливаются с обеих сторон ВЛ 6(10) кВ.

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, АВТОМАТИКА И ИЗМЕРЕНИЕ

Для защиты участков линий 6(10) кВ от междуфазных замыканий предусматривается максимальная токовая защита с обратозависимой от тока выдержкой времени и токовая отсечка.

Управление вакуумным выключателем 10 кВ осуществляется с помощью электромагнитного привода прямого действия с магнитной защелкой. Управление масляного выключателя осуществляется с помощью пружинного привода.

Предусматривается двухкратное АПВ выключателя, автоматика включения и отключения обогрева счетчика, а также возможность телеуправления выключателем.

Для СП с АВР предусматривается устройство автоматического включения резервного питания.

Для расчетного учета электроэнергии по требованию заказчика может быть установлен счетчик активной энергии САЗУ, подключаемый в сеть через трансформаторы тока (только для варианта шкафа с вакуумным выключателем).

Для предотвращения ошибочных действий обслуживающего персонала при оперативных переключениях предусмотрена механическая блокировка. Блокировка исключает возможность отключения или включения тока нагрузки разъединителями, подачи напряжения при включенных заземляющих ножах.

КОНСТРУКЦИЯ И ФУНДАМЕНТ

СП и СП с АВР 6(10) кВ изготавливаются на базе шкафов КРУН наружной установки, выпускаемых ЭМЗ г.Люберцы, Московская область.

Оборудование размещается в металлическом шкафу. Шкаф разделен перегородками на четыре отсека: линейного ввода; блока выдвигного выключателя с приводом; линейного вывода и аппаратуры управления и релейной защиты. В отсеке линейного ввода размещаются трансформаторы тока и трансформаторы СН или ТН.

В отсеке линейного вывода для СП с АВР устанавливается второй комплект трансформаторов СН (или ТН).

Особенностью конструкции данных шкафов СП и СП с АВР является то, что в них установлено оборудование выкатного (выдвинутого) исполнения.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации КРУ показал, что наиболее надежной и удобной в эксплуатации конструкцией является КРУ с наличием выдвигаемых элементов, так как они обеспечивают удобство обслуживания и ремонта, а в необходимых случаях позволяют производить замену наиболее ответственных и сложных электроаппаратов - выключателей с приводом.

Шкаф снабжен подогревательным устройством с автоматическим режимом работы.

Шкаф устанавливается на незаглубленном фундаменте высотой 0,8 м. Фундамент выполняется из стандартных железобетонных конструкций массового применения.

Для обслуживания и выката выдвигного элемента шкафа предусматривается обслуживающая площадка.

Фундамент, приведенный в проекте для площадок, сложенных грунтами с нормативными значениями прочностных и деформативных характеристик, приведенных в таблице 1 и 2 приложения 1 СНиП 02.01.83, за исключением сильнопучинистых

грунтов, к которым могут быть отнесены супеси, суглинки и глины с показателем конструкции $I_j > 0,5$ на площадках, для которых расстояние от поверхности планировки до уровня грунтовых вод и расчетной глубиной промерзания менее 1,5 м.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ГРОЗОЗАЩИТА

Заземление СП и СП с АВР должно выполняться в соответствии с ПУЭ.

Вокруг фундамента шкафа на глубине 0,5 м прокладывается контур из круглой стали диаметром 10 мм. Для обеспечения требуемого сопротивления растеканию тока предусматривается дополнительная установка (ввертывание в грунт) вертикальных электродов из круглой стали диаметром 12 мм, глубиной 5 м.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не менее 10 Ом.

В данном проекте заземляющее устройство рассчитано на то, что удельное сопротивление грунта составляет не более 100 Ом.м.

К контуру заземления должны быть присоединены :

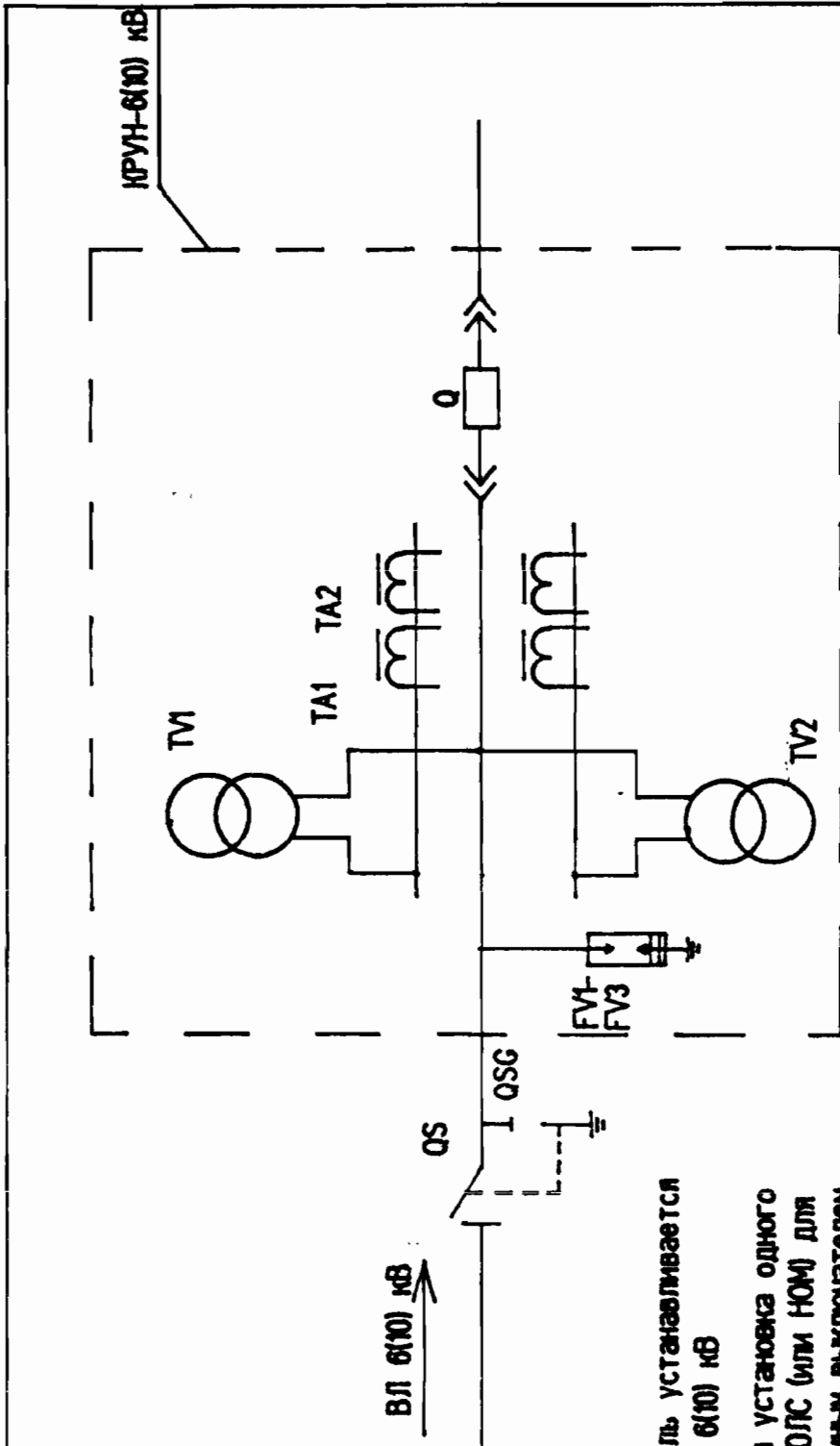
- корпус шкафа СП (в двух местах);
- корпус разъединителя 10 кВ и его привода;
- арматура железобетонных блоков и панели фундамента.

Защита от перенапряжений осуществляется ограничителями напряжения 10 кВ (или вентильными разрядниками), установленными на шкафу СП и СП с АВР.

ЗАКАЗ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

Заказ оборудования и материалов для сооружения СП и СП с АВР осуществляется по спецификациям, приведенным в проекте ОТП. С. 03. 52. 44-97 АО РОСЭП.

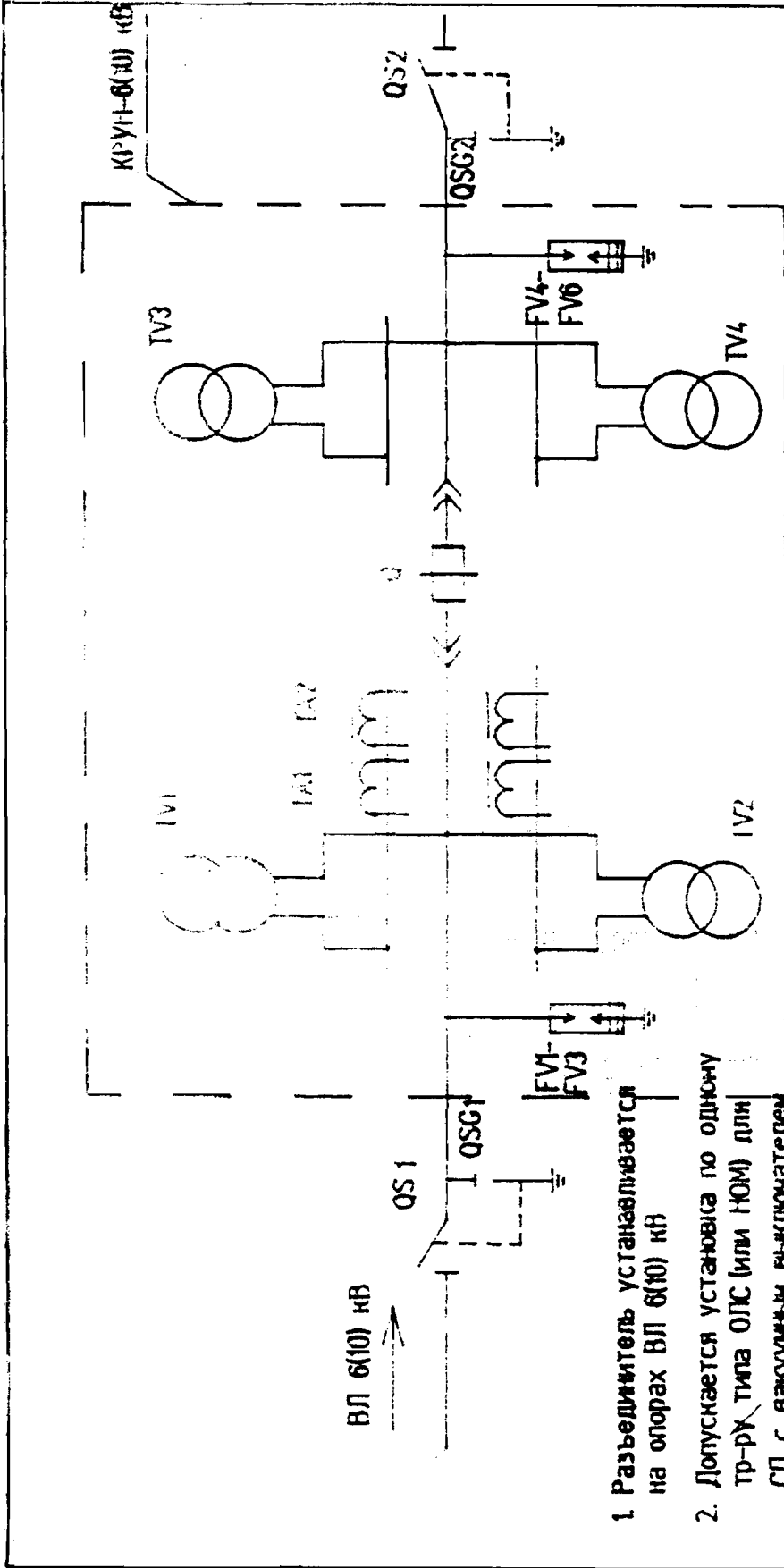
Заказ шкафа СП и СП с АВР 6(10) кВ выполняется по опросному листу (заданию заводу).



1. Разъединитель устанавливается на опоре ВЛ 6(10) кВ
2. Допускается установка одного тр-ра типа ОЛС (или НОМ) для СП с вакуумным выключателем

Разъединитель РЛНД-1-10.200	ОПН-6(10) или ТОН типа ОЛС 0,63/6(10) (ТН типа НОМ-6(10))	Тр-ры тока ТЛМ-10	Выключатель ВВ/ТЕЛ-10/630 или ВК-10/630
разрядник РВО-6(10)			

Схема электрических соединений секционирующего пункта СП



1. Разъединитель устанавливается на опорах ВЛ 6(10) кВ
2. Допускается установка по одному тр-ру типа ОЛС (или НОМ) для СП с вакуумным выключателем

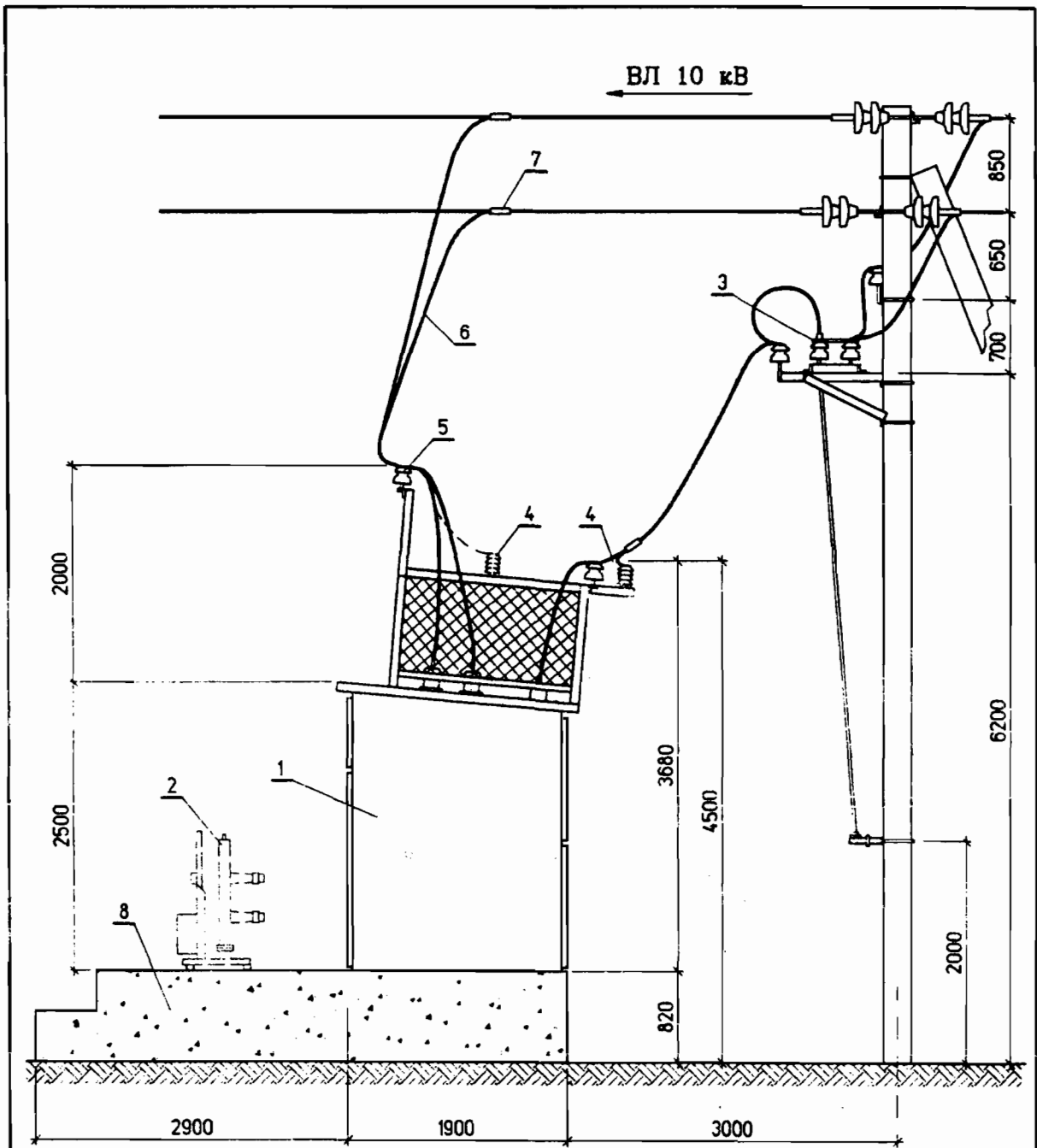
Разъединитель Р/НД-1-10.200	ЮПН-6(10) или разрядник РВО-6(10)	Тр-ры тока ГТН-10	Выключатель ВВ/ТЕЛ-10/630 или ВК-10/630	ТСН типа ОЛС-0,63/6(10) (ТН типа НОМ-6(10))	ЮПН-6(10) или разрядник РВС-1-10.200	Разъединитель Р/НД-1-10.200
-----------------------------	-----------------------------------	-------------------	---	---	--------------------------------------	-----------------------------

Схема электрических соединений СП с АВР

Стр.	ОП С. 03. 62. 44-97
------	---------------------

По- зи- ция	Наименование	Обозначение	К-во в шт.	Масса ед. кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
1.	Шкаф КРУН-10 с кронштейнами и ограждением	КРУН-6(10)Л	1	1050	
2.	Выкатная часть шкафа КРУН-10	-	1	-	
3.	Разъединитель 10 кВ	РЛНД-1-10.200 ТУ 34-46-10179-80	1	65	
4.	Ограничитель перенапряжения	ОПН-6(10)У1	3(6)	5.4	
5.	Изолятор штыревой	ШФ-20Г ГОСТ 22863-77	6	3.4	
6.	Провод неизо- лированный	ГОСТ 839-80	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
7.	Зажим петле- вой типа ПА- <input type="text"/>	ТУ 34-13- 10273-88	3	<input type="text"/>	
8.	Фундамент		к-т		

Общий вид установки СП и СП с АВР 6(10) кВ
Спецификация.



При сооружении пункта АВР устанавливается дополнительно ОПН-6(10) (поз. 4, показана пунктиром). С другой стороны шкафа КРУН-10 кВ устанавливается второй разъединитель на анкерной опоре этого же пролета ВЛ 6(10) кВ (аналогично первому).

Общий вид установки СП и СП с АВР 6(10) кВ

ПОДСТАНЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ СТОЛБОВЫЕ 12/0,4 кВ МОЩНОСТЬЮ 25, 40, 63 кВА

Подстанции трансформаторные столбовые типа ПТС-25-63/12/0,4-...-96У1 предназначены для приема электроэнергии трехфазного переменного тока частоты 50 Гц на наибольшее рабочее напряжение 12 кВ (номинальное напряжение сети 10 кВ), ее преобразования на напряжение 0,4 кВ и распределения среди потребителей.

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ПТСХ₁-Х₂/12И/0,4-Х₃Х₄Х₅-96У1

- П - подстанция;
- Т - трансформаторная;
- С - столбовая;
- Х₁ - исполнение ПТС по расположению относительно ВЛ 10 кВ:
 - 1 - тупиковая;
 - 2 - в створе линии ВЛ 10 кВ;
- Х₂ - мощность подстанции (силового трансформатора), кВА;
- 12 - наибольшее рабочее напряжение высшего напряжения, кВ;
- И - индекс, обозначающий степень загрязнения изоляции по ГОСТ 9920 (при изоляции исполнения I индекс отсутствует);
- 0,4 - номинальное напряжение низшего напряжения, кВ;
- Х₃ - исполнение подстанции по типу силового трансформатора:
 - 1 - с сухим марки ТСЗ;
 - 2 - с масляным герметичным марки ТМГ;
- Х₄ - исполнение подстанции по соединению с потребителем:
 - 1 - изолированными проводами;
 - 2 - самонесущими проводами;
 - 3 - кабелем;
- Х₅ - число отходящих линий:
 - 1 - одна линия;
 - 2 - две линии;
 - 3 - три линии;
- 96 - год разработки подстанции;
- У1 - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- | | |
|--|--------|
| 1. Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150 | У1 |
| 2. Тип атмосферы по ГОСТ 15150 | I и II |
| 3. Высота установки над уровнем моря, не более, м | 1000 |
| 4. Температура окружающего воздуха от минус 40°С до плюс 40°С | |
| 5. Скорость ветра без гололеда, не более, м/с | 36 |
| 6. Скорость ветра при гололеде, не более, м/с | 15 |
| 7. Работоспособность ПТС обеспечивается при гололеде с толщиной корки льда до 20 мм, автоматическое откидывание патронов ПРВТ-10 гарантируется без гололеда. | |
| Требования безопасности конструкции трансформаторной подстанции соответствуют ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.2.007.4. | |
| Подстанция трансформаторная столбовая изготавливается для нужд народного хозяйства и соответствует требованиям ГОСТ 14695 и требованиям ТУ3412-002-00468683-96 (ИВЕЖ.674811.010 ТУ). | |

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Мощность силового трансформатора, кВА	25	40	63
2. Наибольшее рабочее напряжение на стороне В.Н., кВ	12	12	12
3. Номинальное напряжение на стороне Н.Н., кВ	0,4	0,4	0,4
4. Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне В.Н., кА	6,3	6,3	6,3
5. Ток электродинамической стойкости на стороне В.Н., кА	16	16	16
6. Ток термической стойкости в течение 1 с на стороне Н.Н. и ответвлений, А	800	1280	2020
7. Ток электродинамической стойкости на стороне Н.Н. и ответвлений, А	2020	3200	5050
8. Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1	нормальная изоляция	нормальная изоляция	нормальная изоляция
9. Длина пути утечки внешней изоляции электрооборудования ПТС на стороне высшего напряжения, не менее, мм:			
- вводные(приемные) изоляторы	300	300	300
- предохранитель-разъединитель	320	320	320
- силовой трансформатор			
степень загрязнения изоляции I по ГОСТ 9920	200	200	200
степень загрязнения изоляции II по ГОСТ 9920	300	300	300
- ограничитель перенапряжений	380	380	380
- опорный изолятор	300	300	300
10. Число отходящих линий Н.Н.	1	2	3
11. Ток отходящей линии, А	36	25;25	25;50
12. Срок службы подстанции, не менее, лет	25	25	25

Гарантийный срок эксплуатации 2 года со дня ввода в эксплуатацию.

КОНСТРУКЦИЯ

Подстанции трансформаторные столбовые - далее ПТС (см. рисунок) состоят из силового трансформатора, устройства высшего напряжения (УВН) и распределительного устройства низшего напряжения (РУНН), поставляемых комплектно, и монтируются на односоечной железобетонной стойке 9 на месте эксплуатации. В комплект поставки входят также металлоконструкции для установки оборудования с соответствующим крепежом, соединительными проводниками между оборудованием.

В качестве силового трансформатора 6 применен сухой трансформатор марки ТСЗ или масляный герметичный трансформатор марки ТМГ. В подстанциях мощностью 63 кВА используется только трансформатор ТМГ.

УВН состоит из вводных (приемных) изоляторов 8, предохранителей-разъединителей 3 типа ПРВТ-10 и ограничителей перенапряжений 2.

В качестве вводных изоляторов применены стеклопластиковые изоляторы натяжного типа с полимерной изоляцией. Для защиты подстанции от грозовых и коммутационных перенапряжений используются ограничители перенапряжений совместного производства фирмы "Райхем"(Германия) - ВЗВА типа HDA-12N с полимерной изоляцией. Предохранитель-разъединитель выхлопного типа ПРВТ-10У1 с автоматически откидывающимся патроном при срабатывании выполняет функции предохранителя, обеспечивает видимость сигнализацию срабатывания при токах перегрузки и короткого замыкания, а также включенного и отключенного положений. Конструкция ПРВТ исключает самопроизвольные операции без оперативной штанги. Патроны ПРВТ-10 могут сниматься и убираться с подстанции.

ПРВТ-10 в режиме разъединителя управляется с земли оперативной штангой, поставляемой в комплекте, и отключает индуктивные, емкостные токи до 4,5 А и токи нагрузки до 10 А.

Для обеспечения безопасности при производстве ремонтных работ на силовом трансформаторе и другом оборудовании при отключенном ПРВТ-10 в случае наличия напряжения на подводящей линии подстанция снабжена защитным ограждением 4, которое выполнено из металлической сетки с поясом жесткости по контуру. расположено на траверсе крепления ПРВТ-10 и закреплено к стойке и траверсе.

В подстанциях мощностью 25 кВА с одной отходящей линией РУНН состоит из трехполюсного автоматического выключателя и ограничителей перенапряжений 0,4 кВ, помещаемых в шкаф 1.

В шкафу установлен электронный счетчик непосредственного включения с индикацией работоспособности для учета электроэнергии. Для снятия показаний счетчика в двери шкафа имеется смотровое окно, герметично закрытое оргстеклом. Шкаф закрывается на спецзамок и на висячий замок.

В подстанциях 25, 40, 63 кВА на две и три отходящие линии РУНН состоит из рубильника ввода, трехполюсных автоматических выключателей с электромагнитным и тепловым расцепителями тока, ограничителей перенапряжений 0,4 кВ и заземлителей на отходящих линиях, вал которых механически соединен с валом рубильника ввода, помещаемых в шкаф. При отключении рубильника заземлители закорачивают на землю отходящие линии.

Соединительные проводники между оборудованием подстанции имеют аппаратные зажимы или кабельные наконечники.

ПРВТ-10 соединяется с ВЛ 10 кВ и силовым трансформатором неизолированным проводом.

Соединение стороны Н.Н. силового трансформатора с РУНН выполняется изолированным проводом.

Для заземления оборудования ПТС поставляются заземляющие проводники с плашечными зажимами.

На конструкцию подстанции подана заявка на выдачу патента на изобретение и свидетельства на полезную модель.

Отходящие линии от РУНН к потребителю могут выполняться следующим образом:

- кабелем;
- изолированным проводом, соединенным с отходящей воздушной линией к потребителю, при этом ПТС поставляется с траверсой для крепления низковольтных изоляторов воздушной линии 5;
- изолированным самонесущим проводом, который крепится с выводами автоматического выключателя.

Для защиты проводов и кабелей от механических повреждений используется защитный кожух 7.

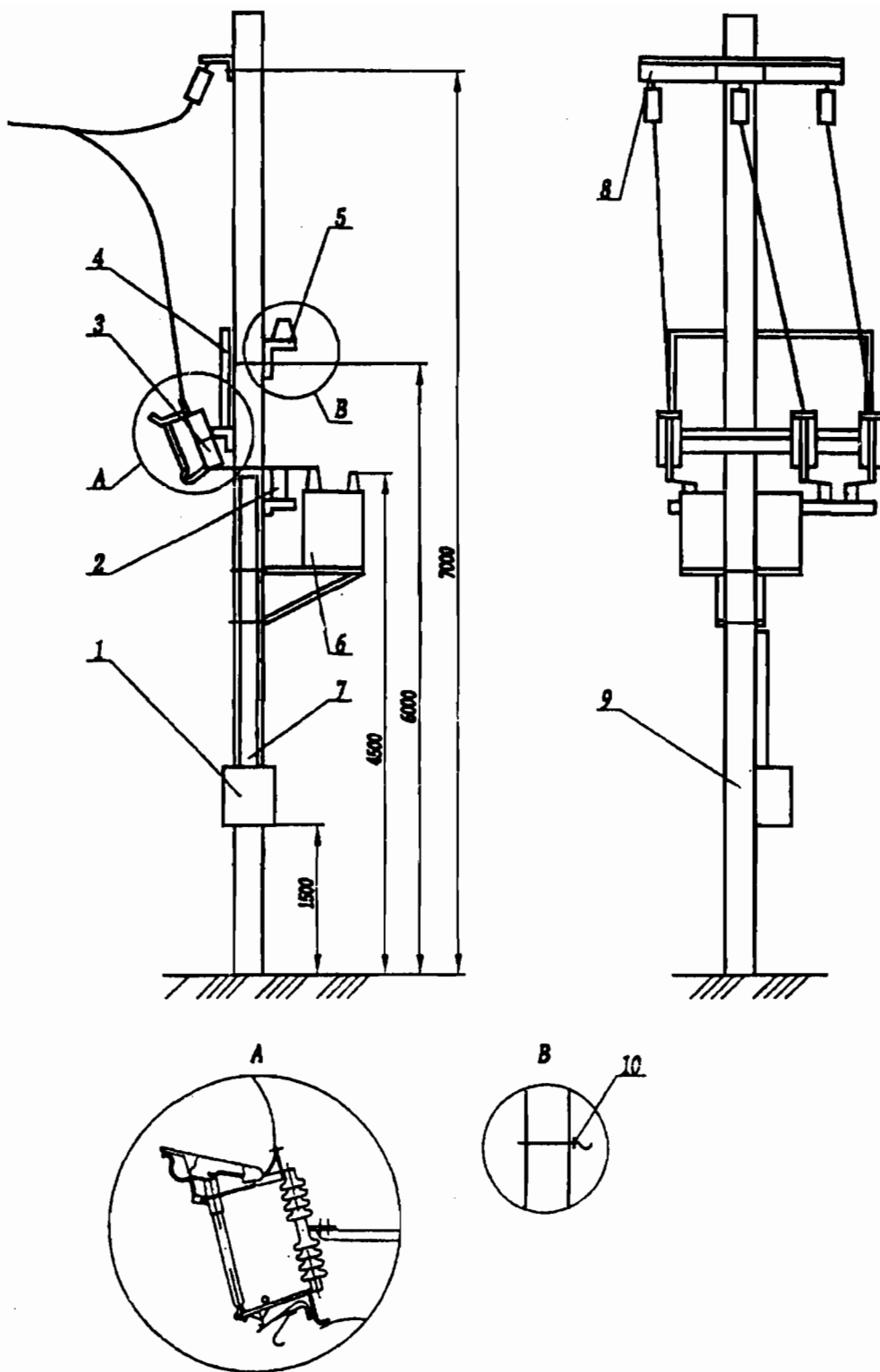
КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

В комплект поставки ПТС должны входить изделия и эксплуатационные документы, указанные ниже.

Наименование	Количество, шт.		
	25кВА	40кВА	63кВА
1. Силовой трансформатор	1	1	1
2. Траверса для крепления предохранителей-разъединителей ПРВТ-10	1	1	1
3. Предохранитель-разъединитель ПРВТ-10	3	3	3
4. Шкаф РУНН с вводными изолированными проводами	1	1	1
5. Кронштейн ограничителей перенапряжений	1	1	1
6. Ограничители перенапряжений типа HDA-12N	3	3	3
7. Опорный изолятор	1	1	1
8. Рама с площадкой для крепления трансформатора	1	1	1
9. Траверса для крепления изоляторов 0,4 кВ или крюк для самонесущего изолированного провода	1,2	2	3
10. Траверса вводных изоляторов (для ПТС 1)	1	1	1
11. Вводные изоляторы 10 кВ (для ПТС1)	3	3	3
12. Защитное ограждение	1	1	1
13. Комплект установочных металлоконструкций, включая крепеж для монтажа шкафа, рамы и траверс, заземляющие проводники	1	1	1
14. Комплект запасных частей ПРВТ-10	1	1	1
15. Комплект эксплуатационной документации	1	1	1

Особенности столбовой ТП:

- простота конструкции и монтажа;
- минимальная занимаемая площадь земли;
- высокая надежность работы, качественные защитные покрытия.



- 1 - шкаф РУНН;
- 2 - граверса с ограничителями перенапряжений 12 кВ;
- 3 - предохранитель-разъединитель 10 кВ;
- 4 - защитное ограждение;
- 5 - траверса;

- 6 - силовой трансформатор;
- 7 - кожух;
- 8 - траверса с вводными изоляторами;
- 9 - стойка;
- 10 - крюк

- По сравнению с аналогичными, подстанции производства ЗАО "ВЗВА" имеют следующие преимущества:
- использование ограничителей перенапряжений, имеющих значительно лучшие характеристики по сравнению с разрядниками;
 - полимерная изоляция вводных и опорного изоляторов и ограничителей перенапряжений обеспечивает высокую надежность и хорошо противостоит ударным воздействиям (при землетрясениях, от ударов камней, расстрелов из огнестрельного оружия);
 - надежное уплотнение и защита шкафа РУНН от атмосферных осадков;
 - высокая надежность контактных соединений;
 - комплектность поставки по желанию Заказчика.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАКАЗА

В заказе необходимо указать полное наименование, номер технических условий.

Пример записи при заказе тупиковой ПТС с сухим трансформатором мощностью 25 кВА, соединение с потребителем изолированными проводами, с изоляцией степени загрязнения I с одной отходящей линией: ПТС1-25/12/0,4-111-96У1 ТУ3412-002-00468683-96 (ИВЕЖ.674811.010 ТУ).

СВЕДЕНИЯ О ПОСТАВЩИКЕ

Изготовитель: ЗАО "ВЗВА" 182100, г. Великие Луки Псковской области, пр. Октябрьский, 79

СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТЧИКЕ

Разработчик: ЗАО "ВЗВА" совместно с АО "Мосэнерго"

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских
электрических сетей**

12.05.99

03.13-99

N _____

Москва

Статья об областях применения
наиболее распространенных ОПН

Публикуем для сведения статью "О применении ограничителей перенапряжений в электрических сетях", опубликованную в журнале "Энергетик" № 2 за 1998 г.

В статье представлены типы наиболее распространенных ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН), а также области их применения.

Приложение: статья.

Зам. Генерального директора
АО РОСЭП

А.С.Лисковец

О применении ограничителей перенапряжений в электрических сетях

В связи с прекращением серийного выпуска вентильных разрядников и необходимостью в ряде случаев повышать эффективность системы защиты от перенапряжений электротехнического оборудования распределительных устройств в электрических сетях всех классов напряжения осуществляется в настоящее время массовое применение ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН).

Области применения наиболее распространенных типов ОПН:

ОПН-500 и ОПН-750 — вместо вентильных разрядников любых типов (РВМ, РВМГ, РВМК);

ОПНИ-500 и ОПНИ-750 — в открытых распределительных устройствах при сокращении изоляционных расстояний;

ОПНО-750 — только на присоединениях силовых автотрансформаторов (вместо вентильных разрядников типа РВМ и РВМГ);

ОПНН-110, ОПНН-150, ОПНН-220 — вместо вентильных разрядников, присоединяемых к нейтралю силовых трансформаторов классов 110, 150 и 220 кВ;

ОПН-110 II, ОПН-110 IV, ОПН-220 II и ОПН-220 IV (для районов с второй и четвертой степенями загрязнения атмосферы) — вместо вентильных разрядников соответствующих классов напряжения любых типов.

ОПН-П1-3П, ОПН-П1-6П, ОПН-П1-10П, ОПН-П1-15П, ОПН-П1-20П, ОПН-П1-35П и NDA 3—35 кВ — вместо вентильных разрядников соответствующих классов напряжения всех типов в электрических сетях с любой системой заземления нейтрали (названные ограничители не обеспечивают эффективную защиту вращающихся электрических машин);

ОПН-1-3 — для замены вентильных разрядников типа РВО-3, установленных в цепи вторичной обмотки верхней ступени трансформаторов тока ТФЗМ-500 (ТФНКД-500);

ОПН-П-0,38 и ОПН-П-0,66 — для замены вентильных разрядников типа РВН соответствующих классов напряжения.

Ограничители ОПН-110 и ОПН-220 (для районов с первой степенью загрязнения атмосферы) имеют ограниченную область применения, указанную в технических условиях.

При применении ОПН временно до утверждения новых нормативов целесообразно, как правило, сохранять расстояния от ОПН до защищаемого электротехнического оборудования, которые были ранее приняты для вентильных разрядников.

Эксплуатироваться ОПН должны по заводским инструкциям, согласованным с основным заказчиком. При этом следует учитывать, что ОПН на напряжения 110—750 кВ взрывобезопасны при токах короткого замыкания не более 20 кА в месте их установки.

Серийное производство ОПН классов напряжения 35 кВ и выше освоено с 1979 г. на АО "Корниловский фарфоровый завод", позднее АО "ЭЛВО" стало выпускать серийно ОПН классов напряжений 0,4—35 кВ. Технические условия на ОПН этих заводов согласованы с Минтопэнерго РФ (РАО "ЕЭС России").

При заключении договоров с заводами на поставку ОПН необходимо исходить из того, что до выхода государственного стандарта на эти аппараты в эксплуатацию должны приниматься ОПН, изготовленные по техническим условиям, согласованным с основным заказчиком, т.е. с Минтопэнерго РФ (РАО "ЕЭС России"). Наличие только сертификатов (сертификата испытания на безопасность и сертификата испытания на соответствие) не должно являться основанием для применения ОПН (как и любого другого оборудования) в электрических сетях. Сказанное относится и к аппаратам, выпускаемым на совместных предприятиях (СП) с участием иностранного капитала.

Изложенные сведения содержатся в совместном информационном письме от 14.10.97 № 11-03-10/42-6/17 ЭТ Департамента электрических сетей РАО "ЕЭС России" и Главгосэнергонадзора РФ, разосланном региональным и территориальным управлениям энергонадзора, территориальным обособленным подразделениям межсистемных электрических сетей, АО-энерго и потребителям электрической энергии.

Материалы подготовили:
канд. техн. наук В.М. МАКСИМОВ,
инж. Н.С. ТОЛИКОВ

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских
электрических сетей**

12.05.99

03.15-99

N _____

Москва

Статья о рекомендациях по ограничению
перенапряжений при коммутациях
вакуумными выключателями

Публикуем для сведения статью "О защите действующих электрических
сетей от перенапряжений, опубликованную в журнале "Энергетик" № 4 за
1998 год

В статье приведены результаты проведения экспериментальных и
расчетных исследований перенапряжений при коммутациях вакуумными
выключателями электродвигателей собственных нужд электростанций.

Также разработаны рекомендации по ограничению перенапряжений.

Приложение: статья.

Зам. Генерального директора
АО РОСЭП

А.С.Лисковец

О защите действующих электрических сетей от перенапряжений

КОНОВАЛОВ Е.Ф., ДРОЗДОВ Н.В., ЗУБРИЛИН А.В., инженеры,
АО "Фирма ОРГРЭС" (цех электрических сетей) — НПП "ВЭЛТО",
г. Екатеринбург

Фирма ОРГРЭС за последнее время провела ряд экспериментальных работ по испытанию вакуумных выключателей 10 кВ в реальных условиях эксплуатации. Первые вакуумные выключатели разработаны более полувека назад и с тех пор, непрерывно совершенствуясь, все более широко применяются в различных отраслях производства и энергетике.

Неограниченному распространению вакуумных выключателей препятствует проблема ограничения перенапряжений при коммутации электродвигателей, обусловленная низкой электрической прочностью изоляции электродвигателей, большим

числом способов ограничения перенапряжений и необходимостью проверки их эффективности в условиях эксплуатации.

По инициативе Башкирэнерго на начальном этапе внедрения вакуумных выключателей было принято решение о проведении экспериментальных и расчетных исследований перенапряжений при коммутациях вакуумными выключателями электродвигателей собственных нужд (СН) электростанций. Общие цели исследований: определение значений и вероятностей появления перенапряжений в характерных режимах коммутации, проверка эффективности действия средств ограничения перенапряжений, разработка рекомендаций по ограничению перенапряжений.

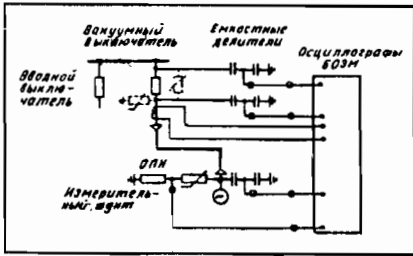


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема измерения перенапряжений при коммутациях электродвигателя вакуумным выключателем

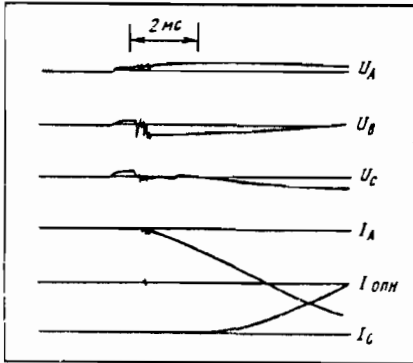


Рис. 2. Осциллограммы изменения фазных напряжений на электродвигателе (U_A , U_B , U_C), тока I_A в фазе А, тока в цепи заземления ОПН $I_{опн}$ и тока I_C в фазе С при включении электродвигателя вакуумным выключателем

В качестве объектов исследования были выбраны электродвигательные присоединения в распределительных устройствах СН 6 кВ Уфимских ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4. Опыты по измерениям перенапряжений при коммутациях электродвигателя на ТЭЦ-4 производились в августе 1994 г. специалистами фирмы ОРПЭС с участием НПП "ЭЛВЕСТ" и ВНИИЭ.

Измерения осуществлялись на электродвигателе А-114-6М номинальной мощностью 200 кВт, запитанном кабелем сечением 3×70 мм² и длиной 90 м, по принципиальной электрической схеме, представленной на рис. 1. В одну и ту же ячейку поочередно устанавливались вакуумные выключатель ВВПЭ-10 (производства НПП "ЭЛВЕСТ"), ВВЭ-М-10 (МЗВВА, г. Минусинск) и маломасляный выключатель ВМПЭ-10.

Программа опытов состояла из измерений перенапряжений при различных коммутациях: включении электродвигателя, отключении вращающегося электродвигателя в режиме холостого хода, отключении электродвигателя в режиме пуска с минимальной задержкой времени между моментами замыкания и размыкания контактов выключателя, т.е. при практически неподвижном роторе.

Замыкание и размыкание контактов выключателей производились в заданную фазу напряжения (тока), что обеспечивалось специальным устройством синхронизации. Переходные процессы при коммутациях электродвигателя регистрировались шестилучевыми катодными осциллографами 60ЭМ, измерительные входы

которых подключались к низковольтным плечам емкостных делителей напряжения.

Кроме того, проверялась эффективность действия средств ограничений перенапряжений при:

подключении ограничителей перенапряжения (ОПН) типа ОПН-СН-6 (производства ВЭИ) к входным зажимам электродвигателя (с целью недопущения повреждения изоляции электродвигателя все опыты производились с включенными ОПН);

синхронизированном размыкании контактов первого отключающего полюса вакуумного выключателя относительно полуволны тока, производимом устройством синхронизированного отключения (блок УСО), которое разработано ВНИИЭ;

демпфировании отключаемого участка цепи путем кратковременного подключения резисторов, обеспечиваемого бло-

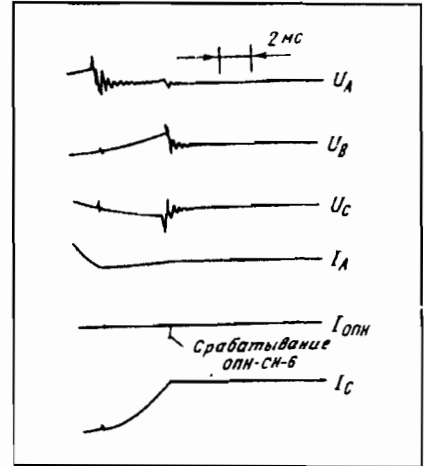


Рис. 4. Осциллограммы (см. рис. 2) отключения электродвигателя масляным выключателем в режиме пуска

ком ОПНБ-10 (разработка НПП "ЭЛВЕСТ").

Всего было проведено около 80 зачетных опытов. Основные результаты измерений на ТЭЦ-4 заключаются в следующем:

при включении электродвигателя вакуумным выключателем возможны кратковременные (в пределах 1 мс) перенапряжения (до $2,5 U_{ф}$) вследствие "дребезга" контактов (рис. 2);

отключение электродвигателя, вращающегося на холостом ходу, вакуумным выключателем сопровождается в большинстве случаев свободными затухающими колебаниями напряжения со стороны нагрузки. Однако при размыкании контактов вакуумных дугогасительных камер менее, чем за 1 мс до обрыва тока возможны перенапряжения свыше $2,7 U_{ф}$ вследствие повторных пробоев (рис. 3, а);

при отключении пускового тока неразвернувшегося электродвигателя вакуумным выключателем возможны перенапряжения свыше $2,7 U_{ф}$ в случае попадания момента размыкания контактов в интервал $0-2$ мс перед переходом тока через ноль (рис. 3, б);

при отключении пускового тока неразвернувшегося электродвигателя масляным выключателем (рис. 4) возникают (с большой вероятностью) перенапряжения более интенсивные, чем в случае отключения вакуумным выключателем (в опытах максимальные перенапряжения ограничиваются ОПН).

ОПН-СН-6, подключенные к входным зажимам электродвигателя, эффективно ограничивают перенапряжения до уровня не выше испытательного напряжения изоляции электродвигателя относительно корпуса. Однако ОПН не устраняют перепады напряжения, опасные для витковой изоляции;

блок УСО обеспечивает размыкание контактов выключателя в заданную фазу пускового тока электродвигателя, что исключает появление перенапряжений, вызванных повторными пробоями. Это достигается при стабильном времени срабатывания привода выключателя и самого блока УСО. Во время работы блока УСО с выключателем и одновременным раз-

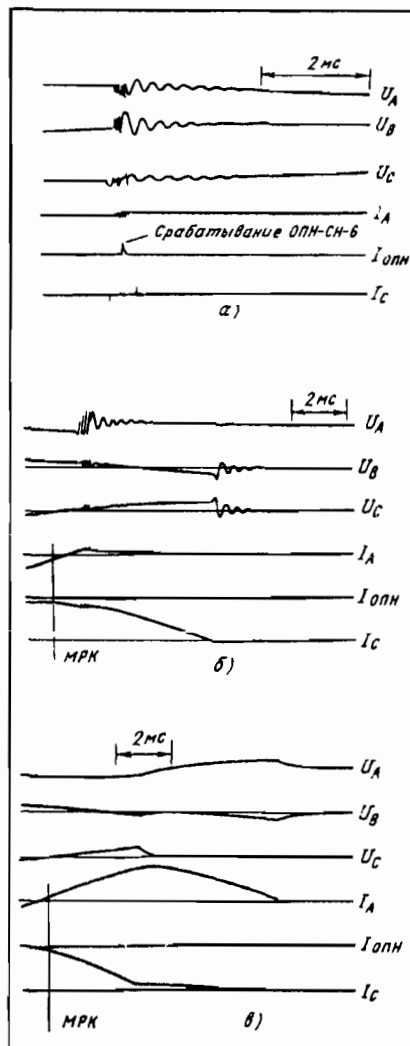


Рис. 3. Осциллограммы (см. рис. 2) отключения электродвигателя вакуумным выключателем на холостом ходу (а), в режиме пуска (б), в режиме пуска с ограничением перенапряжений демпфирующими резисторами (в). МПК — момент размыкания контактов выключателя

мыканием контактов полюсов предъявляются высокие требования к одновременности размыкания контактов. При отсутствии одновременности задача настройки момента размыкания контактов первого полюса упрощается, но тогда момент размыкания контактов двух других полюсов может быть близок к моменту перепада тока в них через ноль, что может вызвать повторные пробои и перенапряжения;

в случае отключения электродвигателей вакуумными выключателями с блоком ОПН-10 перенапряжения отсутствуют (рис. 3, в). Однако из-за сложности применения данный способ ограничения перенапряжений используется в весьма редких случаях.

Измерения перенапряжений на ТЭЦ-3 производились в июле 1996 г. специалистами фирмы ОРГРЭС с участием НПП "ВЭЛТО" и "Таврида Электрик" с целью получения экспериментальных данных о перенапряжениях, возникающих при коммутациях электродвигателей СП вакуумным выключателем ВВ/TEL-10 (производства "Таврида Электрик") и маломасляным выключателем ВМГ-133, а также проверки эффективности ограничения перенапряжений при различных способах отключения ОПН типа ОПН-СН-6.

Опыты производились на электродвигателях различной мощности (кВт), запитанных кабелями разных сечений (мм^2) и длин (м): 250 — кабелем 3x70, 100; 480 — кабелем 3x70, 100 и 110; 2000 — кабелем 3x185, 20. Программа опытов предусматривала включение и отключение электродвигателей на холостом ходу (в режиме номинальной нагрузки для электродвигателя 2000 кВт), а также отключение в режиме пуска.

При коммутациях вакуумным выключателем ВВ/TEL-10 ОПН подключались между каждой фазой и землей на входе кабеля параллельно контактам выключателя, а для электродвигателя мощностью 250 кВт производились также опыты без ОПН. Во время коммутаций маломасляным выключателем ВМГ-133 ОПН размещались между каждой фазой и землей на входе кабеля, производились также опыты без ОПН. Всего было осуществлено около 180 зачетных опытов.

Результаты измерений (в части перенапряжений при включении и работе маломасляного выключателя) аналогичны результатам, полученным на ТЭЦ. При отключении электродвигателей вакуумным выключателем ВВ/TEL-10 повторные пробои возникают крайне редко, перенапряжения не превышают $2 U_{\text{ф}}$, протекания импульсов тока через ОПН ("срабатывание ОПН") не отмечались за исключением опытов, проводимых на электродвигателе мощностью 480 кВт. В двух опытах по отключению холостого хода и в одном по отключению в режиме пуска наблюдались срабатывания ОПН от "среза" отключаемого тока.

Это объясняется высокой скоростью нарастания электрической прочности межконтактного промежутка, которая по данным фирмы "Таврида Электрик" составляет в среднем 50 кВ/мс, в то время, как для вакуумных камер серии КДВ, применяемых в выключателях ВВЭ-М-10, ВВПЭ-10 и других, аналогичная величина

по разным оценкам находится в пределах от 5 до 40 кВ/мс.

По экспериментальным данным уточнены параметры математической модели вакуумных выключателей и схем замещения для расчетов переходных процессов с помощью программы "РИАДА", разработанной на кафедре электрических станций и сетей Санкт-Петербургского государственного технического университета.

Проведены расчеты перенапряжений при отключении электродвигателей СН вакуумными выключателями на ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 и других электростанциях (всего около 80 присоединений) в тех же режимах, которые учитывались в процессе измерений, проверена эффективность действия ОПН при различных способах подключения.

Следует отметить, что основные результаты расчетов совпадают с экспериментальными данными. Дополнительно выявлен ряд факторов:

уровни перенапряжений и вероятность появления их опасных значений при отключении электродвигателей вакуумными выключателями в режиме пуска мало зависят от параметров электродвигательных присоединений, а в большей степени — от типа применяемой вакуумной камеры. Известно, что при отключении этого режима выключателями с камерами серии КДВ-10 опасные перенапряжения ($U_{\text{макс}} > 15$ и $U_{\text{макс}} > 9$ кВ) могут возникнуть примерно в 10% случаев, а при

отключении выключателями ВВ/TEL-10 — 2,5% случаев. Более точная вероятность появления опасных перенапряжений оценивается по расчетам для рассматриваемого присоединения;

при установке ОПН на входе кабеля между каждой фазой и землей не удается ограничить значение $U_{\text{макс}}$ на зажимах электродвигателя ниже 15 кВ. Причина тому — отражение волн напряжения с крутым фронтом, возникающих в начале кабеля вследствие повторных пробоев межконтактного промежутка вакуумной камеры;

при подключении ОПН параллельно контактам вакуумного выключателя значения $U_{\text{макс}}$ на зажимах электродвигателя не превосходят 15 кВ при всех рассмотренных длинах кабеля;

в некоторых случаях при отключении вращающихся электродвигателей вакуумными выключателями независимо от типа этих выключателей могут возникать перенапряжения до 20 кВ ($4 U_{\text{ф}}$). Их уровень определяется, в основном, мощностью электродвигателя, сечением и длиной кабеля.

На основании анализа результатов проведенных расчетов и экспериментов разработана методика ограничения коммутационных перенапряжений, возникающих при отключении электродвигателей СН вакуумными выключателями на электростанциях Башкирэнерго.

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских
электрических сетей**

12.05.99

07.08-99

N _____

Москва

Статьи, способствующие
совершенствованию работ
в электросетях

Публикуем для сведения статьи из журнала "Энергетик",
опубликованные в номерах:

- № 5 1997 г. "Об электромонтерском снаряжении на напряжении 0,4-10 кВ" . В статье рассмотрены новые конструкции лазов.
- № 9 1998 г. "Переносные приборы серии "КВАНТ" для распределительных электросетей", которые используются для выявления обрыва проводов и определения опор, находящихся под напряжением в этих сетях, а также применяются для дистанционного измерения тока нагрузок, в проводах ВЛ 0,4-35 кВ, проверки исправности предохранителей и обнаружения скрытой проводки в помещениях.

Приложение: статья.

Зам. Генерального директора
АО РОСЭП

А.С.Лисковец

Об электромонтерском снаряжении на напряжение 0,4—10 кВ

В г. Уфа состоялась международная выставка "Электричество-96", наглядно продемонстрировавшая стремление к созданию более совершенного и качественного электрооборудования. На выставке было представлено электрооборудование многих отечественных фирм и заводов, в основном сотрудничающих с концерном АBB. Показанные экспонаты свидетельствовали о закончившейся монополии отдельных заводов-изготовителей. Совместное сотрудничество с иностранными фирмами и использование современной технологии позволили повысить качество продукции отечественных заводов.

К сожалению, на выставке не были представлены электромонтерские приспособления (когти, лазы, предохранительные пояса и прочее), необходимые для обслуживания распределительных сетей 0,4—10 кВ. В России два завода-монополиста, которые изготавливают когти и лазы: Ярославский электромеханический и Барабинский АО "Связист". Последний реализует свои монтажные когти М1 и М2, а также раздвижные лазы КРПО для прямоугольных железобетонных опор, которые оказались непрочными и не совсем удобными в эксплуатации.

Плоские упоры из твердых сплавов, на первый взгляд, весьма устойчивы на опоре. На самом деле силовой крюк не полностью охватывает тело опоры, поэтому упоры имеют различную степень соприкосновения с телом опоры и зачастую лазы проскальзывают вдоль опоры из-за некачественной установки упоров.

Неполному охвату тела опоры способствует приваренный к крюку (с нарушением ТУ) боковой упор-фиксатор. Но главная угроза для электромонтера — это излом силового крюка около упора (рис. 1, а) или по сварочному шву между площадкой и силовым крюком (рис. 1, б). Следует отметить,



Рис. 1. Излом силового крюка около твердосплавного упора (а) и по сварочному шву между площадкой и силовым крюком (б)

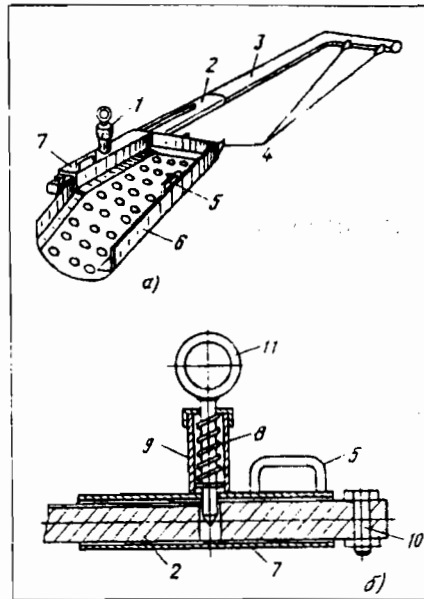


Рис. 2. Конструкция раздвижных когтей-лазов (а) и их фиксаторов (б):

1 — фиксатор; 2 — направляющая; 3 — крюк; 4 — зубья; 5 — скоба; 6 — подножник; 7 — корпус; 8 — пружина; 9 — обойма; 10 — замок; 11 — стопор

что раздвижность лазов для энергетиков не имеет никакого значения, так как используются они только для подъема на опоры 0,4 кВ, поэтому упомянутым заводам-монополистам следует создать новые конструкции лазов, когтей и т.п.

В середине 80-х годов специалисты Башкирэнерго разработали раздвижные лазы и передали опытную партию в электросетевое предприятие. Башкирский ЦНТИ выпустил информационный листок, который был выслан на Ярославский электромеханический завод. Однако в Башкирэнерго не было налажено серийное производство этих лазов. Следует отметить, что опытные образцы таких лазов, конструкция которых показана на рис. 2, работают до сих пор.

Работа на лазах проводится следующим образом. Сначала с помощью фиксатора устанавливается необходимая ширина раствора когтей по размеру нижнего сечения стойки, затем ширина раствора должна регулироваться при подъеме на $\frac{1}{3}$ высоты опоры. С помощью стопора фиксатор выводится из отверстия направляющей, устанавливается необходимая ширина раствора, отпускается стопор, который под действием возвратной пружины вводится в следующее отверстие, и фиксируется новое положение крюка. Данную операцию можно производить 2—3 раза за подъем на одну опору, попеременно перенося тяжесть тела с одной ноги на другую.

В мировой практике применяются лазы с другой конструкцией силового крюка, которые, судя по техническим фильмам, более удобны в работе. Таким образом, отсутствие лазов отечественного производства на выставке "Электричество-96" должно обратить внимание заводов-изготовителей на необходимость создания удобных, безопасных в работе лазов и других приспособлений с применением прочных и легких металлов.

Материал подготовлен заместителем начальника Службы электрических сетей АО Башкирэнерго В.П. ВАВУЛИНЫМ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

Переносные приборы серии "КВАНТ" для распределительных электросетей

БЕЛОТЕЛОВ А.К., БРОВКИН А.Г., инженеры, КУЗНЕЦОВ А.П., канд. техн. наук, ЧУТЧЕВ Н.М., инж., РАО "ЕЭС России" — НПФ "Радиус" — АО "Фирма ОРГРЭС"

По данным энергосистем для определения мест повреждений в электрических сетях напряжением 6—35 кВ наиболее удобны в эксплуатации переносные приборы серии "КВАНТ", разработанные НПФ "Радиус" совместно с АО "Фирма ОРГРЭС", ВНИИЭ, а также с участием ряда энергосистем и выпускаемые НПФ "Радиус" с 1992 г. В настоящее время эти приборы эксплуатируются более чем в 40 энергосистемах Российской Федерации.

По сравнению с переносными приборами аналогичного назначения приборы "КВАНТ" имеют положительные качества: наличие аккумуляторных батарей, более высокую эксплуатационную надежность, расширенные функциональные возможности, небольшие габаритные размеры и массу.

Приборы "КВАНТ" используются в энергосистемах также для выявления обрыва проводов и определения опор, находящихся под напряжением в этих сетях. Кроме того, они применяются для дистанционного измерения тока нагрузки в проводах ВЛ 0,4—10 кВ, проверки исправности предохранителей и обнаружения скрытой проводки в помещениях.

Структурная схема прибора "КВАНТ" приведена на рис. 1. Прибор содержит встроенные магнитный датчик (МД) и электрическую антенну (ЭА), входные усилители 1, 2 и 3, усилители с изменяемым коэффициентом передачи 4, 5 и 6, выходной преобразователь 7 и микроамперметр 8.

Прибор включается переключателем "Включено/Отключено". Режим работы выбирается последовательным нажатием кнопки "Режим". При этом загораются соответствующие режиму светодиоды.

При включении питания прибор автоматически переходит в режим "Контроль". Затем последующими нажатиями кнопки "Режим" включаются режимы контроля: наличия напряжения на ВЛ 6—35 кВ, тока нагрузки на ВЛ 0,4 кВ с пределами 20, 50 и 100 А (пределы по чувствительности к току частотой 550 Гц при определении места замыкания на землю с диапазонами 1:1000; 1:100; 1:10 и 1:1), исправности предохранителей.

Предохранители могут проверяться в любом режиме при их подключении посредством проводов к разъему, расположенному на торце прибора. Если

предохранитель исправный, загорается светодиод проверки предохранителей.

Исправность прибора проверяется в режиме "Контроль". Напряжение источника питания подается на выходной преобразователь, к которому подключен микроамперметр. В случае исправности источника питания и выходного преобразователя стрелка прибора отклоняется на 90—150 делений шкалы при использовании микроамперметра со шкалой 200 делений.

Определение места замыкания на землю в сетях 6—35 кВ основано на индикации уровня высших гармонических составляющих магнитного поля тока нулевой последовательности вблизи ВЛ с помощью магнитного датчика, настроенного в этом режиме на частоту 550 Гц. Сигнал МД проходит через усилители 1 и 3, активный фильтр 5, настроенный также на частоту 550 Гц, усилитель 6 и поступает на выходной преобразователь 7. Способ предложен сотрудниками АО "Фирма ОРГРЭС" В.А. Борухманом, В.Е. Казанским, А.П. Кузнецовым.

Индикация сигнала осуществляется микроамперметром 8, а коэффициент усиления может регулироваться в соотношениях 1:1000, 1:100; 1:10 и 1:1 в зависимости от уровня тока замыкания на землю в сети.

Различные виды контроля (наличия напряжения и замыкания на землю в сети, места обрыва проводов на опорах, находящихся под напряжением, в электросетях 6—35 кВ) осуществляются с помощью встроенной ЭА. Электрической антенной служит металлическая пластина, расположенная в передней части прибора.

Сигнал с ЭА через усилитель 2, активный фильтр (50 Гц) 4 и усилитель 6 поступает на выходной преобразователь 7. Отклонение стрелки микроамперметра сигнализирует о наличии электрического поля частотой 50 Гц. Для изменения чувствительности прибора к электрическому полю служат резисторы R32, R33, R34 соответственно для пределов 100, 50 и 20 А и R35 (рис. 2).

Ток нагрузки ВЛ контролируется магнитным датчиком, представляющим собой катушку индуктивности с разомкнутым стержневым ферритовым сердечником, которая расположена в правой части прибора и является частью колебательного контура, настроенного на частоту 50 Гц. Сигнал с магнитного

датчика через усилитель 1, активный фильтр 4 (50 Гц) и усилитель 6 поступает на выходной преобразователь 7 (см. рис. 1).

Варианты расположения прибора при измерении тока нагрузки на ВЛ разного типа приведены на рис. 3. Пределы контролируемого тока (20, 50 и 100 А; указаны для варианта а). При других расположениях проводов показания прибора следует умножать на соответствующий коэффициент, указанный в заводских данных.

В качестве основного источника питания в приборе используется комплект из четырех аккумуляторов ЦНК-0,45 напряжением 1,2 В, расположенных в контейнере. Комплект поставляется с зарядным устройством.

Основные технические характеристики прибора "КВАНТ"

Частота высших гармонических составляющих тока, Гц..... 550

Чувствительность к магнитному полю на разных частотах, А/м (не менее):

550 Гц..... $1,5 \cdot 10^{-4}$

50 Гц..... $1,5 \cdot 10^{-2}$

Чувствительность к электрическому полю на частоте 50 Гц, В/м (не менее)..... 10

Рабочий диапазон температур, °С..... -20...+40

Габаритные размеры, мм..... 170×110×70

Масса с источником питания, кг (не более)..... 0,6

Стоимость с комплектом сопроводительной документации (на февраль 1998 г с учетом НДС), руб. 840 000

С учетом опыта эксплуатации приборов "КВАНТ" в энергосистемах разработаны и приводятся далее уточненные рекомендации по их применению и техническому обслуживанию.

Определение места замыкания на землю в воздушных электрических сетях 6—35 кВ. Наиболее частый вид повреждения в электросетях с изолированной или компенсированной нейтралью — замыкание одной из фаз на землю, возникающее вследствие пробоя изоляции или обрыва провода ВЛ. Работа электросети с замыканием на землю нежелательна, однако допускается, как правило, в течение достаточно длительного времени.

Следует отметить, что в этом режиме напряжение двух других неповрежденных фаз повышается относительно земли в $\sqrt{3}$ раз и увеличивается вероятность перекрытия изоляции этих фаз, а также отключение ВЛ. При неустойчивом горении дуги в месте замыкания возникают и распространяются по сети

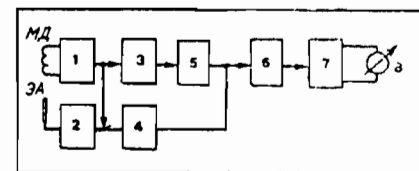


Рис. 1. Структурная схема прибора "КВАНТ"

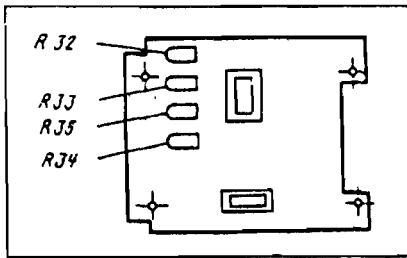


Рис. 2. Схема расположения элементов регулировки на плате прибора

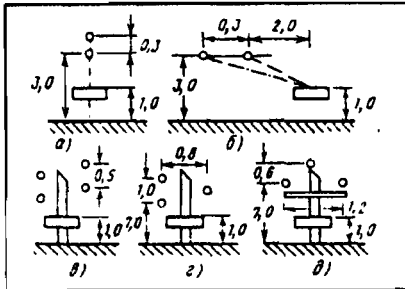


Рис. 3. Варианты измерения тока нагрузки на ВЛ 220 В и 0,4—10 кВ

перенапряжения, которые еще больше повышают вероятность повреждения изоляции неповрежденных фаз.

Кроме того, в месте замыкания появляется опасность поражения людей и животных шаговым напряжением, а на ВЛ с железобетонными опорами при пробое изоляции опоры и протекании через опору тока замыкания на землю возможно высыхание грунта вблизи заземления опоры. При этом опора оказывается под высоким потенциалом, что также может быть причиной электротравм.

Место замыкания на землю определяется последовательными измерениями в разных точках электросети значительных составляющих тока замыкания частотой 550 Гц. Для воздушных сетей 6—35 кВ ток замыкания на землю ориентировочно определяется по формуле:

$$I_c = 2,7 U_n I_c \cdot 10^{-3},$$

где I_c — ток замыкания сети, А; U_n — линейное напряжение, кВ; I_c — суммарная длина линий сети, км.

Высокая чувствительность прибора "КВАНТ" позволяет использовать его в сетях 6, 10, 20 и 35 кВ при их минимальной суммарной протяженности соответственно не более 20—25, 10—15, 7—10 и 5—8 км.

Определение места замыкания начинается с выявления поврежденной ВЛ. Для этого вблизи ВЛ, отходящих от шин питающей подстанции, измеряется магнитное поле. Кнопкой "Режим" устанавливается необходимый уровень чувствительности (1:1000, 1:100, 1:10 и 1:1) в зависимости от значения тока замыкания на землю. На поврежденной ВЛ показания приборов имеют максимальные значения.

Затем производятся измерения в местах разветвления этой ВЛ. Показания приборов на поврежденном ответвлении имеют также максимальные

значения. Место повреждения на ответвлении определяется по снижению показаний прибора при последовательном измерении вдоль ответвления.

Все измерения на поврежденной ВЛ должны производиться на расстоянии 5—6 м от оси ВЛ при том же режиме чувствительности, который используется во время отыскания поврежденной ВЛ на подстанции. В процессе поиска возможно самоустранение замыкания, а также отключение поврежденной ВЛ при переходе однофазного замыкания в междуфазное, поэтому рекомендуется контролировать наличие в сети замыкания на землю.

Для этого при измерении на подстанции на расстоянии 5—6 м от любой из ВЛ прибор переводится в режим "УкВ" и его показания фиксируются. Примерно аналогичные показания будут в любой точке сети при таком же удалении от ВЛ, если замыкание в сети сохранится. При устранении замыкания показания прибора уменьшатся в 5—10 раз, а в случае отсутствия напряжения (ВЛ отключена) — приблизятся к нулю.

Определение места обрыва провода и находящейся под напряжением опоры ВЛ 6—35 кВ. Для этого оператор устанавливает режим "УкВ" и производит контроль электрического поля в различных точках линии на расстоянии 5—6 м от ВЛ. Показания прибора за местом обрыва провода возрастают в 5—10 раз по сравнению с показаниями до этого места.

Для определения опоры ВЛ 6—35 кВ с поврежденной изоляцией оператор должен подойти к ней на расстояние 8—9 м и установить режим "УкВ". При этом показания прибора возрастают в 5—10 раз по сравнению с показаниями вблизи ВЛ на неповрежденном участке на том же расстоянии.

Измерение тока нагрузки в проводах ВЛ 6—35 кВ. При этом прибор располагается перпендикулярно оси линии. Измерение производится в одном из режимов с верхним пределом тока 20, 50 и 100 А. Значение тока определяется делением показаний прибора (со шкалой 200 делений) на коэффициенты 10, 4 и 2 соответственно для каждого из пределов.

Наиболее часто прибор "КВАНТ" используется для измерения тока нагрузки вводов ВЛ 220 кВ в здания и на ВЛ 0,4 кВ с целью контроля потребления электроэнергии и уточнения распределения нагрузки. Варианты измерения тока нагрузки на ВЛ 220 В и в сетях 0,4—10 кВ прибором "КВАНТ" приведены на рис. 3. Все расстояния указаны в метрах.

Прибор К отградуирован для измерения тока нагрузки в двухпроводной ВЛ 220 В с вертикальным расположением проводов (см. рис. 3, а). Для двухпроводной ВЛ 220 В с горизонтальным расположением проводов (рис. 3, б), ВЛ 0,4 кВ (рис. 3, в) и ВЛ 10 кВ (рис. 3, г, д) показания прибора следует умножить на коэффициенты соответственно 2, 3, 2 и 3.

Для ВЛ других классов напряжения с различным расположением проводов поправочные коэффициенты определяются экспериментально. Чувствительность прибора на пределах 20, 50 и 100 А корректируется регулировкой элементов, расположенных на плате прибора (см. рис. 2).

При производстве перечисленных операций следует соблюдать правила техники безопасности. Запрещается приближаться к лежащему на земле проводу и к находящимся под напряжением железобетонным опорам ВЛ 6—35 кВ на расстояние менее 8 м. При обнаружении подобных ситуаций необходимо срочно предупреждать предприятия электрических сетей и дожидаться приезда ремонтной бригады.

Перед началом работы в приборе "КВАНТ" рекомендуется проверить исправность источника питания и выходного преобразователя, а также правильную работу прибора в основных режимах. При этом стрелка прибора должна находиться в пределах 45—75 % шкалы.

Для проверки исправности в режиме контроля напряжения прибор подносится торцевой стороной вплотную к розетке 220 В (стрелка прибора должна отклониться примерно на 50—100 % шкалы), а в режимах контроля тока и поиска замыкания на землю прибор, включаемый поочередно на пределы 100 А и 1:100 — к проводу питания какого-либо электроприбора (например, электролампы). С приближением правой стороны прибора к перпендикулярно расположенному проводу питания показания прибора должны заметно увеличиваться.

Не реже одного раза в год прибор рекомендуется проверять в лабораторных условиях при отсутствии влияния внешних электрических и магнитных полей. Допустимые показания исправного прибора при отсутствии рабочего сигнала не превышают 5—10 %.

Чувствительность прибора к электрическому полю частотой 50 Гц проверяется в режиме контроля напряжения (U, кВ). При расстоянии 150 мм между торцевой стороной прибора и перпендикулярно расположенным проводом, находящимся под напряжением 220 В, показания прибора должны быть в пределах 30—50 % шкалы. Чувствительность прибора изменяется резистором R35 (см. рис. 2).

Чувствительность прибора к магнитному полю на частоте 550 Гц проверяется в режиме поиска замыкания на землю на пределе 1:1000. Для этого прибор располагается в магнитном поле, создаваемом током 1,0 мА частотой 550 Гц в испытательной обмотке из 10 витков, расположенной в средней части прибора. Показания в этих условиях должны быть не менее 30—50 % шкалы прибора.

Чувствительность прибора к магнитному полю на частоте 50 Гц проверяется в режиме контроля тока на пределе 50 А. Прибор располагается в магнитном поле той же испытательной обмотки из 10 витков с током 2 мА частотой 50 Гц (показания должны находиться в пределах 60—80 % шкалы).

Аналогично проверяется чувствительность прибора в режиме контроля тока на пределах 20 и 100 А. Для изменения чувствительности в режиме контроля тока 20, 50 и 100 А используются резисторы на плате (см. рис. 2). Регулировочные элементы могут использоваться также для изменения чувствительности по току и напряжению с целью учета особенностей контролируемых электросетей.

Подписано в печать 909.99 г.
Усл. печ.л.
Тираж 250 экз.

Формат 60x84/8
Учетн.-изд.л.
Зак. N 67

МСЛ - 004174

АО РОСЭП
111395, Москва, Аллея Первой Маевки, 15

