ЕДИНАЯ СЕРИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ 35-110/6-10 кв БЕЗ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА СТОРОНЕ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
407-3-191

ПОДСТАНЦИИ 110/6-10 кв С ТРАНСФОРМАТОРАМИ МОЩНОСТЬЮ ОТ 63 ДО 25 МВА С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ВСЕЙ МОЩНОСТИ ПО КАБЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ

АЛЬБОМ I

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА /МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКА/

gost.e-ecolog.ru

ЕДИНАЯ СЕРИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ 35-110/6-10 кв БЕЗ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА СТОРОНЕ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

ТИПОВОЙ ПРОЕКТ

407-3-191

ПОДСТАНЦИИ 110/6-10 кв С ТРАНСФОРМАТОРАМИ МОЩНОСТЬЮ ОТ 63 ДО 25 МВА С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ВСЕЙ МОЩНОСТИ ПО КАБЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ

АЛЬБОМ I

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА /МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКА/

Разработан:
ГПИ ЭЛЕКТРОПРОЕКТ
ГЛАВЭЛЕКТРОМОНТАЖА
МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЯ
СССР

Утвержден и введен в действие
Минмонтажспецстроем СССР
с 15/VIII-71г.
(протокол вп 1/IV-71г.)

Состав проекта:

Альбом I. Пояснительная записка (материал для проектировщика).

Электротехническая часть.

Альбом II. Тип 1. ГПП-110-I-1х16-А1
Тип 2. ГПП-110-I-1х25-Б1
Принципиальные и монтажные схемы.

Альбом III. Тип 3. ГПП-110-II-2х16-А2
Тип 4. ГПП-110-II-2х25-Б2
Принципиальные и монтажные схемы.

Альбом IV. Тип 5. ГПП-110-IIIУ-2х16-А2
Тип 6. ГПП-110-IIIУ-2х25-Б2
Принципиальные и монтажные схемы.

Альбом V. Электромонтажные чертежи установки трансформаторов 110/6-10 кВ.

Альбом VI. Распределительные устройства 110 кВ типов 110-I, 110-II и 110-IIIУ. Электромонтажные чертежи.

Альбом VII. Распределительные устройства 6-10 кВ типов А1, А2, Б1 и Б2. Электромонтажные чертежи.

Альбом VIII. Электромонтажные конструкции.

Альбом IX. Заказные спецификации электрооборудования и материалов.

Альбом X. Задания заводам на изготовление комплектного электрооборудования.

Архитектурно-строительная часть.

Альбом XI. Схемы генпланов и вспомогательные устройства.

Альбом XII. Распределительные устройства 110 кВ типов 110-I, 110-II и 110-IIIУ Строительные чертежи.

Альбом XIII. Распределительные устройства 6-10 кВ типов А1, А2, Б1 и Б2. Строительные чертежи, отопление и вентиляция.

Альбом XIV. Конструкции и детали.

Альбом XV. Сметы.

Часть I. Объектные сметы.

или I / или 2 — Часть 2. Сметы на приобретение и монтаж электрооборудования.

Часть 3. Сметы на общестроительные работы.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

№№ п/п	Наименование	Лист	Страница
1	Обложка		
2	Титульный лист		1
3	Состав проекта		2
4	Содержание альбома	ЭЛ-1	3
5	Пояснительная записка. Общая часть	ЭЛ-2÷4	4÷6
6	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	ЭЛ-5÷37	7÷39
7	Пояснительная записка. Архитектурно-строительная часть, отопление и вентиляция.	АС-1÷17	40÷56

1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва.	Содержание альбома	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-1

г. Москва

Гл. спец. ОЭС Хесин

Ст. инженер Дубровина

Общая часть.

Настоящий типовой проект № 407-3-191 является корректировкой рабочих чертежей типовых проектов Единой серии трансформаторных подстанций 110/6-10кв без выключателей на стороне высшего напряжения № 4-07-835 тип 1÷4 и № 4-07836 тип 1÷4, исключенных из числа действующих в 1968г. Проект выполнен на основании: „Основных положений по корректировке", разработанных ГПИ Электропроект в 1970г. и согласованных Госстроем СССР.

Основные положения согласованы Главтехуправлением Министерства энергетики и электрификации СССР.

В состав типового проекта, представляющего собой часть Единой серии подстанций 35-110/6-10кв без выключателей на стороне высшего напряжения входит 6 типов подстанций 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25мва с распределением всей мощности по кабельным линиям 6-10кв, в том числе:

Тип 1. ГПП-110-I-1×16-А1
Тип 2. ГПП-110-I-1×25-Б1
Тип 3. ГПП-110-II-2×16-А2
Тип 4. ГПП-110-II-2×25-Б2
Тип 5. ГПП-110-IIIу-2×16-А2
Тип 6. ГПП-110-IIIу-2×25-Б2

Обозначение типа подстанции расшифровывается следующим образом:

ГПП-110-I-1×16(25)-А1(Б1)
ГПП-110-II-2×16(25)-А2(Б2)
ГПП-110-IIIу-2×16(25)-А2(Б2)

- Главная понизительная подстанция.
- Тип распределительного устройства 110 кв.
  - I-Схема электрических соединений для однотрансформаторной подстанции.
  - II-Схема электрических соединений для двухтрансформаторной подстанции с перемычкой.
  - IIIу-Схема электрических соединений без перемычки с усиленной изоляцией аппаратуры.
- Количество и максимальная, для данного типа подстанции, мощность силовых трансформаторов 110/6-10кв
- Тип распределительного устройства 6-10кв.
  - А-Номинальный ток ввода до 1500а
  - Б-Номинальный ток ввода 2750а
  - 1,2-Для одно и двухтрансформаторной подстанции.

Госстроем СССР установлена область применения типового проекта для подстанций, расположенных в районах страны с расчетной зимней температурой -20,-30 и -40°С с обычными геологическими условиями (сейсмичность не выше 6 баллов) на предприятиях с нормальной и загрязненной атмосферой.

1971	Подстанции 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 мва	Пояснительная записка. Общая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-2

г. Москва | Гл. спец. отд. Ст. инженер | Песин Дубровина

Подстанции 1÷4 типов с нормальной изоляцией аппаратуры 110 кВ предназначены для электроснабжения предприятий с нормальной атмосферой и могут быть применены для электроснабжения других потребителей.

Подстанции 5 и 6 типов с усиленной изоляцией аппаратуры 110 кВ предназначены для электроснабжения предприятий с загрязненной атмосферой (предприятия химической, цементной, металлургической и т. п. отраслей промышленности).

Проектом предусмотрено, что подстанции будут эксплуатироваться без постоянного дежурства персонала; с дежурством на дому или с каким-либо видом централизованного обслуживания.

1971	Подстанции 110/6-10 кВ с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 МВ·А	Пояснительная записка. Общая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-3

г. Москва

Ст. инженер Дубровина

Технико-экономические показатели проекта.

№№ п/п	Тип подстанции	Количество и мощность трансформаторов шт х МВа	Сметная стоимость, тыс. руб.			Площадь территории м²	Площадь застройки м²	Площадь покрытия автодорог м²
			Общая	в том числе. Строительно-монтажные работы.	в том числе. Оборудование.			
1	Тип 1. ГПП-110-I-1х16-А1	1 х 6,3	115,96	44,90	71,06	1265	885	63
		1 х 10	123,52	44,91	78,61			
		1 х 16	136,79	45,07	91,72			
2	Тип 2. ГПП-110-I-1х25-Б1	1 х 16	141,12	45,31	98,81	1265	885	63
		1 х 25	167,54	45,48	122,06			
3	Тип 3. ГПП-110-II-2х16-А2	2х6,3	215,67	72,72	142,95	2102	1785	140
		2 х 10	231,80	73,82	157,98			
		2 х 16	258,37	74,11	184,26			
4	Тип 4. ГПП-110-II-2х25-Б2	2 х 16	279,85	78,67	201,18	2162	1838	140
		2 х 25	326,73	79,02	247,71			
5	Тип 5. ГПП-110-IIIУ-2х16-А2	2х 6,3	217,17	72,15	145,02	1930	1640	140
		2 х 10	233,30	73,25	160,05			
		2 х 16	259,87	73,54	186,33			
6	Тип 6. ГПП-110-IIIУ-2х25-Б2	2 х 16	281,12	77,87	203,25	1990	1690	140
		2х25	328,00	78,22	249,78			

Гл. инженер проекта Ю.Ф. Дубровин
Гл. спец. отд. Ю.Ф. Эрсин

II. Электротехническая часть.

II-1. Схемы электрических соединений.

Сетка схем подстанций, входящих в состав настоящего типового проекта, приведена в таблице 1.

Все подстанции запроектированы без выключателей на стороне высшего напряжения с установкой в цепи трансформаторов отделителей и короткозамыкателей.

Перед отделителями со стороны ЛЭП-110кв установлены ремонтные разъединители.

На подстанциях 1 и 2 типов распределительное устройство 110кв выполняется по схеме блока линия - трансформатор.

На подстанциях 3 и 4 типов распределительное устройство 110кв выполняется по схеме двух блоков линия - трансформатор с автоматизированной перемычкой между ними, устанавливаемой со стороны высшего напряжения трансформаторов.

На подстанциях 5 и 6 типов распределительное устройство 110кв выполняется по схеме двух блоков линия - трансформатор без перемычки.

В связи с тем, что приводы отделителей двухстороннего действия промышленностью в настоящее время не изготовляются, предусмотрена установка на отделителях приводов ШПОМ одностороннего действия.

Для осуществления автоматики в перемычке 110кв устанавливаются два отделителя: один нормальный с ручным включением и автоматическим отключением и второй - с автоматическим включением и ручным отключением.

Отделитель с автоматическим включением может быть получен из нормального отделителя (типа ОД-110м) перестановкой на 90° главных ножей.

Силовые трансформаторы, принятые в проекте, имеют неполную изоляцию нейтрали 110кв. В соответствии с решением Технического управления по эксплуатации энергосистем ПЭ-16/64 от 17 августа 1964г. для защиты нейтрали приняты разрядники РВС-35 + РВС-15. Для заземления нейтралей трансформаторов устанавливаются заземлители ЗОН-110м-II. На телемеханизированных подстанциях, для ускорения заземления нейтралей предусмотрена возможность

1971	Подстанции 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-5

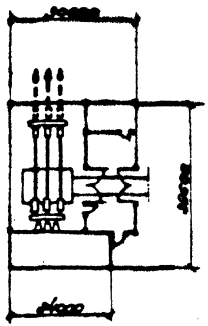
Гл. спец. ОЭС Сесин
Ст. инженер Дубровина

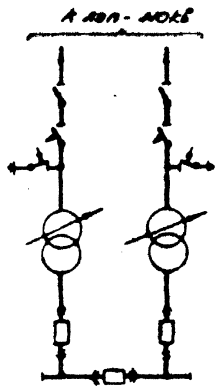
г. Москва.

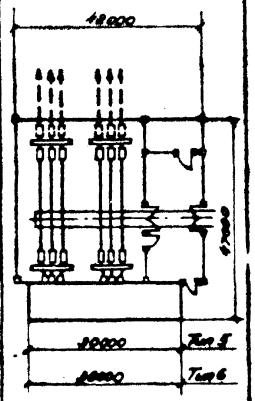
Таблица 1. Сетка схем подстанций.

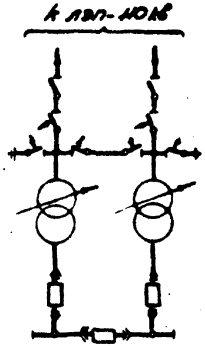


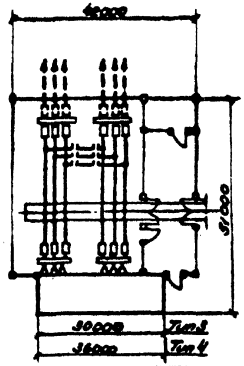
Тип	Схема электрических соединений.	Напряжение кв.	Мощность тр-ров Мва	Максимальное количество линий 6-10 кв	Компоновка
Тип 1 ГПП-110-I-1х16-А1	к лэп 110 кв	6 или 10	6,3; 10	10	30000; 30000; 24000
		10	16		
Тип 2 ГПП-110-I-1х25-Б1		6 или 10	16	18	
		10	25		
Тип 3 ГПП-110-II-2х16-А2	к лэп-110 кв	6 или 10	6,3; 10	20	42000; 51000; 30000 Тип 3; 36000 Тип 4
		10	16		
Тип 4 ГПП-110-II-2х25-Б2		6 или 10	16	24	
		10	25		
Тип 5. ГПП-110-IIУ-2х16-А3	к лэп-110 кв	6 или 10	6,3; 10	20	42000; 47000; 30000 Тип 5; 36000 Тип 6
		10	16		
Тип 6. ГПП-110-IIУ-2х25-Б2		6 или 10	16	24	
		10	25		











1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка Электротехническая часть	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист эл-6

установки, вместо заземлителей с ручным приводом, короткозамыкателей КЗ-110М, телеуправляемых с опорной подстанции.

На стороне 6-10кв предусмотрена одинарная система шин, секционированная на двухтрансформаторных подстанциях на 2 секции.

В нормальном режиме трансформаторы работают раздельно с устройством АВР на секционных выключателях.

Для компенсации емкостного тока замыкания на землю в сети 6-10кв предусмотрена установка дугогасящих катушек, подключаемых к разным секциям шин 6-10кв через силовые трансформаторы со схемой соединения Y/Δ-11 с выведенной нулевой точкой обмотки высокого напряжения. Дугогасящая катушка подключается к трансформатору через разъединитель. На подстанциях 1 и 2 типа предусмотрена установка одной дугогасящей катушки, а на подстанциях 3÷6 типа — двух дугогасящих катушек.

Количество и мощность дугогасящих катушек и трансформаторов к ним выбирается при привязке проекта в зависимости от величины емкостного тока замыкания на землю в сети 6-10кв.

II-2. Основное электрооборудование.

Проектом предусмотрено применение электрооборудования, выпускаемого в настоящее время электропромышленностью, в том числе:

Силовые трансформаторы.

Основные технические данные трансформаторов 110/6-10кв приведены в таблице 2.

На подстанциях типа 1÷4 предусматривается установка трансформаторов с нормальной, а на подстанциях типа 5 и 6 — с усиленной внешней изоляцией.

Все трансформаторы устанавливаются с автоматическим регулированием напряжения под нагрузкой с регулятором типа БАУРПН-2.

По сведениям, полученным от заводов-изготовителей в трансформаторах устанавливаются переключатели ответвлений производства Народной Республики Болгарии, обеспечивающие регулирование напряжения в пределах ± 16 %.

1971	Подстанции 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-7

г. Москва | Гл. спец. ОЭС | Ст. инженер | Дзюин | Дубровина | [signature] | [signature]

Таблица 2. Технические данные трансформаторов 110/6-10 кВ.

№№ п/п	Тип трансформатора	Завод изготовитель	Номинальная мощность кВа	Номинальное напряжение кв.	Uк, % %	Ток х.х., % Iн / а	Габариты длина, ширина, высота, мм.	Колея мм	Вес, кг. Общий	Вес, кг. Выемной части 1)	Вес, кг. Масла	Масла для доливки
1	ТМН-6300/110-66	Чирчикский трансформаторный завод.	6300	115±9х1,78/6,6 115±9х1,78/11	10,5	1,0 / 0,32	6085 4250 5160	2000/1524	38400	13320	14600	3500
2	ТДН-10000/110-70	Запорожский трансформаторный завод.	10000	115±9х1,78/6,6 115±9х1,78/11	10,5	0,9 / 0,45	6330 4300 5350	2000/1524	43400	17500	14950	3100
	ТМН-10000/110-67	Чирчикский трансформаторный завод.					6275 3405 5417	2000/1524	42000	15960	14500	2750
3	ТДН-16000/110-66	Тольяттинский электротехнический завод	16000	115±9х1,78/6,6 115±9х1,78/11	10,5	0,85 / 0,68	6918 4370 5860	2000/1524	49647	25030	17800	3900
4	ТРДН-25000/110-66	Тольяттинский электротехнический завод	25000	115±9х1,78/6,3-6,3 115±9х1,78/10,5-10,5	10,5	0,8 / 1,0	6875 4548 5600	2000/1524	66867	6275	20000	4400
		Мосэлектрозавод.					6580 4650 5820	2500/1524	67200	6440	20000	4000

Примечания:
1. Все трансформаторы кроме ТРДН-25000/110-66 имеют бак с верхним разъемом (выемной сердечник); трансформаторы ТРДН-25000/110-66 имеют бак с нижним разъемом (колокольного типа)
2. Все трансформаторы поставляются с маслом. Масло для доливки трансформатора заводом изготовителем не поставляется.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

Распределительные устройства 110кВ.

В распределительных устройствах 110кВ подстанции 1÷4 типа предусматривается установка аппаратуры 110кВ с нормальной изоляцией.

В распределительных устройствах 110кВ подстанций 5 и 6 типа предусматривается усиление изоляции аппаратуры и ошиновки для обеспечения надежной работы в атмосфере, загрязняемой промышленными уносами.

В связи с тем, что отделители и короткозамыкатели 110кВ не изготовляются с усиленной изоляцией, проектом предусмотрено применение отделителей на номинальное напряжение 150кВ и короткозамыкателей на номинальное напряжение 220кВ.

Распределительные устройства 6-10кВ.

Распределительные устройства 6-10кВ комплектуются из шкафов КРУ типа КРУ2-6(10)Э с выключателями ВМП-10К-600-1500а с электромагнитными приводами ПЭ-11 и ВМП-10Э-3000 с приводами ПЭВ-12

Разрывная мощность выключателей 350 МВа (при напряжении 10кВ), предельный сквозной ток к.з. (амплитуды) – 52 ка.

II-3. Релейная защита и автоматика

Предусмотрены следующие виды защиты:

На силовых трансформаторах.

а) Продольная дифференциальная защита с действием на включение короткозамыкателя (для отключения питающей линии 110кВ со стороны источника питания) и на отключение выключателей вводов 6-10кВ.

После включения короткозамыкателя, в бестоковую паузу производится отключение поврежденного трансформатора с помощью отделителя.

б) Газовая защита трансформатора с действием на сигнал (первая ступень) и на включение короткозамыкателя и отключение вводов 6-10кВ (вторая ступень).

в) Газовая защита переключателя ответвлений РПН с действием на сигнал (первая ступень) и на включение короткозамыкателя (вторая ступень)

г) Максимальная токовая защита на стороне 110кВ с двумя выдержками времени. С первой (меньшей) выдержкой времени защита действует на отключение выключателя ввода 6-10кВ

Гип. Дегтев
Гл. инж. отд. Зрачи
Ст. инженер Дубровина

г. Москва.

со второй (большей) - на включение короткозамыкателя. Предусматривается ускорение действия защиты при включении выключателя ввода 6-10 кв.

Выполнение максимальной токовой защиты с двумя выдержками времени позволяет сохранить в работе питающую линию 110 кв при коротком замыкании на шинах 6-10 кв или отказе защит линий 6-10 кв.

д) Защита от перегрузки и перегрева масла с действием на сигнал.

е) Защита от понижения уровня масла с действием на сигнал.

Предусмотрено два варианта включения короткозамыкателя при действии токовых защит:

1) с помощью реле прямого действия, питающихся от трансформаторов тока стороны 110 по схеме дешунтирования (основное исполнение схемы.)

2) От предварительно заряженных конденсаторов.

Вариант с предварительно заряженными конденсаторами применяется в тех случаях, когда чувствительность защиты ограничивается током надежного действия реле прямого действия, встроенных в привод короткозамыкателя и схема с дешунтированием не может быть использована.

В случае применения этого варианта должен быть обеспечен предварительный заряд конденсаторов до подачи напряжения на силовые трансформаторы.

Включение короткозамыкателя при действии газовой защиты, а также отключение отделителя и выключателя ввода 6-10 кв предусмотрено от предварительно заряженных конденсаторов.

Промежуточное реле газовой защиты также действует от предварительно заряженных конденсаторов. Такое выполнение защиты обеспечивает ее действие при повреждениях, сопровождающихся значительным снижением напряжения.

Реле БРД в приводе отделителя не используется. Импульс на отключение отделителя в бестоковую паузу (при включенном короткозамыкателе) подается через контакты реле РТ-40, контролирующего отсутствие тока в цепи короткозамыкателя и трехфазного токового реле РТ-40/Р-5, включенного в цепи защиты для контроля отсутствия тока в защищаемом трансформаторе.

Такая схема не требует отстройки от разновременности замыкания блокконтактов и главных

1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва.	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-10

Гл. спец. ОУС Ст. инженер Дубровина

контактов короткозамыкателя.

В тех случаях, когда от одной линии питаются отпайками несколько подстанций с отделителями, либо при питании по одной линии обоих трансформаторов на подстанциях с перемычкой на стороне В.Н. (3 и 4 типов) может произойти отказ отключения отделителя поврежденного трансформатора за счет подпитки места К.З. синхронными электродвигателями и, как следствие, – неуспешное АПВ питающей линии.

При отключении питающей линии напряжение на шинах 6-10 кВ может долго поддерживаться на достаточно высоком уровне, что приводит к увеличению времени действия и снижению эффективности АВР секционных выключателей 6-10 кВ.

Для обеспечения четкой работы автоматики необходимо быстрое отключение синхронных электродвигателей в бестоковую паузу. Для этой цели проектом предусмотрена на вводах 6-10 кВ быстродействующая защита от подпитки, реагирующая на изменение направления активной мощности и снижение частоты на соответствующей секции шин 6-10 кВ. Защита действует на отключение выключателя ввода 6-10 кВ. Проскальзывающий контакт реле времени защиты от подпитки может быть использован для отключения электродвигателей 6-10 кВ, не требующих самозапуска.

Для исключения ложной работы АЧР, при снижении частоты на секции вследствие прекращения ее питания, предусматривается блокирование автоматической частотной разгрузки мгновенным размыкающим контактом реле времени защиты от подпитки.

Если понижение частоты на шинах 6-10 кВ произошло вследствие общей посадки частоты в энергосистеме, то направление активной мощности (к шинам) не изменяется и защита от подпитки не работает.

Поскольку защита от подпитки не будет работать при снижении частоты в энергосистеме, то ее уставка по частоте может быть принята равной 49 ÷ 48,5 гц. Уставка реле времени защиты может быть принята равной 0,2 ÷ 0,3 сек. для отстройки от переходных процессов в цепях напряжения при К.З. вблизи шин питающей подстанции.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

На секционных выключателях 6-10кВ. – максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени с ускорением при АВР.

На линиях 6-10кВ трансформаторов дугогасящих катушек– а) Максимальная токовая защита с выдержкой времени.

б) Токовая отсечка мгновенного действия.

в) Защита от замыканий на землю с действием на сигнал.

На отходящих линиях 6-10кВ – защиты отходящих линий 6-10кВ. Выбирается в каждом конкретном случае в зависимости от местных условий и назначения линии.

Предусматривается следующий объем автоматики:

На однотрансформаторных подстанциях

а) Автоматическое повторное включение (АПВ) ввода 6-10кВ.

На двухтрансформаторных подстанциях

а) Автоматическое включение перемычки 110кВ (АВР) при аварийном (длительном) отключении одной из питающих линий 110кВ (на подстанциях 3 и 4 типа)

б) Автоматическое включение секционных выключателей 6-10кВ (АВР) при аварийном отключении одного из трансформаторов.

АВР должно действовать также и при исчезновении напряжения на питающей линии.

После восстановления напряжения на питающей линии производится автоматический возврат к первоначальному режиму работы путем включения выключателя трансформатора с последующим отключением секционного выключателя.

В качестве пускового органа АВР используются реле времени с выдержкой времени при отпадании.

Для повышения эффективности и сокращения времени действия АВР при исчезновении напряжения на питающей линии, когда при наличии достаточно мощной подпитки от синхронных электродвигателей, напряжение на шинах может долго поддерживаться на высоком уровне, используется защита от подпитки (см. выше).

в) Автоматическое повторное включение (АПВ) вводов 6-10кВ, которое вводится вручную или автоматически при отключении одного из

трансформаторов, либо при работе обоих трансформаторов по одной ЛЭП-110кВ (на п/ст с перемычкой).

г) Автоматическое включение (АВР) секционного автомата на щите собственных нужд ~380/220В.

На одно- и двухтрансформаторных подстанциях:

а) Автоматическое управление обдувкой трансформаторов мощностью 10МВа и выше.

б) Автоматическое управление переключателем напряжения трансформаторов под нагрузкой с применением регулятора типа БАУРПН-2, обеспечивающего встречное регулирование.

Цепь напряжения регулятора присоединяется к шинному трансформатору напряжения. Токовая цепь регулятора присоединяется к трансформатору тока ввода 6-10кВ.

На двухтрансформаторных подстанциях при отключении одного из трансформаторов и работе АВР к другому трансформатору подключится обесточившаяся секция со своей нагрузкой. В этом случае ток компенсации увеличится и соответственно неправильно возрастет напряжение на обеих секциях шин. Во избежание этого токовая компенсация в каждый регулятор вводится по разности токов своего трансформатора и секционного выключателя.

в) Автоматическая частотная разгрузка «АЧР».

Схема АЧР выполнена в соответствии с эксплуатационным циркуляром Главтехуправления Министерства энергетики и электрификации СССР №9-9/65 от 27/II-65г. «О порядке выполнения автоматической частотной разгрузки и частотного АПВ в энергосистемах» и предусматривает следующие две основные категории разгрузки по частоте:

а) АЧРI - быстродействующая (с выдержкой времени, не превышающей 0,5сек), предназначенная для предотвращения чрезмерного снижения частоты;

б) АЧРII - предназначенная для подъема частоты после действия АЧРI, а также для предотвращения зависания частоты на недопустимо низком уровне.

В качестве выходных реле устройства АЧР использованы двухпозиционные промежуточные реле типа РП-9, которые обеспечивают стабильную подачу импульса на шинки АЧР в КРУ 6-10 кВ, а также снятие импульса после восстановления частоты, вследствие чего происходит частотное

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подпись и дата

АПВ (4АПВ) линий, отключенных устройством АЧР.

Для исключения перегрузки при 4АПВ выпрямительных устройств, питающих цепи электромагнитов включения выключателей линий 6-10 кв, предусматривается, для первой очереди АЧР, 4АПВ с двумя выдержками времени, которые достигаются путем разделения шинки АЧР первой очереди на две ШАЧРIа и ШАЧРIб. Разновременность 4АПВ может быть дополнительно обеспечена при помощи различных уставок по времени АПВ линий 6-10 кв.

Расчеты токов короткого замыкания (для выбора уставок защит) и примеры расчетов защит трансформаторов, секционных выключателей и выбор сечения соединительных проводов токовых цепей защит приведены в таблицах 3÷10.

Для расчетов защит приняты следующие значения мощности короткого замыкания на стороне 110 кв:

Максимальное - 5000 Мва;

Минимальное - 1500 Мва.

Токи короткого замыкания на шинах 6-10 кв определены без учета подпитки от высоковольтных электродвигателей. Допустимая величина подпитки определяется как разность между отключающей способностью выключателя и расчетным значением тока короткого замыкания.

Приведенные в таблицах 4÷9 данные по типам трансформаторов тока, реле и уставкам защит могут быть использованы для заполнения таблиц уставок реле защиты и автоматики в альбомах II, III, IV и опросных листов для заказа КРУ и щитов управления в альбоме X настоящего проекта. Уставки времени защиты и автоматики выбираются при привязке проекта.

При фактических значениях мощности к.з. на стороне 110 кв значительно отличающихся в большую (от максимального) или в меньшую (от минимального) сторону, расчеты защит должны быть скорректированы при привязке проекта.

Расчеты защит линий 6-10 кв в объем проекта не входят и должны выполняться при привязке.

1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-14

Гл. спец. ОЭС Сесин
Вт. инженер Дубровина

Таблица 3. Токов трехполюсного короткого замыкания.

Мощность трансформатора (ква) и вторичное напряжение (кв)	Мощность к.з. на стороне 115 кв (мва)	Ток к.з. (а) на выводах н.н. трансформатора приведенный к напряжению.		Ток трехфазного к.з. за трансформатором собственных нужд.									
				63 ква		100 ква		250 ква		400 ква		630 ква	
				Приведенный к напряжению.									
		115 кв	6,3-или 10,5 кв	6,3 кв	10,5 кв	6,3 кв	10,5 кв	6,3 кв	10,5 кв	6,3 кв	10,5 кв	6,3 кв	10,5 кв
6300 ква 6,3 кв.	5000	2,96	5410	125		190	—	463	—	703	—	880	
	1500	290	5300	124		189	—	462	—	700	—	879	—
6300 ква 10,5 кв	5000	296	3240	—	75	—	118	—	203	—	427	—	530
	1500	290	3180	—	75	—	117	—	277	—	425	—	527
10000 ква 6,3 кв	5000	465	8400	126	—	197	—	478	—	740	—	940	—
	1500	450	8220	125	—	196	—	477	—	739	—	938	—
10000 ква 10,5 кв	5000	465	5100	—	75,5	—	117,5	—	290	—	450	—	565
	1500	450	4950	—	75	—	117	—	287	—	447	—	560
16000 ква 6,3 кв	5000	732	13380	126,5	—	199	—	485	—	760	—	976	—
	1500	694	12680	126	—	198	—	484	—	759	—	974	—
16000 ква 10,5 кв.	5000	732	8010	—	76,3	—	121	—	296	—	465	—	587
	1500	694	7600	—	76	—	120	—	295	—	463	—	585
25000 ква 10,5 кв. (ст. примечание)	5000	1138	12400	—	76,5	—	122	—	300	—	475	—	601
	1500	1030	11300	—	76	—	121	—	297	—	472	—	600

Примечание. Для трансформаторов мощностью 25000 ква значения токов к.з. определены при параллельном соединении вторичных обмоток.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

г. Москва

Таблица 4. Расчет дифференциальной защиты трансформаторов с вторичным напряжением 10 кв с реле РНТ-565

NN п/п	Наименование величин	Обозначение и расчетная формула.	Трансформатор 6,3 Мва		Трансформатор 10 Мва		Трансформатор 16 Мва			Трансформатор 25 Мва	
			Числовые значения для сторон								
			115 кв	10 кв	115 кв	10 кв	115 кв	10 кв		115 кв	10 кв
1	Первичные токи, соответствующие номинальной мощности тр-ра, а	$I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3}\, U_н}$	31,7	330,5	50,2	525	80,3	840		125,5	1375
2	Коэффициент трансформации и схема соединения тр-ров тока.	$n_т$	100/5=20 Δ, $K_{сх}=\sqrt{3}$	600/5=120 Y, $K_{сх}=1$	150/5=30 Δ, $K_{сх}=\sqrt{3}$	1000/5=200 Y; $K_{сх}=1$	200/5=40 Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$	1500/5=300 Y, $K_{сх}=1$	2000/5=400 Y; $K_{сх}=1$	400/5=20 Δ $K_{сх}=\sqrt{3}$	2000/5=400 Y, $K_{сх}=1$
3	Вторичные токи в плечах защиты, соответствующие номинальной мощности тр-ра, а	$i_{2н} = \frac{K_{сх} \cdot I_н}{n_т}$	2,74	2,76	2,9	2,62	3,47	2,8	2,1	2,72	3,44
4	Первичный расчетный ток небаланса (а) без учета небаланса, обусловленного неточностью уставки расчетного числа витков реле.	$I_{нб.расч.} = (K_{опер} \cdot K_{одн.} \times f_i + \Delta U)\, I^{(3)}_{к.макс.}$ $I^{(3)}_{к.макс.}$ - по табл. 3	77	842	121	1325	190	2080		296	3200
			$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$; $f_i=0,1$; $\Delta U=0,16$		$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$ $f_i=0,1$ $\Delta U=0,16$		$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$; $f_i=0,1$ $\Delta U=0,16$			$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$, $f_i=0,1$ $\Delta U=0,16$	
5	Первичный ток срабатывания защиты, а — По условию отстройки от максимального тока небаланса	$I_{1с.з.} \geq K_н I'_{нб.расч.}$ $K_н=1,3$	100	1093	157	1722	247	2710		385	4160
	По условию отстройки от броска тока намагничивания.	$I_{2с.з.} \geq K_н \cdot I_н$ $K=1,3$	41,3	430	65	682	104,2	1090		163	1790
6	Расчетное условие для выбора уставки реле	$I_{с.з.расч.}$	Отстройка от максимального тока небаланса.								
7	Ток срабатывания реле на основной стороне, а	$i_{ср.осн.} = \frac{K_{сх} \cdot I_{с.з.расч.}}{n_т}$	—	9,1	9,05	—	10,7	—	—	—	10,4
8	Расчетное число витков реле для установки на основной стороне.	$W_{осн.расч.} = \frac{F_{с.р.}}{i_{ср.осн.}}$; $F_{ср}=100$ ав	—	11	11,05	—	9,35	—	—	—	9,62
9	Предварительно принятое число витков реле для установки на основной стороне.	$W_{осн.}$		10	10	—	9	—	—	—	9
10	Расчетное число витков реле для установки на неосновной стороне.	$W_{i\,расч} = W_{осн.} \cdot \frac{i_{2н.осн.}}{i_{2н.неосн.}}$	10,1	—	—	11,05	—	11,12	14,9	11,2	—
11	Предварительно принятое число витков реле для установки на неосновной стороне.	W_1	10	—	—	11	—	11	15	11	—
12	Составляющая первичного тока небаланса обусловленная округлением числа витков реле неосновной стороны, а	$I'''_{нб.расч.} = \frac{W_{1расч} - W_1}{W_{1расч}} I^{(3)}_{к.макс.}$	2,94	32	2,1	230	7,9	86,5	53,7	30	330
13	Первичный расчетный ток небаланса с учетом составляющей $I'''_{нб.расч.}$	$I_{нб.расч.} = I'_{нб.расч.} + I'''_{нб.расч.}$	80	875	123,1	1348	197,9	2166,5	2133,7	326	3530
14	Уточненное значение $I_{с.з.}$ по условию отстройки от максимального тока небаланса	$I_{1с.з.} = K_н \cdot I_{нб.расч.}$ $K_н=1,3$	104	1140	160	1760	257	2830	2770	424	4600
15	Окончательно принятое число витков реле.	$W_{осн}$; W_1	10	10	10	11	9	11	15	11	9
16	Ток срабатывания защиты, соответствующий окончательно принятому числу витков, а — Вторичный	$i_{ср} = \frac{F_{ср}}{W}$; $F_{с.р.}=100$ ав	10	10	10	9,1	11,1	9,1	6,65	9,1	11,1
	Первичный.	$I_{с.з.} = i_{ср} \cdot n_т / K_{сх}$	115,5	1200	173	1820	257	2730	2670	420	4440
17	Чувствительность защиты при двухфазном к.з. на выводах 10 кв трансформатора в минимальном режиме.	$K_ч = \frac{0,87 \cdot I^{(2)}_{к.мин.}}{I_{с.з}}$ $I^{(2)}_{к.мин.}$ - по табл. 3	2,19>2		2,26>2		2,35>2			2,14>2	

1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-16

Таблица 5. Расчет дифференциальной защиты трансформаторов с вторичным напряжением 6 кВ с реле РНТ-565.

№ п/п	Наименование величин.	Обозначение и расчетная формулы.	Трансформатор 6,3 МВа. Числовые значения для сторон		Трансформатор 10 МВа. Числовые значения для сторон		Трансформатор 16 МВа. Числовые значения для сторон	
			115 кВ	6 кВ	115 кВ	6 кВ	115 кВ	6 кВ
1	Первичные токи, соответствующие номинальной мощности тр-ра, а	$I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3}\,U_н}$	31,7	552	50,2	875	80,3	1400
2	Коэффициент трансформации и схема соединения тр-ров тока.	$n_т$	100/5=20 Δ, $K_{сх}=\sqrt{3}$	1000/5=200 Y, $K_{сх}=1$	150/5=30 Δ, $K_{сх}=\sqrt{3}$	1500/5=300 Y, $K_{сх}=1$	200/5=40 Δ, $K_{сх}=\sqrt{3}$	2000/5=400 Y, $K_{сх}=1$
3	Вторичные токи в плечах защиты соответствующие номинальной мощности тр-ра, а	$i_{2н} = \frac{K_{сх} \cdot I_н}{n_т}$	2,74	2,76	2,9	2,92	3,47	3,51
4	Первичный расчетный ток небаланса (а) без учета небаланса, обусловленного неточностью установки расчетного числа витков реле.	$I'_{н.б.расч} = (K_{опер} \cdot K_{одн} \times (f_i + \Delta U) I^{(3)}_{к.макс}$. $I^{(3)}_{к.макс}$ по табл. 3	77	1405	121	2182	190	3480
			$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$; $f_i=0,1$; $\Delta U=0,16$		$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$; $f_i=0,1$; $\Delta U=0,16$		$K_{опер}=1$; $K_{одн}=1$; $f_i=0,1$ $\Delta U=0,16$	
5	Первичный ток срабатывания защиты, а — по условию отстройки от максимального тока небаланса.	$I_{1с.з.} \geq K_н I'_{н.б.расч}$. $K_н = 1,3$	100	1830	157	2840	247	4520
	по условию отстройки от броска тока намагничивания.	$I_{2с.з.} \geq \frac{K \cdot I_н}{K=1,3}$	41,3	716	65	1137	104,2	1820
6	Расчетное условие для выбора уставки реле.	$I_{с.з.}$ расч.	Отстройка от максимального тока небаланса.					
7	Ток срабатывания реле на основной стороне	$i_{ср.осн} = \frac{K_{сх} \cdot I_{с.з.расч.}}{n_т}$	—	9,15	—	9,45	—	11,3
8	Расчетное число витков реле для установки на основной стороне	$W_{осн.расч} = \frac{F_{с.р.}}{i_{ср.осн}}$; $F_{ср}=100$ ав	—	10,9	—	10,6	—	8,85
9	Предварительно принятое число витков реле для установки на основной стороне	$W_{осн.}$	—	10	—	10	—	8
10	Расчетное число витков реле для установки на неосновной стороне.	$W_{1расч} = W_{осн} \frac{i_{2н.осн.}}{i_{2н.неосн.}}$	10,05	—	10,05	—	8,1	—
11	Предварительно принятое число витков реле для установки на неосновной стороне.	W_1	10	—	10	—	8	—
12	Составляющая первичного тока небаланса, обусловленная округлением числа витков реле неосновной стороны, а	$I''_{н.б.расч} = \frac{W_{1расч} - W_1}{W_{1расч}} I^{(4)}_{к.макс.}$	1,47	26,9	2,31	41,8	9,05	165
13	Первичный расчетный ток небаланса с учетом составляющей $I''_{н.б.расч}$.	$I_{н.б.расч} = I'_{н.б.расч} + I''_{н.б.расч}$	78,5	1432	123	2224	199,05	3645
14	Уточненное значение $I_{с.з.}$ по условию отстройки от максимального тока небаланса.	$I_{1 с.з} = k_н \cdot I'_{н.б.расч}$. $k_н = 1,3$	102	1861	160	2890	259	4740
15	Окончательно принятое число витков реле.	$W_{осн}$; W_1	10	10	10	10	8	8
16	Ток срабатывания защиты соответствующий окончательно принятому числу витков, а — вторичный	$i_{ср} = \frac{F_{ср}}{W}$; $F_{ср}=100$ ав	10	10	10	10	12,5	12,5
	первичный.	$I_{с.з} = i_{ср} \cdot n_т / K_{сх}$	115,5	2000	173	3000	289	5000
17	Чувствительность защиты при двухфазном к.з. на выводах 6 кВ трансформатора в минимальном режиме.	$k_ч = \frac{0,87 \cdot I^{(2)}_{к.мин.}}{I_{с.з.}}$ $I^{(2)}_{к.мин.}$ - по табл. 3	2,19 > 2		2,26 > 2		2,1 > 2	

Таблица 6. Расчет максимальной токовой защиты, защиты от перегрузки, уставки реле обдувки и реле токовой блокировки регулятора трансформаторов с вторичным напряжением 10 кВ.

№ п/п	Наименование величин		Обозначение и расчетная формула	Трансформатор 6,3 МВа			Трансформатор 10 МВа				Трансформатор 16 МВа					Трансформатор 25 МВа			
				М.Т.З. на стороне 115 кВ.	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле блокировки на стороне 10 кВ.	М.Т.З. на стороне 115 кВ	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле обдувки на стороне 115 кВ	Реле блокировки на стороне 10 кВ.	М.Т.З. на стороне 115 кВ.	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле обдувки на стороне 115 кВ.	Реле блокировки на стороне 10 кВ.		М.Т.З. на стороне 115 кВ.	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле обдувки на стороне 115 кВ.	Реле блокировки на стороне 10 кВ.
1	Первичные номинальные токи, А.		$I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3} U_н}$	31,7		330,5	50,2			525	80,3			840		125,5			1375
2	Кратность сверхтока нагрузки.		$m_{сн}$	2,5	—	—	2,5	—	—	—	2,5	—	—	—	—	2,5	—	—	—
3	Коэффициент трансформации и схема соединения трансформаторов тока.		$n_т$	100/5 = 20; Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$		600/5 = 120 Y; $K_{сх}=1$	150/5 = 30 Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$			1000/5 = 200 Y; $K_{сх}=1$	200/5 = 40 Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$			1500/5 = 300 Y; $K_{сх}=1$	2000/5 = 400; Y; $K_{сх}=1$	400/5 = 80; Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$			2000/5 = 400 Y; $K_{сх}=1$
4	Первичный расчетный ток срабатывания защиты, А.	Максимальной токовой	$I_{с.з} = \frac{K_н \cdot m_{сн}}{K_в} \cdot I_н$ $K_н=1,2$ $K_в=0,8$	119	—	—	188	—	—	—	301	—			—	470	—	—	—
		от перегрузки	$I_{с.з} = \frac{K_н}{K_в} \cdot I_н$ $K_н=1,05$; $K_в=0,8$	—	41,7	—	—	66	—	—	—	105,3	—	—	—	—	164	—	—
		Реле обдувки	$0,7 I_н$	—	—	—	—	—	35,1	—	—	—	56,2	—	—	—	—	88	—
		Реле блокировки.	$2 I_н$	—	—	661	—	—	—	1050	—	—		1680		—	—	—	2750
5	Ток уставки реле, А		$i_{ср} = K_{сх} \frac{I_{с.з}}{n_т}$	10,3	3,61	5,52	10,8	3,81	2,02	5,25	13	4,57	8,43	5,6	4,2	10,15	3,54	1,9	6,87
6	Чувствительность защиты при двухфазном к.з. в минимальном режиме.	На выводах 6 кВ трансформатора.	$K_ч = \frac{0,87 \cdot I^{(3)}_{к.мин}}{I_{с.з}}$ $I^{(3)}_{к.мин}$ по таблице 3	2,12 > 1,5	—	—	2,08 > 1,5	—	—	—	2,12 > 1,5	—	—	—	—	1,97 > 1,5	—	—	—
7	Тип реле и пределы уставки.			РТ-40/20 5÷20 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/10 2,5÷10 А	РТ-40/20 5÷20 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/10 2,5÷10 А	РТ-40/20 5÷20 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/6 2,5÷10 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/20 5÷20 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/6 1,5÷6 А	РТ-40/10 2,5÷10 А

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

г. Москва

1971	Подстанции 110/6-10 кВ с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 МВа	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист 31-18

Таблица 7. Расчет максимальной токовой защиты, защиты от перегрузки, уставки реле обдувки и реле токовой блокировки регулятора трансформаторов с вторичным напряжением 6 кВ.

№№ п/п	Наименование величин.		Обозначение и расчетная формула.	Трансформатор 6,3 МВа			Трансформатор 10 МВа				Трансформатор 16 МВа			
				м.т.з. на стороне 115 кВ.	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле блокировки на стороне 6 кВ.	м.т.з. на стороне 115 кВ.	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле обдувки на стороне 115 кВ.	Реле блокировки на стороне 6 кВ.	м.т.з. на стороне 115 кВ.	Защита от перегрузки на стороне 115 кВ.	Реле обдувки на стороне 115 кВ.	Реле блокировки на стороне 6 кВ.
1	Первичные номинальные токи, а		$I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3}\cdot U_н}$	31,7		552	50,2			875	80,3			1400
2	Кратность сверхтока нагрузки		$n_{сн}$	2,5	—	—	2,5	—	—	—	2,5	—	—	—
3	Коэффициент трансформации и схема соединения трансформаторов тока.		$n_т$	100/5=20; Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$		1000/5=200 Y; $K_{сх}=1$	150/5=30; Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$			1500/5=300 Y; $K_{сх}=1$	200/5=40, Δ; $K_{сх}=\sqrt{3}$			2000/5=400 Y; $K_{сх}=1$
4	Первичный расчетный ток срабатывания защиты, а	Максимальной токовой	$I_{с.з}=\frac{K_н n_{сн}}{K_в} I_н$ $K_н=1,2$, $K_в=0,8$	119	—	—	188	—	—	—	301	—	—	—
		от перегрузки.	$I_{с.з}=\frac{K_н}{K_в} I_н$ $K_н=1,05$, $K_в=0,8$	—	41,7	—	—	66	—	—	—	105,3	—	—
		Реле обдувки.	$0,7\ I_н$	—	—	—	—	—	35,1	—	—	—	56,2	—
		Реле блокировки регулятора	$2\ I_н$	—	—	1104	—	—	—	1750	—	—	—	2800
5	Ток уставки реле, а		$I_{ср}=K_{сх}\frac{I_{с.з.}}{n_т}$	10,3	3,61	5,52	10,8	3,81	2,02	5,83	13	4,57	2,43	7
6	Чувствительность защиты при двухфазном К.З. в минимальном режиме.	На выводах 10 кВ трансформаторов.	$K_ч=\frac{0,87\cdot I^{(2)}_{к\ мин.}}{I_{с.з.}}$ $I^{(2)}_{к\ мин.}$ по табл.3	2,12>1,5	—	—	2,08>1,5	—	—	—	2,12>1,5	—	—	—
7	Тип реле и пределы уставки.			РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/10 2,5÷10а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/10 2,5÷10а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/10 2,5÷10а

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата | Инв. № подл. | Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата

Таблица 8 Расчет защиты трансформаторов дугогасящих катушек.

NN п/п	Наименование величин		Обозначение и расчетная формула.	250 кВа		400 кВа		630 кВа	
				6 кВ	10 кВ	6 кВ	10 кВ	6 кВ	10 кВ
1	Расчетный ток, а		$J_{расч.} = J_{ном.\ тр\text{-}ра}$	24	14,5	38,5	23	60,5	36,5
2	Коэффициент тр-ции и схема соединения трансформаторов тока.		$n_т$	100/5=20 Y; $K_{сх}=1$		100/5=20 Y; $K_{сх}=1$		100/5=20 Y; $K_{сх}=1$	
3	Максимальная токовая защита с выдержкой времени	Ток срабатывания защиты, а	$J_{с.з.} = \frac{K_н}{K_в} J_{расч.}$ $K_н=1,3$; $K_в=0,8$	39	23,6	62,5	37,5	98,5	59,5
4		Ток уставки реле, а	$i_{ср.} = K_{сх} \frac{J_{с.з.}}{n_т}$	1,95	1,17 (принимаем $i_{ср.}=1,5а$)	3,12	1,87	4,92	2,98
5		Чувствительность защиты при двухфазном к.з. в минимальном режиме.	$K_ч = \frac{0,87 \cdot J_к^{(3)}\ мин.}{J_{с.з.}}$ $J_к^{(3)}$ мин. по табл. №3	10,3>1,5	8>1,5	9,7>1,5	9,8>1,5	7,75>1,5	7,7>1,5
6		Тип реле и пределы уставки.		РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а	РТ-40/6 1,5÷6а
7	Токовая отсечка мгновенного действия.	Ток срабатывания защиты (по условию отстройки от максимального сквозного т.к.з.), а	$J_{с.о.} = K_н J_к^{(3)}$ скв. макс. $K_н=1,5$ $J_к^{(3)}$ скв. мак. по табл. №3	727	450	1140	712	1460	903
8		Ток уставки реле, а	$i_{с.р.о.} = K_{сх} \frac{J_{с.о}}{n_т}$	36,4	22,5 (принимаем $i_{с.р.}=25а$)	57	35,6	73	45,1
9		Чувствительность защиты при двухфазном к.з. в месте установки защиты в минимальном режиме.	$K_ч = \frac{0,87 \cdot J_к^{(3)}\ мин}{J_{с.о.}}$ $J_к^{(3)}$ мин. по табл. №3	6,35>2	5,34>2	4,05>2	3,88>2	3,16>2	3,06>2
10		Тип реле и пределы уставки.		РТ-40/100 25÷100а	РТ-40/100 25÷100а	РТ-40/100 25÷100а	РТ-40/100 25÷100а	РТ-40/100 25÷100а	РТ-40/100 25÷100а

г. Москва
Ст. инженер Дубровина

Таблица 9. Расчет максимальной токовой защиты секционных выключателей 6-10 кВ.

№№ п/п	Наименование величин.	Обозначение и расчетная формула.	Трансформатор 6,3 МВа		Трансформатор 10 МВа		Трансформатор 16 МВа		Трансформатор 25 МВа
			6,3 кВ	10,5 кВ	6,3 кВ	10,5 кВ	6,3 кВ	10,5 кВ	10,5 кВ
1	Коэффициент трансформации и схема соединения трансформаторов тока.	$n_т$	1000/5=200 Y; Kсх=1	600/5=120 Y; Kсх=1	1500/5=300 Y; Kсх=1	1000/5=200 Y; Kсх=1	2000/5=400 Y; Kсх=1	1500/5=300 Y; Kсх=1	2000/5=400 Y; Kсх=1
2	Первичный расчетный ток срабатывания защиты на вводе 6-10 кВ силового трансформатора, а.	$I_{с.з.}$ - защиты вводов от тр-ра по табл. 6.7.	2170	1300	3440	2060	5500	3300	5150
3	Первичный расчетный ток срабатывания защиты секц. выкл. по условию совпосков. с защитой тр-тора, а	$I_{с.з}=K_н \cdot I_{с.з.тр-ра}$; $K_н=0,85$	1845	1105	2920	1750	4670	2800	4370
4	Ток уставки реле, а	$I_{с.р}=K_{сх}\frac{I_{с.з}}{n_т}$	9,22	9,21	9,75	8,75	11,7	9,35	10,9
5	Чувствительность защиты при двухфазном К.З. в минимальном режиме.	$K_ч=\frac{0,87 \cdot I_{к.мин.}^{(2)}}{I_{с.з.}}$; $I_{к.мин.}^{(2)}$ - по таблице 3.	2,12>1,5	2,18>1,5	2,43>1,5	2,46>1,5	2,36>1,5	2,38>1,5	2,25>1,5
6	Тип реле и пределы уставки.		РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/20 5÷20а	РТ-40/20 5÷20а

Таблица 10. Расчет сечения проводов токовых цепей защит.

№№ п/п	Наименование величин.	Обозначение и расчетная формула.	Трансформатор 6,3 МВа			Трансформатор 10 МВа			Трансформатор 16 МВа			Трансформатор 25 МВа	
			Числовые значения для сторон										
			115 кВ	6,3 кВ	10,5 кВ	115 кВ	6,3 кВ	10,5 кВ	115 кВ	6,3 кВ; 10,5 кВ.		115 кВ	10,5 кВ
1	Тип и схема соединения трансформаторов тока.	$У_н$	ТВТ-110 100/5 а; Δ	ТПОЛ-10-Р/Р 1000/5; Y	ТПОЛ-10-А/Р 600/5; Y	ТВТ-110 150/5; Δ	ТПОЛ-10-Р/Р 1500/5; Y	ТПОЛ-10-Р/Р 1000/5; Y	ТВТ-110 200/5; Δ	ТПШЛ-10-Р/Р 2000/5; Y	ТПОЛ-10-Р/Р 1500/5; Y	ТВТ-110 400/5; Δ	ТПШЛ-10-А/Р 2000/5; Y
2	Расчетный первичный ток, а	$У_{расч.}=n \cdot У_к^{(3)}$ макс. внешн. для дифф. защиты. $n=1,3$; $У_к^{(3)}$ макс. внешн. по табл 3	385	7030	4820	605	10910	6760	952	17380	10410	1455	16000
3	Расчетная кратность первичного тока.	$m=\frac{У_{расч.}}{\alpha \cdot У_н}$; $\alpha=0,8$	4,8	8,8	8,8	5,05	9,1	8,45	5,95	10,85	8,7	4,55	10
4	Допустимая нагрузка трансформаторов тока, ом	$Z_н$ доп. (по кривым 10% погрешности.)	>1,3х2=2,6	1,5	1,5	>2х2=4	2	1,6	>2х2=4	3,8	2,2	>2х2=4	4
5	Сопротивление реле защиты, ом	$Z_р$	0,35	0,1	0,1	0,35	0,1	0,1	0,35	0,1	0,1	0,35	0,1
6	Допустимое сопротивление проводов (в один конец), ом.	$Z_{пр}=\frac{Z_{ндоп}-Z_{пер}}{3}-Z_р$; для Т.Т., соединенных в Δ; $Z_{пер}=0,05$ ом.	0,5	—	—	0,968	—	—	0,968	—	—	0,968	—
		$Z_{пр}=\frac{Z_{ндоп}-Z_р-Z_{пер}}{2}$; для Т.Т., соединенных в Y; $Z_{пер}=0,05$ ом	—	0,675	0,675	—	0,925	0,725	—	1,825	1,025	—	1,925
7	Длина проводов в один конец, м	ℓ	50	35	35	50	35	35	50	35	35	50	35
8	Допустимое сечение алюминиевых проводов, мм²	$S=\frac{\ell}{\gamma \cdot Z_{пр}}$ $\gamma=35,3$	2,84	1,48	1,48	1,485	1,07	1,37	1,465	0,544	0,965	1,465	0,515
9	Принятое сечение алюминиевых проводов, мм²		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

1971	Подстанции 110/6-10 кВ с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 МВа	Пояснительная записка Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист Эл-21

г. Москва. Ул. акад. ОЗС, 12 Гл. инженер Дубровина. Гл. инж. проекта

II-4. Управление, сигнализация и блокировка.

Управление вводным и секционным выключателями 6-10кВ предусмотрено со щита управления, на котором размещается также аппаратура защиты и автоматики силовых трансформаторов и секционных выключателей.

Предусмотрено также дистанционное, со щита, отключение отделителей 110кВ.

Управление выключателями линий 6-10кВ производится при помощи ключей управления, установленных на фасадах шкафов КРУ.

Проектом предусмотрена сигнализация аварийного отключения выключателей и предупреждающая сигнализация о ненормальном состоянии (перегрузка и перегрев трансформаторов, первая ступень газовой защиты, «земля» на шинах 6-10кВ и т.п.)

На щите управления установлена аппаратура центральной сигнализации с повторностью действия, оповещающая персонал в период его нахождения на подстанции.

Для вызова персонала на подстанцию предусмотрены два сигнала – предупреждающий и аварийный, которые передаются в шкаф сигнализации, установливаемый в помещении, где постоянно находится персонал, обслуживающий подстанцию.

Фиксация сигнала до прибытия персонала на подстанцию производится сигнальными реле (блинкерами) включенными в индивидуальные цепи аварийной и предупреждающей сигнализации.

Проектом предусмотрены электромагнитная блокировка отделителей и разъединителей 110кВ в соответствии с решением Главного Технического управления по эксплуатации энергосистем №3-4/64 от 29/IV-64 г.

Предусмотрены также электрическая блокировка отделителей 110кВ с выключателями вводов 6-10кВ и короткозамыкателями при дистанционном управлении.

Оперативная блокировка разъединителей и отделителей исключает возможность следующих операций:

1. Включение и отключение под нагрузкой.
2. Включение на заземляющие ножи.

В соответствии с рекомендациями решения Главтехуправления по эксплуатации энергосистем №3-15/68 от 22/IV-68г между отделителем и разъединителем 110кВ,

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подпись и дата

установленными в одной цепи, предусмотрена блокировка обеспечивающая включение тока холостого хода трансформатора разъединителем при предварительно включенном отделителе и отключение тока холостого хода отделителем при включенном разъединителе. Предусмотрена также блокировка, обеспечивающая отключение и включение трансформаторов только при глухозаземленной нейтрали 110кв.

Оперативная блокировка заземляющих ножей разрешает включение их на участки шин, отделенные разъединителями или втычными контактами тележки выключателя в КРУ6-10кв от шин, находящихся под напряжением.

На сборных шинах 6-10кв выполнена блокировка заземляющего разъединителя каждой секции с тележками вводного и секционного выключателей 6-10кв.

При наличии связи с другими источниками питания заземляющий разъединитель соответствующей секции должен быть дополнительно сблокирован с тележкой выключателя линии связи.

При разработке схем защиты, автоматики, управления, сигнализации и блокировки использован типовой проект «Полные схемы и панели управления, сигнализации, автоматики и защиты подстанций 35-220кв на переменном оперативном токе со щитом управления" (инв. N1892 ТМ), выпущенный институтом «Энергосетьпроект" в 1970г., а также работа ГПИ Электропроект «Блоки управления, защиты и автоматики для подстанций 35-110/6-10кв промпредприятий" (шифр Т-110), выпущенная в сентябре 1970г.

II-5 Измерения и учет электроэнергии.

Измерение тока предусмотрено на вводах 6-10кв от силовых трансформаторов, в цепи секционных выключателей 6-10кв, на стороне низкого напряжения трансформаторов собственных нужд и на линиях 6-10кв. Измерение напряжения предусмотрено на каждой секции шин 6-10кв на шинах собственных нужд переменного тока 220в и на стороне постоянного тока 220в блоков питания.

Счетчики активной и реактивной электроэнергии предусмотрены на вводах 6-10кв от силовых трансформаторов.

На линиях трансформаторов собственных нужд и дугогасящих катушек предусмотрены счетчики активной электроэнергии.

1971	Подстанции 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва.	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-23

г. Москва

Гл. спец. ОЭС Ст. инженер Дубровина

Объем учета электроэнергии на линиях 6-10 кВ, а также разделение учета на расчетный и контрольный определяется при привязке проекта. При этом следует руководствоваться „Правилами пользования электрической и тепловой энергией" издания 1970г.

II-6. Телемеханика и связь

Предусмотрена возможность телемеханизации подстанций в следующем объеме:

Телесигнализация

а) Положение отделителей и короткозамыкателей.

б) Положение вводных и секционных выключателей 6-10кВ.

в) „Неисправность на подстанции", „аварийное отключение", перегрузка, перегрев и действие газовой защиты трансформаторов.

Телеуправление:

а) Вводными и секционным выключателями 6-10кВ.

б) Короткозамыкателями в цепи нулевого вывода трансформаторов (см. раздел II-1 пояснительной записки).

Телеизмерение по вызову

а) Тока нагрузки силовых трансформаторов.

Цепи телемеханики выведены на ряды зажимов соответствующих панелей щита управления.

Проекты телемеханики и связи в объем типового проекта не входят и должны выполняться в каждом отдельном случае при привязке проекта.

В компановках подстанций предусмотрено место, необходимое для размещения аппаратуры в.ч. связи и телемеханики, которая обычно требуется для тупиковых подстанций.

II-7. Источники оперативного тока

Релейная защита, управление и автоматика выполняются на переменном оперативном токе, в качестве источника которого используются трансформаторы тока и трансформаторы собственных нужд. Для защиты трансформаторов 110/6-10кВ используются трансформаторы тока, встроенные в вводы 110кВ.

В качестве источника энергии для отключения вводных и секционных выключателей 6-10кВ, а также отделителей 110кВ используются предварительно заряженные конденсаторы.

Релейная защита, автоматика, управление и сигнализация линий 6-10кВ выполняется на выпрямленном токе с применением блоков питания БПТ-1002, БПН-1002 и БПНС-1 с выходным напряжением 220в постоянного тока.

Цепи управления, защиты и автоматики в КРУ подключены к шинкам ± ШУ.

г. Москва | Гл. спец. ОВС | Ст. инженер | Кашин | Куприянова | 10.1971

Для питания этих шинок предусматривается применение выпрямительных блоков стабилизированного напряжения типа БПНС-1 и токовых блоков БПТ-1002 с выпрямленным напряжением 220 в.

Блок БПНС-1 имеет номинальную мощность 650 вт в длительном и 1500 вт в кратковременном (до 5 сек) режиме и обеспечивает стабилизацию выпрямленного напряжения в пределах 0,85-1,1 Uном. при колебаниях напряжения в сети собственных нужд подстанции от 0,5 до 1,1 номинального.

Блок БПНС-1 обеспечивает надежное питание устройств защиты и цепей отключения выключателей при удаленных трехфазных и любых несимметричных коротких замыканиях.

Для обеспечения надежного питания устройств защиты и цепей отключения выключателей при близких трехфазных коротких замыканиях предусматривается установка одного токового блока питания БПТ-1002, включенного на трансформатор тока средней фазы ввода 6-10 кв. При такой схеме включения не требуется установка второго комплекта трансформаторов тока на вводе 6-10 кв.

Питание блоков стабилизированного напряжения со стороны переменного тока предусматривается от сети собственных нужд 380/220 в.

Выходы постоянного тока блоков питания соединяются параллельно и подключаются через клеммник к шинам ± ШУ панели выпрямленного тока на щите управления.

Питание шинок ± ШУ каждой секции шин РУ6-10 кв осуществляется кабелем, подключаемым к шинкам ± ШУ панели выпрямленного тока через автоматы.

На двухтрансформаторных подстанциях предусматривается секционирование шинок ± ШУ в РУ6-10 кв с помощью пакетного выключателя, установленного в шкафу секционного выключателя 6-10 кв.

Необходимо учитывать, что токовые блоки БПТ-1002 обеспечивают надежную работу при определенных (минимальных) значениях первичных токов трансформаторов тока и при условии согласования входной характеристики блока и вольтамперной характеристики трансформатора тока. Поэтому при привязке проекта обязательно должен проводиться расчет по выбору

г. Москва. Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

параметров (числа витков первичных обмоток) и проверка обеспечения надежной работы блоков при близких трехфазных коротких замыканиях. При выполнении расчетов следует руководствоваться инструкцией „Наладка и эксплуатация блоков питания серии БП." Энергия 1966 г. Пример такого расчета для подстанции с трансформаторами 110/10 кв мощностью 16 Мва приведен в таблице 11.

Цепи сигнализации в КРУ подключены к шинкам ±ШС. Для питания этих шинок предусматривается установка блоков напряжения типа БПН-1002, включаемых со стороны переменного тока аналогично блокам напряжения цепей защиты.

Такая схема позволяет разделить цепи защиты и сигнализации, что повышает надежность цепей защиты.

Напряжение на выходе блоков питания имеет относительно большую переменную составляющую (величина пульсаций выпрямленного напряжения превышает 5%), поэтому нежелательно непосредственное подключение к ним релейных устройств, реагирующих на пульсации напряжения питания.

В схемах, приведенных в настоящем проекте, к таким устройствам относится реле импульсной сигнализации типа РИС-32М, которое может ложно срабатывать при пульсациях выпрямленного напряжения, превышающих 5%.

В связи с изложенным предусматривается, по рекомендации ВНИИЭ, дополнительная установка в реле РИС-32М конденсаторов, сглаживающих пульсации.

Для отключения электродвигателей 6-10 кв защитой минимального напряжения используются предварительно заряженные конденсаторы, так как при исчезновении напряжения ни токовый блок, ни блок напряжения не обеспечивают питания цепей управления. Проектом предусмотрена групповая защита минимального напряжения. Аппаратура защиты устанавливается на панелях щита управления. В шкафах КРУ линий электродвигателей устанавливаются (по месту) только блоки конденсаторов типа БК-402 емкостью 80 Мкф.

Для питания цепей электромагнитов включения выключателей 6-10 кв предусматриваются блоки питания БПРУ-66/380, от которых подается питание на шинки ±ШП в КРУ.

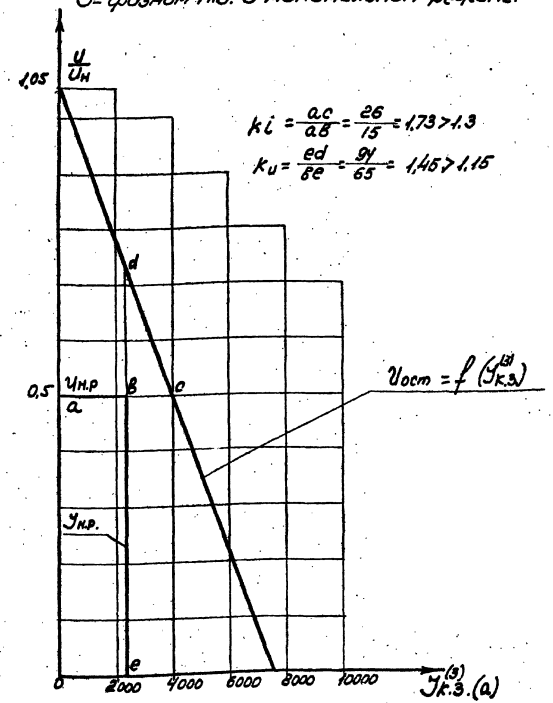
1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-26

г. Москва
Ст. инженер Дубровина
Ст. спец. инж.

Таблица 11 Расчет параметров блока питания БПТ-1002

№№ п/п	Наименование величин.		Обозначение, расчетная формула.	Размерность	Числовое значение
1.	Исходные данные.	Тип привода выключателя			ПЭ-11
2		Длительная нагрузка на блоки (реле положения и т.д.)	$P_{дл.}$	Вт	100
3		Кратковременная нагрузка на блоки (защита и соленоиды отключения 2х выключателей)	$P_{кр}$	Вт.	600
4		Суммарная нагрузка на блоки.	$P_{\Sigma}=P_{дл}+P_{кр}$	Вт	700
			R_{Σ}	Ом	70
5		Минимальное допустимое напряжение на выходе блока	80% $U_н$	В	176
6		Минимальный ток трехфазного к.з. в месте присоединения токовых блоков.	$I^{(3)}_{к.з.мин.}$	А	7600
7		Данные тр-ров тока — Тип			ТПШЛ10
		Класс точн.			Р
		Коэфф. т-ции	ТТ		2000/5
8		Коэффициент схемы включения блоков	$K_{сх}$		1.
9		Принятое число витков первичной обмотки тр-ра блока.	W_1	Вит.	175
10		Намагничивающая сила (Н.С.) надежной работы блока.	AW_1	АВ	1000
11		Вторичный ток надежной работы блока.	$i_{нр}=\frac{AW_1}{W_1}$	А	5,7
12		Первичный ток надежной работы при 3х фазном К.З.	$I_{нр}=\frac{i_{нр}\cdot n_{тт}}{K_{сх}}$	А	2280

Определение коэффициентов запаса по току (k_i) и напряжению (k_u) при 3х фазном К.З. в минимальном режиме.



$k_i = \frac{ac}{ab} = \frac{26}{15} = 1{,}73 > 1.3$

$k_u = \frac{ed}{be} = \frac{94}{65} = 1{,}45 > 1.15$

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подпись Дата

г. Москва

1971	Подстанции 110/6-10 кВ с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 МВа	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-27.

Количество блоков питания принимается равным количеству секций шин РУ6-10кВ. На двухтрансформаторных подстанциях предусмотрено параллельное соединение блоков питания на стороне выпрямленного напряжения. Предусмотрено секционирование шинок ± ШП в КРУ с помощью рубильника, установленного в шкафу секционного выключателя 6-10 кВ. Питание блоков со стороны переменного тока предусматривается от сети собственных нужд 380/220В

Для отходящих линий 6-10кВ применяются типовые схемы КРУ-2-6(10)э на постоянном оперативном токе 220В по каталогу 02.12.02-66. При применении этих схем следует иметь ввиду, что для обеспечения надежной работы выключателей при включении на короткое замыкание необходимо обязательно предусматривать отключение выключателя из неполностью включенного положения (без посадки на защелку и предварительной выдержки времени).

На линиях 6-10кВ, имеющих максимальную токовую защиту без выдержки времени (отсечку), эта защита обеспечивает мгновенное отключение выключателей при включении на короткое замыкание.

На линиях 6-10кВ, имеющих защиту с выдержкой времени должно предусматриваться ускорение защиты при включении выключателя.

Этому требованию удовлетворяют типовые схемы вторичной коммутации КРУ2-103 с АПВ, имеющие ускорение защит после АПВ (например схема ОАХ.364.114.1).

II-8. Собственные нужды переменного тока.

Подсчет нагрузок собственных нужд подстанции приведен в таблице 12.

Питание сети собственных нужд осуществляется при напряжении 380/220В с глухозаземленной нейтралью от трансформаторов, присоединенных через предохранители до вводных выключателей 6-10кВ. Питание оперативных цепей переменного тока 220В предусмотрено через стабилизаторы напряжения.

К установке приняты трансформаторы мощностью 63кВа с вторичным напряжением 0,4-0,23кВ. На подстанциях 1 и 2 типа устанавливается один трансформатор собственных нужд.

Для резервирования питания цепей управления, освещения и блокировки рекомендуется, пр-

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | От инженера Добровольн. | Ка спец. сис. Жевин

Таблица 12. Подсчет нагрузок собственных нужд.

№ п/п	Наименование групп электроприемников.	Коэффициент спроса, K_c	Cos φ / tg φ	Тип подстанции. Тип 1: Установленная мощность, кВт	Тип 1: Расчетная нагрузка $P_p = P_y \cdot K_c$, кВт	Тип 1: $Q_p = P_p \cdot tg\varphi$, кВар	Тип 1: $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$, кВа	Тип 2: Установленная мощность, кВт	Тип 2: Расчетная нагрузка $P_p = P_y \cdot K_c$, кВт	Тип 2: $Q_p = P_p \cdot tg\varphi$, кВар	Тип 2: $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$, кВа	Тип 3,5: Установленная мощность P_y, кВт	Тип 3,5: Расчетная нагрузка $P_p = P_y \cdot K_c$, кВт	Тип 3,5: $Q_p = P_p \cdot tg\varphi$, кВар	Тип 3,5: $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$, кВа	Тип 4,6: Установленная мощность P_y, кВт	Тип 4,6: Расчетная нагрузка $P_p = P_y \cdot K_c$, кВт	Тип 4,6: $Q_p = P_p \cdot tg\varphi$, кВар	Тип 4,6: $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$, кВа
1	Электроосвещение ОРУ - 110кВ	1	1/0	5,08	5,08	—		5,08	5,08	—		8,98	8,98	—		8,98	8,98	—	
2	Электроосвещение ЗРУБ - 10кВ и щитового блока.	1	1/0	4,57	4,57	—		4,57	4,57	—		5,85	5,35	—		6,10	6,10	—	
3	Электрообогрев приводов отделителей и короткозамыкателей	1	1/0	0,4	0,4	—		0,4	0,4	—		1,6	1,6	—		1,6	1,6	—	
4	Электроотопление ЗРУБ - 10кВ и щитового блока.	1	1/0	39	39	—		39	39	—		45	45	—		50	50	—	
5	Охлаждение трансформаторов	0,85	0,85/0,62	2,0	1,7	1,06	2,0	3,0	2,55	1,58	3,0	4,0	3,4	2,12	4,0	6,0	5,1	3,16	6,0
6	Оперативные цепи переменного тока 220В	0,85	0,9/0,484	1,7	1,44	0,7		1,7	1,44	0,7		1,7	1,44	0,7		1,7	1,44	0,7	
7	Блоки питания	0,85	0,9/0,484	1,15	0,98	0,48		1,15	0,98	0,48		2,3	1,96	0,96		2,3	1,96	0,96	
8	Вентиляция ЗРУБ - 10кВ.	0,85	0,85/0,62	1	0,85	0,53		1	0,85	0,53		1	0,85	0,53		1	0,85	0,53	
	Итого:			54,9	53,8	2,77	54	55,9	54,87	3,29	55	69,93	68,58	4,31	69	77,68	74,03	5,35	75

Примечание:

Нагрузки электроотопления указаны для расчетной температуры наружного воздуха -40°С

1971	Подстанции 110/6-10кВ с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 МВа.	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-29

г. Москва

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

привязке проекта, предусматривать резервный ввод 380/220в от ближайшей подстанции, имеющей независимое питание. Для подключения резервного ввода на вводной панели щита собственных нужд предусмотрен свободный автомат, а также секционный автомат с устройством АВР при отключении основного питания.

На подстанциях 3÷6 типа устанавливаются по 2 трансформатора. Шины щита собственных нужд секционированы на 2 секции, нормально работающие раздельно с устройством АВР на секционном автомате.

Проектом предусмотрено автоматизированное электроотопление помещений распределительного устройства 6-10кв, щита управления и рабочей комнаты, обеспечивающие поддержание температуры в РУ6-10кв не ниже -5°с и в остальных помещениях не ниже +10°С.

Отопление осуществляется электрическими однокиловаттными печами ПТ-10-2, которые монтируются в блоки по 3шт. в каждом.

Количество печей выбирается при привязке проекта в зависимости от расчетной наружной температуры.

Для автоматического управления электроотоплением используются линии с пускателями, предусмотренные на панелях щита собственных нужд. В качестве датчиков температуры приняты терморегуляторы типа ДТКБ.

В строительной части проекта предусмотрен вариант водяного отопления ЗРУ6-10кв и щитового блока.

Выбор типа отопления производится при привязке проекта на основании технико-экономических расчетов. При одинаковых технико-экономических показателях предпочтение следует отдавать водяному отоплению.

Предусмотрено также автоматическое управление электрообогревом приводов отделителей и короткозамыкателей по температуре наружного воздуха; в качестве датчиков температуры используются терморегуляторы типа ДТКБ.

II-9. Конструктивное выполнение.

Подстанция каждого типа состоит из 3х основных

1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва.	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-30

г. Москва. Ул.спец.ОЭС Ст.инженер Лесин Дубровина

конструктивных узлов:

А. Распределительного устройства 110 кв

Б. Силовых трансформаторов

В. Распределительного устройства 6-10 кв.

Аппаратура распределительного устройства 110 кв и силовые трансформаторы - устанавливаются открыто.

Ошиновка ОРУ-110 кв выполняется сталеалюминиевым проводом марки АС (для подстанций 1÷4 типа) и АСК (для подстанций 5 и 6 типа).

Сечение провода выбирается при привязке проекта по сечению питающей ЛЭП-110 кв.

Соединение проводов в местах ответвлений предусмотрено при помощи сварки, обеспечивающей наиболее надежный в эксплуатации и экономичный при монтаже способ контактного соединения. В зависимости от технологических возможностей монтажной организации могут быть применены как электросварка, так и сварка в разъемном коксе пропано-кислородным пламенем.

Для присоединения проводов к аппаратам применяются аппаратные прессуемые зажимы.

Для закрепления проводов в гирляндах изоляторов применяются натяжные болтовые зажимы.

В соответствии с решением Главтехуправления Минэнерго СССР №3-15/68 от 22/XI-68г. расстояние между осями фаз разъединителей и отделителей принято равным 2,5 м.

Прокладка кабелей - силовых и контрольных по территории распределительного устройства 110 кв предусматривается в наземных кабельных лотках. Выход кабелей из лотков к ящикам зажимов и приводам аппаратов выполняется в трубах без заглубления их в землю. Одиночные кабели к аппаратам, находящимся в стороне от основных трасс прокладываются в земле в траншеях.

Для ревизии трансформаторов предусмотрена ремонтная площадка,

для установки инвентарного грузоподъемного устройства, используемого при ревизии трансформаторов.

Проектом предусмотрено применение инвентарного устройства грузоподъемностью 25 т. по типовому проекту ЦКБ „Энергостроймеханизация".

1971	Подстанции 110/6 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва.	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-31

г. Москва.

Гл. спец. ОЭС Хесин

Ст. инженер Дубровина.

Для перекатки трансформаторов с фундаментов к инвентарному устройству предусмотрен рельсовый путь нормальной колеи, совмещенный с автодорогой.

Чертежи и сметы инвентарного устройства включаются в состав проекта подстанции при привязке в случае отсутствия его у организации, которая будет эксплуатировать подстанцию.

Хранение трансформаторного масла на подстанции не предусматривается. Доставка масла на подстанцию, включая сырое, должна осуществляться в передвижных емкостях. Слив масла из трансформаторов при ревизиях и ремонтах должен производиться также в передвижные емкости.

Аварийный слив масла из трансформаторов должен предусматриваться в систему отвода ливневых вод, овраг, [illegible] и т.п. в каждом конкретном случае по согласованию с местными органами государственного санитарного надзора.

Во всех случаях, когда это невозможно по местным условиям, слив масла должен предусматриваться в подземный аварийный резервуар, либо в маслоуловитель, выполняемый в виде котлована в грунте с планированными откосами (подробно см. III раздел записки.)

Все оборудование 6-10кВ, кроме трансформаторов собственных нужд и дугогасящих катушек, устанавливается закрыто в одноэтажных зданиях шириной (в осях) 9м.

Как указывалось выше, распределительные устройства 6-10кВ комплектуются из шкафов КРУ типа КРУ2-6(10)э. Предусмотрено двухстороннее обслуживание КРУ.

Шинные вводы в пределах РУ6-10кВ выполняются закрытыми в металлических коробах.

Трансформаторы собственных нужд, дугогасящие катушки и трансформаторы к ним устанавливаются открыто.

Конструктивная часть подстанции запроектирована с учетом максимальной индустриализации электромонтажных работ. Монтаж оборудования сводится в основном к установке на строительных конструкциях комплектного оборудования заводского изготовления (КРУ, щиты) и укрупненных комплектных узлов (КУ), представляющих собой металлоконструкции со смонтированным на них электрооборудованием,

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

г. Москва

полностью подготовленные в мастерских монтажных организаций (МЗУ) для установки на месте монтажа.

II-10. Заземление и молниезащита.

Заземляющее устройство подстанции запроектировано исходя из сопротивления искусственного заземлителя 0,5 ома; расчетное удельное сопротивление грунта принято равным $1 \cdot 10^4$ ом. см.

Для устройства заземления приняты углубленные прутковые заземлители из круглой стали ф 12 мм, длиной 5 м, соединенные стальной полосой.

В альбомах II, III и IV проекта даны чертежи заземления, выполненные для случая отсутствия естественных заземлителей.

При привязке проекта чертеж заземления должен быть скорректирован в зависимости от фактического сопротивления грунта и возможностей использования естественных заземлителей.

Защита подстанции от прямых ударов молнии осуществляется с помощью стержневых молниеотводов, устанавливаемых на приемных порталах 110 кв и здании РУ6-10 кв. Молниеотводы присоединяются к контуру заземления подстанции.

В соответствии с § IV-2-161 ПУЭ места присоединения молниеотводов находятся не ближе 15 м от места присоединения трансформаторов к заземляющему контуру.

Защита от волн перенапряжений, набегающих с ЛЭП-110 кв, предусмотрена с помощью вентильных разрядников РВС-110 [illegible].

Расстояние от разрядников до трансформаторов (по ошиновке) составляет ~ 25 м.

Вопрос о необходимости установки и типе разрядников 6-10 кв должен решаться при привязке проекта.

II-11. Освещение.

Проектом предусмотрено общее и ремонтное электрическое освещение. Напряжение сети общего освещения 220 в, система с глухозаземленной нейтралью. Ремонтное освещение предусмотрено при помощи переносных ламп 12 в, подключаемых к сети 220 в через переносные трансформаторы 220/12 в.

II-12. Указания по привязке электротехнической части проекта.

Общие указания

1. Вопросы выбора типа подстанции, мощности и

1971	Подстанции 110/6-10 с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-33

Гл. спец. ОУС | Ст. инженер | Лесин | Дубровина | Л. [illegible]

г. Москва

вторичного напряжения трансформаторов, места расположения подстанции, связи и телемеханики, а также аварийного слива масла и привязки к внешним сетям водопровода и канализации решаются на стадии технического проекта.

Места расположения подстанций должны выбираться исходя из условий максимального приближения их к центрам нагрузок.

При этом необходимо учитывать, что подстанции 5-и 6 типа должны размещаться во второй половине минимального защитного интервала, в соответствии с рекомендациями «Руководящих указаний по проектированию и эксплуатации ЛЭП и распределительных устройств переменного тока 3-500 кВ в районах с загрязненной атмосферой».

2. При применении проектов подстанций 5 и 6 типа (без перемычки 110 кВ) должно быть обеспечено при аварийном отключении одного трансформатора, питание электроприемников 1 и 2 категории с учетом перегрузочной способности трансформаторов.

3. При привязке типовой проект должен быть дополнен (по необходимости) рабочими чертежами каналов связи и телемеханики (включая задание заводу на панели телемеханики).

4. В случае применения проектов 5 и 6 типа для типовых подстанций, т.е. для подстанций, подключаемых к ЛЭП-110 кВ с односторонним питанием без ответвлений, допускается не устанавливать отделители и ремонтные разъединители. Для обеспечения безопасности ремонтных работ необходимо предусматривать разъем ошиновки для создания видимого разрыва. Разъем ошиновки может быть выполнен с помощью аппаратных зажимов в петле на линейных порталах подстанции.

Компоновка подстанции в таких случаях должна предусматривать возможность установки отделителей и ремонтных разъединителей при развитии сети 110 кВ.

5. В отдельных случаях, когда недопустимо применение короткозамыкателей, допускается вместо установки короткозамыкателей применять передачу отключающего импульса.

В настоящее время отсутствуют типовые решения и аппаратура для схем передачи отключающего импульса. Поэтому в каждом конкретном случае должны применяться схемы, принятые в данной энергосистеме

Ин. отд. ОПР | Иванов
Гл. инженер | Дубровина
Разраб. | Сидоров

Инв. № подл.

Изменения в схемах защит трансформаторов, при передаче отключающего импульса сводятся в основном к следующему:

а) Из схемы управления, защиты, сигнализации и автоматики трансформатора исключаются катушки включения короткозамыкателя 41РТМ, 42РТМ, 4ЭВ и реле токовой блокировки отделителя РТБ.

Освободившиеся контакты реле 1РП, 2РП переключаются на выходное реле 1РП, как в варианте включения короткозамыкателя от предварительно заряженных конденсаторов (см. выше раздел II-3), а замыкающий контакт 5-6 реле 1РП используется в схеме передачи отключающего импульса.

Контроль отсутствия тока в цепи трансформатора для отключения отделителя в бестоковую паузу осуществляется с помощью трехфазного токового реле РТ-40/Р-5, включенного в цепи защиты.

б) Исключаются блокконтакты короткозамыкателя („4К3") из схем оперативной блокировки разъединителей и отделителей.

в) Проект дополняется схемой передачи отключающего импульса и вносятся соответствующие изменения в спецификацию и сметы.

6. К рабочим чертежам при привязке проектной организацией должны быть приложены:

а) Копии документов о согласовании технического проекта с энергосистемой и местными органами Государственного санитарного надзора.

б) Ситуационный план с нанесением площадки подстанции, согласованный в установленном порядке со всеми заинтересованными организациями, с указанием подходов ЛЭП-110кв и вводов внешних сетей отопления, водопровода и канализации.

Привязка отдельных альбомов проекта.

Состав проекта приведен на стр. 2

Альбомы V, VI и VIII содержащие чертежи общие для всех типов подстанций, направляются на строительство без изменений.

В альбомах II÷V проекта должны быть внесены следующие коррективы:

а) Исключить чертежи ненужные для принятого типа подстанции;

б) На плане подстанции вычеркнуть установочные чертежи трансформаторов, ненужные для данной подстанции.

1971	Подстанции 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка. Электротехническая часть.	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-35

г. Москва.

Ил. спец. инж. Ст. инженер | Гусин Дубровина | Л. Дубр

в). Уточнить схему электрических соединений в части мощности трансформаторов, количества линий 6-10кВ, сечения проводов ОРУ-110кВ и вводов в РУБ-10кВ, коэффициентов трансформации трансформаторов тока, количества и типа дугогасящих катушек и трансформаторов к ним.

г) Уточнить схему защиты трансформаторов в части способа включения короткозамыкателей в соответствии с указаниями раздела I-3 пояснительной записки.

д) Скорректировать чертеж заземления, в соответствии с указаниями, приведенными в разделе I-10.

е) Заполнить прогузки в перечнях аппаратуры принципиальных схем.

ж) Заполнить таблицу уставок реле защиты и автоматики.

з) Дополнить (при необходимости) кабельный журнал и чертежи разводки кабелей в РУБ-10кВ кабелями цепей защиты минимального напряжения электродвигателей 6-10кВ.

Из альбома VII исключаются чертежи ненужные для принятого типа подстанции, уточняется количество шкафов КРУ в РУБ-10кВ, а также количество и порядок расположения панелей в щитовом помещении.

Уточняется количество электропечей в чертеже сети электроосвещения и вентиляции в зависимости от расчетной наружной температуры (по данным строительной части проекта.)

Из альбома IX исключаются спецификации ненужные для принятого типа подстанции и заполняются прогузки в спецификации данного типа.

В альбоме X:

а) исключить чертежи ненужные для принятого типа подстанции.

в) Заполнить опросные листы для заказа КРУ и щита управления.

в) Направить опросные листы на согласование заводам изготовителям.

Проектом предусмотрена установка трансформаторов мощностью 25 МВа только с вторичным напряжением 10кВ. При проектировании двухтрансформаторных подстанций 110/6кВ с трансформаторами мощностью 16 МВа с учетом замены их на более

более мощные следует применять типовой проект 407-3-192 „Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 25 до 63 Мва с распределением всей мощности по кабельным линиям" с оборудованием в первую очередь двух секций шин 6 кв.

Проектом предусмотрена установка разрядников 110 кв на высоких опорах (на высоте ~ 2,8 м над уровнем планировки). В случае, если при привязке проекта потребуется установка разрядников на низких опорах, могут быть применены установочные и строительные чертежи из типового проекта института Энергосетьпроект инв. N 3091 ТМ. (чертежи NN 3091 ТМ - 229, 432, 478).

Компоновкой ОРУ-110 кв подстанций всех типов предусмотрена возможность установки разрядников 110 кв на низких опорах с ограждением.

1971	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 Мва	Пояснительная записка Электротехническая часть	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист ЭЛ-37

Гл. спец. ОЭС Хесин
Ст. инженер Дубровина

г. Москва.

Архитектурно-строительная часть, отопление и вентиляция.

I. Общая часть

Архитектурно-строительная часть, отопление и вентиляция настоящего типового проекта выполнены в соответствии с Инструкцией по типовому проектированию для промышленного строительства "СН 227-70 и состоит из четырех альбомов:

Альбом XI	Схемы генпланов и вспомогательные устройства.
Альбом XII	Распределительные устройства 110 кв типов 110-I, 110-II, 110-III у. Строительные чертежи.
Альбом XIII	Распределительные устройства 6-10 кв типов А1, А2, Б1 и Б2. Строительные чертежи, отопление и вентиляция.
Альбом XIV	Конструкции и детали.

Проект разработан для строительства в районах со следующими характеристиками природных условий:

1. Расчетная зимняя температура наружного воздуха -20°С, -30°С, -40°С.

2. Нормативная снеговая нагрузка (в соответствии со СН и П II-А. 11-62) для IV района - 150 кг/м².

3. Нормативный скоростной напор ветра (в соответствии со СНиП II-А. 11-62) для III района - 45 кг/м²

4. Нормативное сопротивление грунтов основания $R^н = 2,0$ кг/см²

Грунты в основании непучинистые со следующими характеристиками: $\varphi = 28°$, $C^н = 0,02$ кг/см². $E = 150$ кг/см² $\gamma_o = 1,8$ т/м³.

5. Грунтовые воды отсутствуют

6. Сейсмичность района строительства не выше 6 баллов по шкале ГОСТ 6249-52

7. Территория без подработки горными выработками.

Проект не предназначается к применению в районах вечной мерзлоты и в районах с просадочными грунтами.

Привязка проекта к конкретным условиям должна осуществляться в соответствии с настоящей пояснительной запиской и указаниями, временной инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства" СН 202-69.

II. Схемы генпланов и вспомогательные устройства.

В состав подстанций входят: открытое распределительное устройство 110 кв (ОРУ-110 кв) с площадкой дугогасящих катушек и трансформаторов собственных нужд (ЛДК и ТСН), распределительное устройство 6-10 кв (РУ 6-10 кв), фундаменты и рельсовые пути для перекатки трансформаторов.

Для ревизии трансформаторов на подстанции предусмотрена ремонтная площадка, на которой устанавливается инвентарное грузоподъемное устройство. Проектом предусмотрено применение инвентарного устройства грузоподъемностью 25 т по типовому проекту ЦКБ „Энергостроймеханизация"

Чертежи и сметы инвентарного устройства включаются в состав проекта при привязке, в случае отсутствия его у организации, которая будет эксплуатировать подстанцию

Для перекатки трансформаторов от фундаментов до грузоподъемного устройства предусмотрено сооружение рельсового пути нормальной колеи, совмещенного с автодорогой шириной 3,5 м. Отметки головок рельсов и покрытия автодороги приняты одинаковыми. При привязке проекта необходимо к подстанции предусмотреть подъездную автодорогу шириной проезжей части 4,5 м и Rповорота 15 м.

Вертикальная планировка площадки решается в каждом конкретном случае при привязке подстанции к местным условиям. Площадка должна быть спланирована таким образом, чтобы был обеспечен отвод ливневых вод за пределы подстанции, при этом уклон площадка должен быть не более 3%.

Наружное и внутреннее ограждение подстанций выполнено по серии АЭ-01-07 „Ограждение участков промышленных предприятий, складов и транспортных зданий и сооружений", чертежам ГП-31,32, а также по альбому XIV настоящего типового проекта

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

III. Фундаменты, рельсовые пути для перекатки трансформаторов.

При разработке фундаментов, рельсовых путей для перекатки трансформаторов, глухих пересечений и анкерных устройств в качестве аналога использовались типовые альбомы разработанные институтом „Энергосетьпроект":

1. „Унифицированные строительные конструкции подстанций 35-500 кв (Рабочие чертежи).
Рельсовые пути для перекатки трансформаторов„ Инв. № 1502 тм. Книги I–IV.

2. „Установка трансформаторов и автотрансформаторов 110-330 кв от 40 до 250 мва" Том 2. Часть строительная. Пояснительная записка и чертежи инв. № 1080 тм – т2.

В проекте разработаны четыре типа фундаментов под трансформаторы Ф-1, Ф-2, Ф-3, Ф-4.

Выбор типа фундамента производится при конкретной привязке проекта, в зависимости от типа трансформатора и поперечной колеи его передвижения:

Для колеи 1524 мм – фундамент типа Ф-1, Ф-2

Для колеи 2000 мм – фундамент типа Ф-3

Для колеи 2500 мм – фундамент типа Ф-4

Фундаменты под трансформаторы расчитаны на установку трансформаторов весом до 70 т.

В случае отличия расчетного сопротивления грунта на конкретной площадке от расчетного сопротивления, принятого в проекте, толщину балластного слоя, анкерные устройства и фундаменты следует пересчитать в соответствии с методикой приведенной в работе института Энергосетьпроект „Расчеты строительных конструкций" инв. N1502 тм – т4.

Маслоприемники под трансформаторами представляют собой емкости, расчитанные на прием, в случае аварии трансформатора, полного объема имеющегося в нем масла и сброса его через специальные выпуски.

На чертежах генпланов и фундаментов места расположения выпусков для отвода атмосферных вод и масла, при авариях трансформаторов, показаны условно и определяются при конкретной привязке проекта в зависимости от способа сброса масла.

Способ сброса масла и воды (в систему промливневой канализации, на рельеф, в открытый маслоуловитель или в подземный маслоуловитель) определяется при конкретной привязке в соответствии с требованиями § IV-2-77 ПУЭ.

1971 г.	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 мва	Пояснительная записка Архитектурно-строительная часть отопление и вентиляция	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист АС-3

г. Москва 1971 г. | Гл. специалист Рук. группы | Соколов Усова

На листе ГП-33 (альбом XI) показан образец выполнения чертежа при отводе масла по подземному трубопроводу из маслосборных ям трансформаторов в подземный маслоуловитель.

Выбор маслоуловителя по емкости производится из расчета улавливания 100% масла содержащегося в самом большом трансформаторе установливоемом на подстанции.

При выборе типа и привязке маслоуловителя использовать типовые проекты института „Энергосетьпроект", Подземные маслоуловители для подстанций "инв. №3225 тм и. Открытые маслоуловители полезным объемом от 15 до 75м³ с укрепленными откосами" инв. №1178 тм.

IV. Распределительные устройства - 110 кв.

Открытые распределительные устройства 110 кв, площадка дугогасящих катушек и трансформаторов собственных нужд выполнены из унифицированных железобетонных конструкций, разработанных институтом „Энергосетьпроект".

При проектировании ОРУ-110 кв были использованы следующие типовые работы:

1. Альбом основных чертежей унифицированных опор и фундаментов ВЛ-35-500 кв. Часть V. Рабочие чертежи фундаментов инв. № 1623 тм-75.

2. Альбом основных чертежей унифицированных элементов подстанций 35-500 кв инв. № 1507 тм.

3. Открытые распределительные устройства 110-330 кв по типовым схемам „Рабочие чертежи" инв. № 1019 тм.

При привязке конструкций ОРУ-110 кв к условиям конкретного объекта может возникнуть необходимость их пересчета.

Ниже приводятся грунтовые условия и нагрузки, на которые рассчитаны применные конструкции.

1. Грунтовые условия:

а) объемный вес грунта при расчете на сжатие 1,8 т/м³ выпывание и опрокидывание - 1,6 т/м³.

б) Допускаемое давление на грунт на глубине 1,5-2,0 м - 2 кг/см²

в) угол внутреннего трения $\varphi = 28°$.

г) допускаемое сопротивление грунта засыпки фундаментов при расчете на основные воздействия - 0,5 кг/см² и дополнит. 0,7 кг/см²

д) грунтовые воды отсутствуют.

2. Нагрузки на конструкции:

В расчетах учтены нагрузки возникающие при следующих режимах:

а) нагрузки от ошиновки и оборудования при отсутствии гололеда и скорости ветра V=30 м/сек.

б) нагрузки от ошиновки и оборудования при гололеде и скорости ветра V = 15 м/сек.

в) нагрузки возникающие в аварийном режиме.

Схемы нагрузок на порталы ошиновки и опоры под оборудование даны на листах настоящего альбома (АС-8-17).

Расчеты порталов ошиновки и опор под оборудование выполнены институтом „Энергосетьпроект" и приведены в следующих альбомах типовых проектов:

1. Открытые распределительные устройства 35 и 110 кв „Расчеты строительных конструкций порталов ошиновки" инв. № 1347/ОДП.

2. Открытые распределительные устройства 35 и 110 кв „Расчеты железобетонных изделий опор под оборудование инв. № 1348/ОДП.

3. Закрепление в грунте стоек порталов для ОРУ подстанций 35-330 кв „Пояснительная записка. Рабочие чертежи" инв. № 5705 ТМ-Т1.

4. Фундаменты ОРУ подстанций 35-500 кв из унифицированных конструкций для различных грунтовых условий (примеры расчета и выполнения узлов) инв. № 1546 тм.

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

V. Распределительные устройства 6-10 кв.

Здания распределительных устройств 6-10 кв типов А1, А2, Б1 и Б2-одноэтажные, бесчердачные.

В плане здания прямоугольные и имеют следующие размеры в осях: тип А1, Б1 – 9×24 м, тип А2 – 9×30 м, тип Б2 – 9×36 м.

В соответствии с классификацией принятой в Строительных нормах и правилах здания распределительных устройств 6-10 кв относятся ко II классу сооружений по капитальности, к II степени по огнестойкости и категории Г по пожарной опасности.

Климатические районы и характеристика природных условий для которых выполнен проект распределительных устройств 6-10 кв приведены в общей части пояснительной записки.

Строительные конструкции зданий выполнены из кирпича и железобетонных элементов по номенклатуре Госстроя СССР.

Архитектурное оформление зданий достигается за счет облицовки фасадных поверхностей стен силикатным кирпичем декоративной кладки, выполнения выступающих элементов на фасадах и каменной штукатурки цоколя.

Здания всех типов выполнены с внутренним водостоком в соответствии с „Указаниями по проектированию внутренних водостоков зданий" СН 264-63. Выпуск воды принят открытый на отмостку с последующим отводом в лотке.

Для обеспечения положительной температуры в трубопроводе водостока и воронке в холодное время года проектом предусмотрены следующие мероприятия:

1. На выпуске установлен гидравлический затвор, препятствующий движению холодного воздуха от выпуска к воронке.
2. Предусмотрен обогрев воронки теплым воздухом помещения, который поступает в трубу через ревизию.

Для поступления теплого воздуха на ревизии установлена сетка. Учтены требования к водоотводящим устройствам в соответствии с СН 394-69 и СНиП II-Г.4-70

Фундаменты приняты ленточные бутобетонные из бута марки 200 на бетоне марки 100.

При наличии на площадке грунтовых условий отличных от принятых в данном проекте, фундаменты необходимо перепроектировать руководствуясь СНиП II-Б 1-62*, СНиП III-В 6-62* и другими действующими нормативными материалами.

Стены из обыкновенного красного кирпича с облицовкой силикатным кирпичем марки 75 на растворе марки 25. Торцевые стены на растворе марки 50.

Марка бетона фундаментов и кирпича наружных стен по морозостойкости Мрз 15.

Цоколь стен из глиняного кирпича пластического прессования марки 100 на растворе марки 50.

Кровельное перекрытие выполняется из железобетонных ребристых плит, укладываемых на кровельные балки и бетонные подушки

Кровля плоская. Покрытие кровли четырехслойное рулонное.

Чистые полы-террацевые, цементные и релиновые. Пол поднят над уровнем земли на 150 мм

Кабельные каналы в помещениях распредустройства и в щитовом помещении из бетона марки 150. Каналы помещения распредустройства перекрыты щитами из рифленой стали, в щитовом-обработанными асбестоцементными досками толщиной 25 мм.

VI. Отопление и вентиляция.

Отопление здания распредустройства 6-10 кв принято электрическое с вариантом водяного отопления.

Расчетные зимние температуры наружного воздуха приняты -20°С, -30°С, -40°С.

Внутренние расчетные температуры приняты: в помещении распредустройства $t_{вн}$=-5°С при электрическом отоплении и $t_{вн}$=+10°С при водяном отоплении.

В остальных помещениях при электрическом и водяном отоплении температура принята $t_{вн}$=+10°С.

При электрическом отоплении нагревательными приборами служат электропечи ПТ-10-2 мощностью по 1 квт.

Подбор количества печей и их установка даны в электромонтажных чертежах альбома VII.

Расчетные теплопотери зданий для варианта водяного отопления даны на листе ОВ-2, а для варианта электрического отопления в пояснительной записке альбома XIII.

Теплопотери ограждающих конструкций определены исходя из коэффициента теплопередачи к=1,2 ккал/час м² для стен, для бесчердачного перекрытия к=0,69 ккал/час м². Полы приняты неутепленными на грунте.

Водяное отопление запроектировано от тепловых сетей или от теплоцентрали предприятия, на котором сооружается подстанция. Теплоноситель вода с параметрами $t_{тор}$= +95°С и $t_{обр}$=+70°С

В помещениях зданий предусмотрена естественная вентиляция через окна и жалюзи. Кроме того в помещении распределительного устройства предусмотрена аварийная вытяжная вентиляция, рассчитанная на пятикратный воздухооб-

1971 г.	Подстанции 110/6-10 кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 мва	Пояснительная записка Архитектурно-строительная часть отопление и вентиляция	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист АС-Б

г. Москва 1971 г. Гл. специалист Рук. группы Соколов Усова

мен в час. Приток осуществляется через неподвижные жалюзийные решетки с утепленными клапанами. Вытяжка - осевыми вентиляторами, установленными в стене.

VII. Указания по привязке строительной части проекта.

Альбом XI должен быть дополнен чертежами посадки подстанции с привязкой ее к существующим или проектируемым зданиям и сооружениям, геодезическим знакам и т.д., чертежами вертикальной планировки и подъездной автодороги.

Привязку альбома выполнить в соответствии с указаниями приведенными в разделе II.

При привязке из альбома исключить чертежи ненужные для данного типа подстанции. На чертеже ГП-10 откорректировать фундаменты под трансформаторы. Фундаменты подбираются в зависимости от колеи поперечного перемещения. Проставить в бликах абсолютные отметки.

Из альбома XII исключить чертежи ненужные для данного типа подстанции. При необходимости дать чертежи закрепления стоек порталов в грунте, проставить в бликах значения координат строительной сетки (если такие имеются) и марку стали на монтажных чертежах порталов ошиновки в зависимости от расчетной наружной температуры

На листах КР-9, КР-10, КР-11 откорректировать тип опоры под дугогасящие катушки.

В альбоме XIV (в пояснительной записке) откорректировать указания о марках стали в зависимости от расчетной наружной температуры. При прокладке кабелей в траншеях, каналах плиту ПК-1 (лист КЖ-26) из альбома исключить. Плита ПК-1 для эстакадной прокладки кабелей.

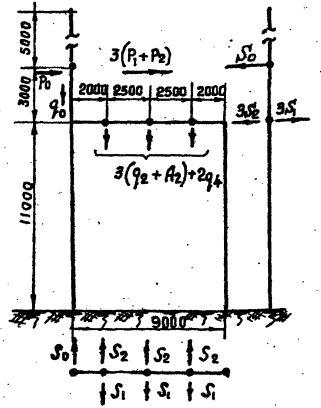
Привязку альбома XIII выполнить в соответствии с указаниями приведенными в разделе V. Исключить из альбома чертежи, не относящиеся к данному типу распредустройства. Проставить в бликах отметки и на чертежах фундаментов проставить координаты строительной сетки.

В таблицах расхода тепла на отопление на стр. 2 пояснительной записки (при электрическом отоплении) и на листе ОВ-2 (при водяном отоплении) исключить теплопотери, не относящиеся к принятой расчетной температуре наружного воздуха. При варианте водяного отопления дополнить альбом чертежами наружной тепловой сети от источника тепла до узла управления.

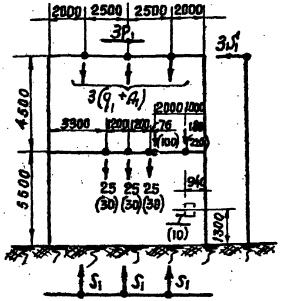
При наличии поблизости сетей водопровода и канализации предусмотреть санузел для которого использовать помещение кладовой.

г. Москва 1971г.	Гл. специалист Рук. группы	Соколов Усова			
1971г	Подстанции 110/6-10кв с трансформаторами мощностью от 6,3 до 25 мва	Пояснительная записка Архитектурно-строительная часть отопление и вентиляция	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист АС-7

Нагрузки на приемный портал



Нагрузки на трансформаторный портал.



Примечания:

1. Тяжение S_0 и S_2 могут быть направлены под углом 70° к оси траверсы.
2. Учесть ремонтно-эксплуатационную нагрузку- 300кг, приложенную в любой точке.
3. При расчете фундаментов учесть ветровую нагрузку на конструкции (скорость ветра 30м/сек.)
4. Высокочастотные заградители подвешиваются в средней и одной из крайних фаз.
5. Данный чертеж выполнен на основании п. 940/ОДП

Таблица нагрузок

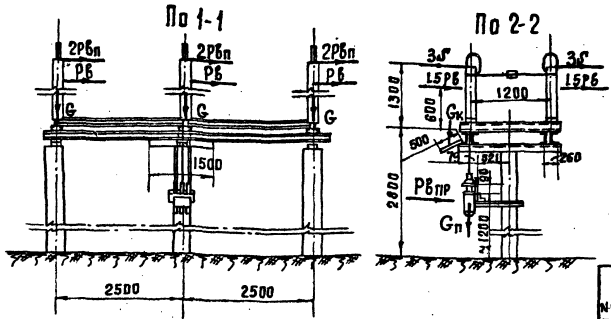
Обозн. нагрузки на схеме	Наименование нагрузок		Значения нагрузок в различных режимах в кг			
			t = -5°C V=15м/сек C=20мм.	t=-5°C V=12м/сек C=0 монт. реж.	t=+40°C V=30м/сек C=0	t=-5°C V=30м/сек C=0
S_0	Тяжение троса		180	130	150	150
S_1	Тяжение ошиновки подстанции		500	290	330	360
S_2	Тяжение ошиновки ЛЭП		500	290	330	360
q_0	Вес полупролета троса		65	20	20	20
q_1	Вес полупролета и гирлянд		225	120	120	120
q_2	Вес полупролета и гирлянд		200	110	110	110
A_1	Вес спуска		55	20	20	20
A_2	Вес спуска		35	13	13	13
P_0	Ветровая нагрузка на половину пролета	Троса	20	5	20	20
P_1		Ошиновки п/ст.	13	5	25	25
P_2		Ошиновки ЛЭП	25	8	40	40
q_4	Вес в/ч заградителя и гирлянды		400	310	310	310

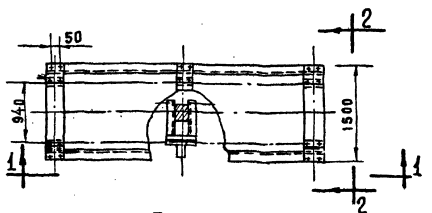
Ст. инженер Джус

г. Москва

1970 г.	Подстанции 110/6-10 кв. с трансформаторами мощностью от 6.3 до 25мва	Пояснительная записка Архитектурно-строительная часть, отопление и вентиляция	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист АС-8

Нагрузки на опору под разъединитель РНДЗ-2-110/630-1000 с приводом ПРН-220м.





Примечание

Данный чертеж разработан на основании чертежа КЛО. 336. 176. 1-8 РЗВА

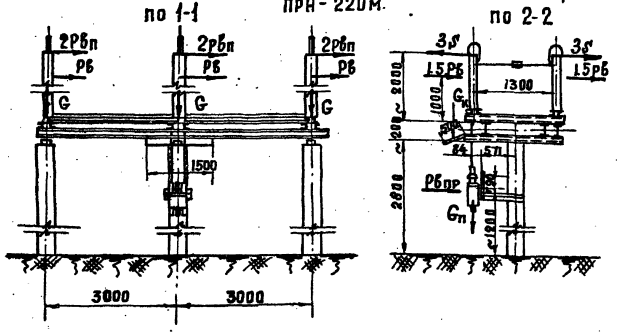
Таблица нагрузок

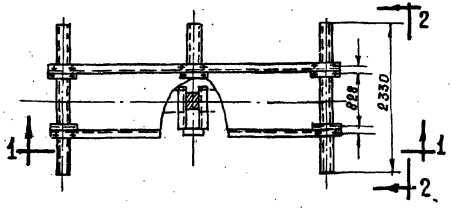
№№ п/п	Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг. при различных режимах			
			Нормальный V=30м/сек C=0	Аварийный V=30м/сек C=0	Монтажный V=12м/сек C=0	Гололедный V=15м/сек C=20мм.
1	G	Вес полюса разъединителя	191	191	191	210
2	Gп	Вес привода при-220м	35	35	35	40
3	Gк	Вес козырька	15	15	15	30
4	Gм	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
5	S	Тяжение по проводу	45	45	20	80
6	Рв	Давление ветра на полюс разъединителя	85	85	20	25
7	Рвп	Давление ветра на провод	25	25	10	15
8	М	Момент на валу привода	30	30	30	100
9	Рвпр	Давление ветра на привод	15	15	5	10

г. Москва | Ст. инженер | Джус

1970 г.	Подстанции 110/6-10 кв. с трансформаторами мощностью от 6.3 до 25мва	Пояснительная записка Архитектурно-строительная часть, отопление и вентиляция	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист АС-9

Нагрузки на опору под разъединитель РНДЗ-2-110У/1000 с приводом ПРН-220м.





Примечания:

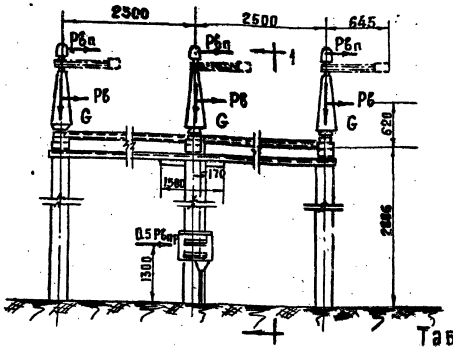
Данный чертеж разработан на основании черт. №КЛО.336 128.1-4 ВЗВА

Таблица нагрузок

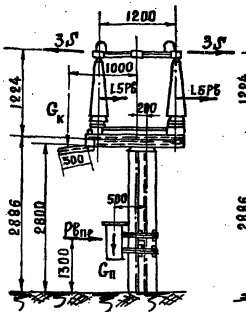
№№ поз.	Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг. при различных режимах			
			Нормальный	Аварийный	Монтажный	Гололедный
			V=30м/сек C=0	V=30м/сек C=0	V=12м/сек C=0	V=15м/сек C=20мм
1	G	Вес полюса разъединителя	430	430	430	450
2	$G_п$	Вес привода	35	35	35	40
3	$G_к$	Вес козырька	15	15	15	30
4	$G_м$	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
5	S	Тяжение по проводу	45	45	20	80
6	Рв	Давление ветра на полюс разъединителя	85	85	20	25
7	Рвп	Давление ветра на провод	22	25	10	15
8	М	Момент на валу привода	30	30	30	10
9	Рвпр	Давление ветра на привод	15	15	5	10

Рук. группы Усова
Ст. инженер Джус
г. Москва

Нагрузки на опору под отделитель ОД и ОДЗ-110м/630-1000 с приводами ШПОМ и ПРН-110м



Разрез 1-1 для ОД-110



Разрез 1-1 для ОДЗ-110

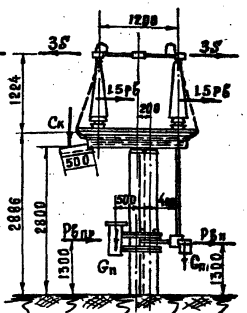


Таблица нагрузок

Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг при различных режимах			
		Нормальный режим V=30 м/сек C=0	Аварийный режим V=30 м/сек C=0	Монтажный режим V=12 м/сек C=0	Гололедный режим V=15 м/сек C=20 мм
G	Вес отделителя	197	197	197	240
Gп	Вес привода	100	100	100	120
Gп1	Вес привода	12	12	12	15
Gк	Вес козырька	15	15	15	30
Gм	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
Рб	Давление ветра на полюс аппарата	85	85	20	25
Рбпр	Давление ветра на привод	40	40	10	20
S	Тяжение провода	45	45	40	80
Рбп	Давление ветра на провод	25	25	10	20
Рт	Динамическая нагрузка по тяге при включении	550	550	550	550

Примечание

Данный чертеж разработан на основании черт. КЛО 336.ОП. 1-4 ВЗВА.

Ст. инженер Джус

г. Москва

Нагрузки на опору под отделитель ОД-150м/630 с приводом ШПОМ

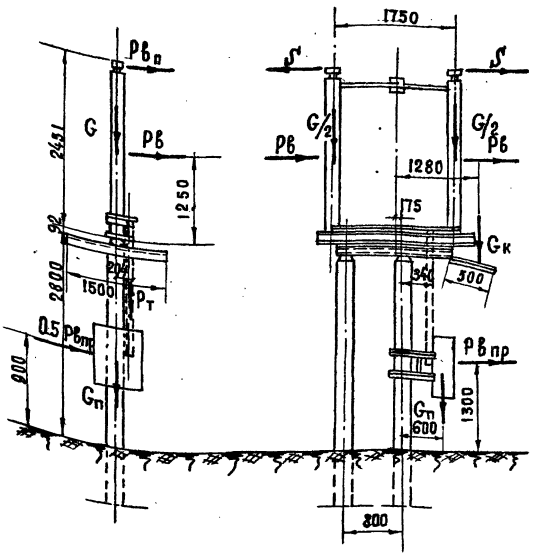


Таблица нагрузок

№№ п/п	Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг при различных режимах			
			Нормальный V=30м/сек C=0	Аварийный V=30м/сек C=0	Монтажный V=12м/сек C=0	Гололедный V=15м/сек C=20мм
1	G	Вес отделителя	507	507	507	600
2	Gп	Вес привода	100	100	100	120
3	Gк	Вес козырька	15	15	15	30
4	Gм	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
5	Рв	Давление ветра на полюс аппарата.	170	170	40	50
6	Рвпр	Давление ветра на привод	40	40	10	20
7	Рвп	Давление ветра на провод	25	25	10	20
8	S	Тяжение провода	45	45	40	80
9	Рт	Динамическая нагрузка по тяге при включении.	550	550	550	550

Примечание

Данный чертеж разработан на основании черт. № КЛО. 336, 061, 1-4 ВЗВА.

Рук. группы Усова
Ст. инженер Джус

Нагрузки на опору под короткозамыкатель К3-220м с приводом ШПКМ и трансформатором тока ТШЛ-0,5

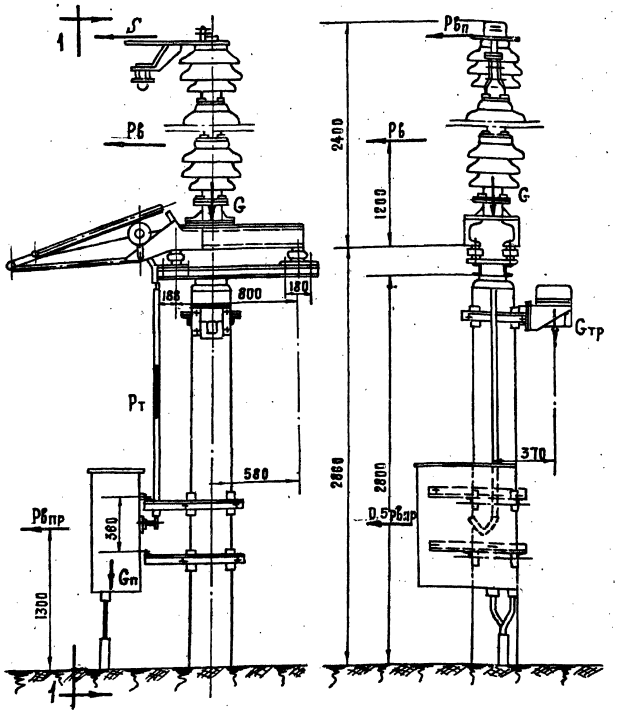
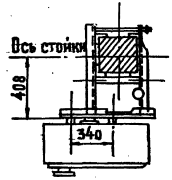


Таблица нагрузок

№№ п/п	Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг при различных режимах			
			Нормальный режим V=30м/сек C=0	Аварийный режим V=30м/сек C=0	Монтажный режим V=12м/сек C=0	Гололедный режим V=15м/сек C=20мм
1	G	Вес короткозамыкателя	280	280	280	300
2	Gп	Вес привода	100	100	100	120
3	Gм	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
4	Pб	Давление ветра на аппарат	80	80	15	20
5	Pбп	Давление ветра на провод	20	20	6	10
6	S	Тяжение провода	25	25	10	20
7	Pбпр	Давление ветра на привод	40	40	10	20
8	Pт	Динамическая нагрузка по тяге при включении	600	600	600	600
9	Gтр	Вес трансформатора тока	25	25	25	29



Примечание

Задание разработано на основании чертежа № КЛО.336.167 ВЗВА.

г. Москва | Ст. инженер | Джус

Нагрузки на опору под разрядники РВС-110

М 1:50

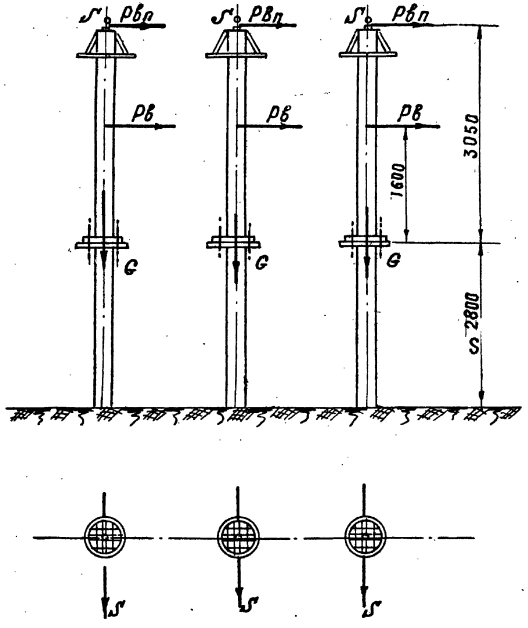


Таблица нагрузок

№№ п/п	Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг при различных режимах			
			Нормальный	Аварийный	Монтажный	Гололедный
			V=30м/сек C=0	V=30м/сек C=0	V=12м/сек C=0	V=15м/сек C=20мм
1	G	Вес разрядника	185	185	185	210
2	Gм	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
3	S	Тяжение провода	25	25	10	50
4	Рв	Давление ветра на аппарат	60	60	10	15
5	Рвп	Давление ветра на провод	25	25	10	15

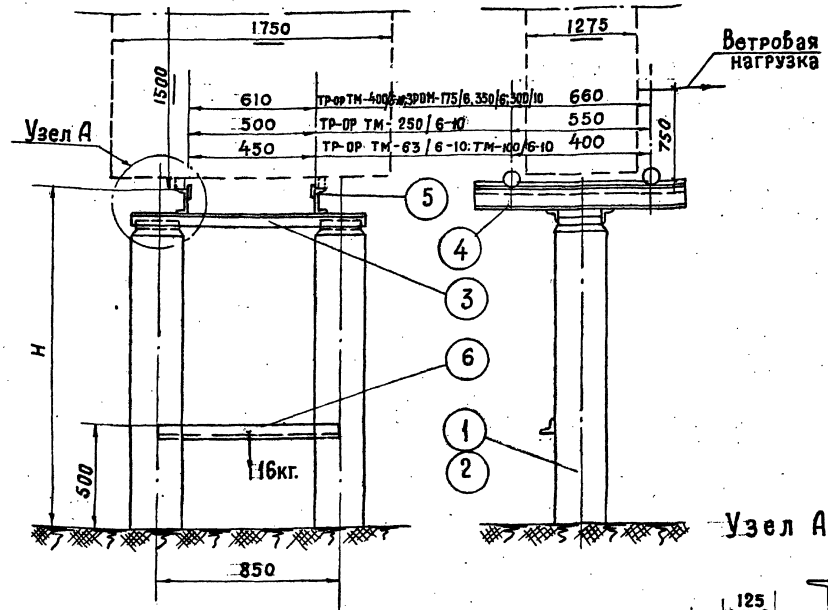
Примечание:

Чертеж разработан на основании инструкции черт. № КЛО.412.003 ВЗВА 1969г.

Рук. группы Усова
Ст. инженер Джус

г. Москва

Опоры под трансформаторы и дугогасящие катушки



Спецификация

№№ позиц.	Количество	Наименование	Обознач. материал и сортамент	№ черт. техн. данн. разм. за пот.	Вес в кг 1шт.	Вес в кг Общ.	Примеч.
1	2	Стойка	Усо-3				
2	2	Фундамент	УБ-1				
3	2	Уголок 63×6	ГОСТ8509-57	1100	6.29	12.58	
4	2	Швеллер №12	ГОСТ8240-56	1000	10.40	20.80	см. прим.
5	2	Полоса 6×50	ГОСТ103-57	1000	2.36	4.72	
6	1	Уголок 63×6	ГОСТ8509-57	850	4.86	4.86	

Узел А

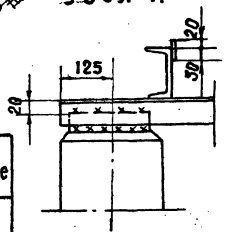


Таблица нагрузок

Тип опоры	H	Устанавливаемое оборудование	Нагрузка от веса аппарата, кг	Ветровая нагрузка на аппарат, кг	Примечание
1	1760	ТМ-63/6-10; ТМ-100/6-10; ЗРОМ 175/6	1000	50	
2	1440	ТМ-250/6-10; ТМ-400/6-10	3000	100	
3	1130	ЗРОМ-350/6; ЗРОМ-300/10;	3000	90	

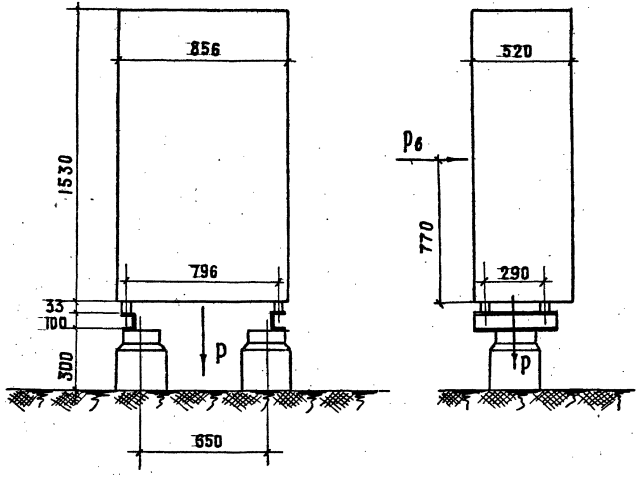
Примечание:

Швеллеры поз. 4 крепятся к уголкам поз. 3 на сварке при установке тр-ра или заземляющего реактора в соответствии с колеей (по установочному чертежу)

1970г.	Подстанции 110/6-10 кв. с трансформаторами мощностью от 6.3 до 25 мва	Пояснительная записка Архитектурно-строительная часть, отопление и вентиляция	Типовой проект 407-3-191	Альбом I	Лист АС-15

г. Москва | Ст. инженер | Джус

Опора под шкаф ШАОТ-4 или АД-2



Примечание:

Нагрузка на опору от веса шкафа P = 312 кг.

Ветровая нагрузка на шкаф P8 - 60 кг

г. Москва | Ст. инженер Джус

Нагрузки на опору под короткозамыкатель 110кв типа КЗ-110м с приводом типа ШПКМ и трансформатором тока типа ТШЛ-0.5

Разрез по I-I

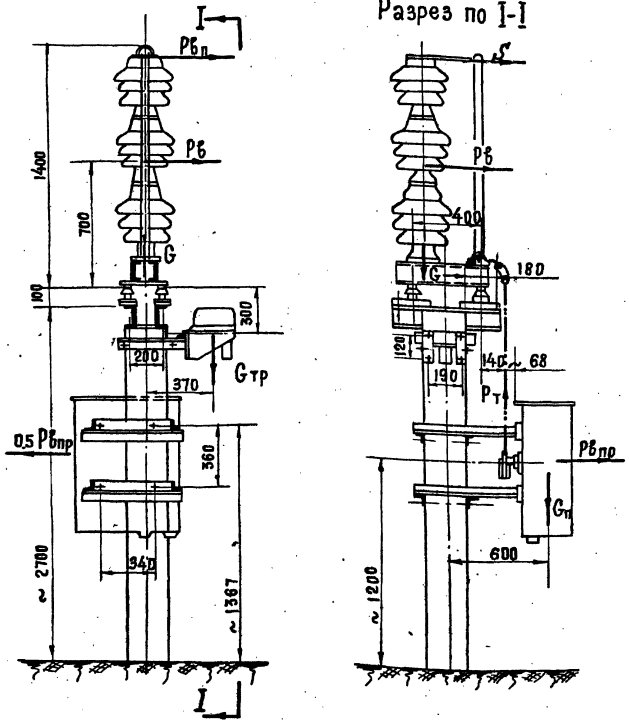


Таблица нагрузок

NN п.п.	Обозначение нагрузок	Наименование нагрузок	Величины нагрузок в кг при различных режимах			
			Нормальн. режим	Аварийн. режим	Монтажн. режим	Гололедн. режим
			V=30м/сек C=0	V=30м/сек C=0	V=12м/сек C=0	V=15м/сек C=20
1	G	Вес короткозамыкателя	60	60	60	72
2	Gп	Вес привода	96	96	96	115
3	Gм	Монтажная нагрузка	—	—	200	—
4	S	Тяжение провода	25	25	10	20
5	Pв	Давление ветра на аппарат	60	50	10	15
6	Pвпр	Давление ветра на провод	40	40	10	20
7	Pвп	Давление ветра на провод	20	20	6	10
8	Pт	Динамическая нагрузка по тяге при включении	500	500	500	500
9	Gтр	Вес трансформатора тока	25	25	25	29

Примечание

Задание разработано на основании чертежа № КЛО. 336 169 ВЗВА

gost.e-ecolog.ru