АСН
Инженерный
Центр Энергетики

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Электротехнические решения

ПЗМ-11.05/119-ЭС

2020 г.

АСН
Инженерный
Центр Энергетики

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Электротехнические решения

ПЗМ-11.05/119-ЭС

Главный инженер проекта **К.В. Вотьев**

2020 г.

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

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1.1-1.3	Общие данные	
2	Схема электрическая принципиальная ПС 220 кВ Петрозаводскмаш	
	(ПС 18)	
3	План ОРУ 220 кВ ПС 220 кВ Петрозаводскмаш	
4	План заземления	
5	План и разрез ячейки ВТ1-220	
6	План и разрез ячейки ВТ2-220	
7	Установка выключателя элегазового колонкового	
	ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1	
8	Установка шинной опоры 220 кВ ШО-220-УХЛ1	
9	Электрическая схема сети 380 В обогрева оборудования ОРУ-220	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	Ссылочные документы	
ПУЭ 7	Правила устройства электроустановок.	
	Издание 7. 2003 г.	
	Прилагаемые документы	
ПЗМ-11.05/119-ЭС.КЖ	Кабельный журнал	
ПЗМ-11.05/119-ЭС.С	Сводная спецификация оборудования,	
	изделий и материалов	
ПЗМ-11.05/119-ЭС.ОЛ1	Опросный лист для заказа выключателя	
	220 кВ ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1	
ПЗМ-11.05/119-ЭС.ОЛ2	Опросный лист для заказа шинной опоры	
	220 кВ ШО-220-УХЛ1	
ПЗМ-11.05/119-ЭС.РР	Расчёт сети СН 0,4 кВ	

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ЭС		
Разраб.		Павлов				Общие данные	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Вотьев					Р	1.1	4
Н.контр.		Касимов					ООО «АСН» г. Самара		

Ведомость основных комплектов рабочих чертежей

Обозначение	Наименование	Примечание
ПЗМ-11.05/119-ЭС	Электротехнические решения	
ПЗМ-11.05/119-РЗА	Релейная защита и автоматика	
ПЗМ-11.05/119-АС	Архитектурно-строительные решения	
ПЗМ-11.05/119-СМ	Сметная документация	

1. Общие указания

Настоящий том рабочей документации разработан на основании технического задания на выполнение проектных работ по замене масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые выключатели (Приложение №1 к Договору №ПЗМ-11.05/119 от 30 декабря 2019г.).

Проектом предусматривается:

- замена выключателей 220 кВ в ячейках ВТ1-220 и ВТ2-220 на элегазовые;
- замена шинных опор со стороны автомобильного проезда с увеличением их высоты установки для безопасной транспортировки оборудования;
- монтаж ошиновки в примыкающих к выключателям пролётах;
- монтаж новых шкафов зажимов;
- модернизация сети обогрева ОРУ-220 с установкой в существующий шкаф обогрева (ШОВ-220) дополнительных автоматических выключателей и заменой питающих автоматов в ЩСН-0,4 кВ.

Всё оборудование должно быть заземлено. Заземление производится с помощью полосовой стали сечением 4х40 мм с присоединением к существующему заземляющего устройства подстанции. Каждая единица оборудования должна быть присоединена к заземляющему устройству не менее чем в двух местах. Заземляющие спуски прокладываются в земле на глубине не менее 0,3 м. В радиусе не более 3 м от места присоединения заземляющего спуска к заземляющему устройству должно быть обеспечено растекание тока не менее чем в четырех направлениях по магистралям заземляющего устройства. Сечения заземляющих проводников выбраны по условию тепловой устойчивости к токам однофазного короткого замыкания с учётом запаса на коррозию. Сопротивление растеканию тока в любое время года не должно превышать 0,5 Ом. При производстве работ особое внимание следует уделить сохранению целостности существующего контура заземления и при случайном повреждении необходимо произвести работы по восстановления контура с дальнейшим выполнением замеров и диагностирования.

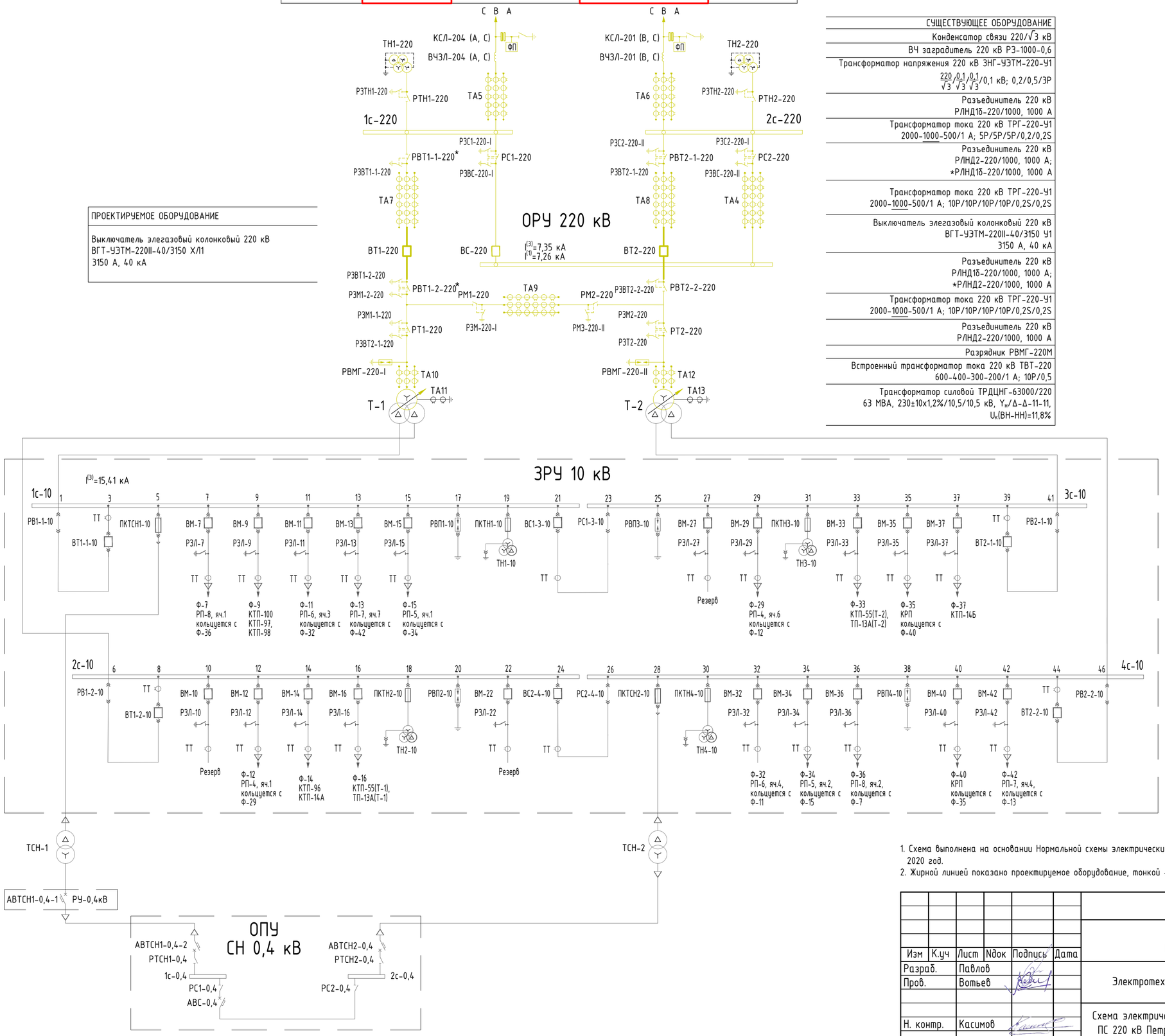
Присоединения заземляющих и нулевых защитных проводников и проводников уравнивания потенциалов к открытым проводящим частям должны быть надёжными и обеспечивать непрерывность электрической цепи, выполнены при помощи болтовых соединений или сварки.

Соединение токоведущих частей выполняется болтовым, с предварительной зачисткой контактного пятна. На контактные соединения наносится смазка УВС Суперконт по ГОСТ 10434.

Система защиты подстанции от прямых ударов молний выполнена на основе существующих молниеотводов. В рамках данного проекта дополнительных мер для молниезащиты не предусматривается.

Защита электрооборудования от набегающих волн атмосферных и коммутационных перенапряжений производится существующими разрядниками. Рекомендуется заменить разрядники на ограничители перенапряжений для соблюдения безопасности при обслуживании выключателей с проектируемых площадок в соответствии с таблицей 4.2.5 ПУЭ.

Диспетчерское наименование присоединения	Трансформатор Т-1	ВЛ 220 кВ Петрозаводск-Петрозаводскмаш	ВЛ 220 кВ Кондопога-Петрозаводскмаш, трансформатор Т-2	-
Наименование ячейки	ТН1-220, Т-1	Л-204, ВС-220	Л-201, Т2	ТН2-220



СУЩЕСТВУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ
Конденсатор связи 220/√3 кВ
ВЧ заградитель 220 кВ РЗ-1000-0,6
Трансформатор напряжения 220 кВ ЗНГ-УЭТМ-220-У1 $\frac{220}{\sqrt{3}}/\frac{0,1}{\sqrt{3}}/\frac{0,1}{\sqrt{3}}$/0,1 кВ; 0,2/0,5/3Р
Разъединитель 220 кВ РЛНД1б-220/1000, 1000 А
Трансформатор тока 220 кВ ТРГ-220-У1 2000-1000-500/1 А; 5Р/5Р/5Р/0,2/0,2S
Разъединитель 220 кВ РЛНД2-220/1000, 1000 А; *РЛНД1б-220/1000, 1000 А
Трансформатор тока 220 кВ ТРГ-220-У1 2000-1000-500/1 А; 10Р/10Р/10Р/10Р/0,2S/0,2S
Выключатель элегазовый колонковый 220 кВ ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 У1 3150 А, 40 кА
Разъединитель 220 кВ РЛНД1б-220/1000, 1000 А; *РЛНД2-220/1000, 1000 А
Трансформатор тока 220 кВ ТРГ-220-У1 2000-1000-500/1 А; 10Р/10Р/10Р/10Р/0,2S/0,2S
Разъединитель 220 кВ РЛНД2-220/1000, 1000 А
Разрядник РВМГ-220М
Встроенный трансформатор тока 220 кВ ТВТ-220 600-400-300-200/1 А; 10Р/0,5
Трансформатор силовой ТРДЦНГ-63000/220 63 МВА, 230±10х1,2%/10,5/10,5 кВ, $Y_н/Δ-Δ$-11-11, $U_к$(ВН-НН)=11,8%

ПРОЕКТИРУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
Выключатель элегазовый колонковый 220 кВ ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1 3150 А, 40 кА

1. Схема выполнена на основании Нормальной схемы электрических соединений ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС 18) на 2020 год.
2. Жирной линией показано проектируемое оборудование, тонкой - существующее.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р	2	

Схема электрическая принципиальная ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС 18)

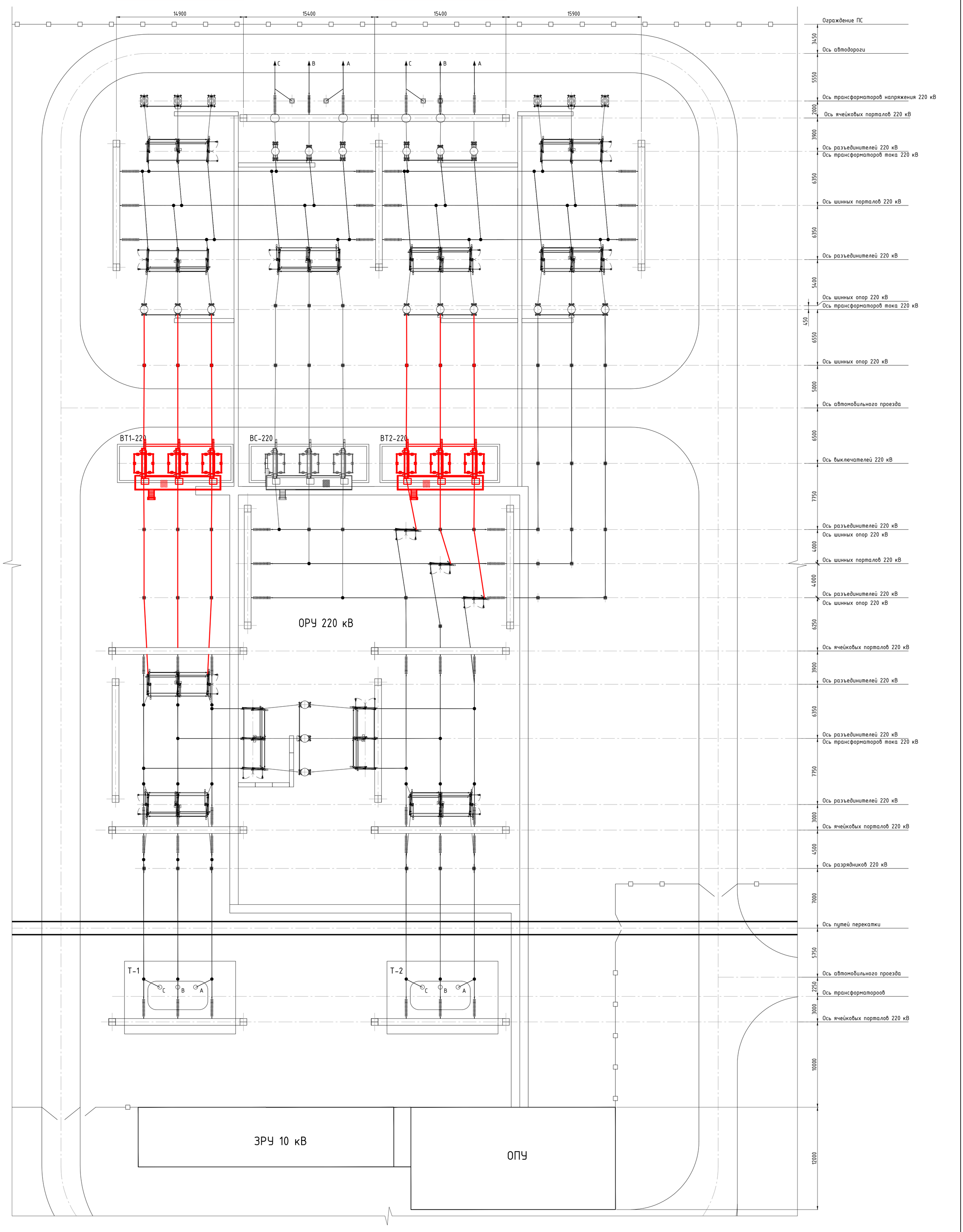
ООО "АСН" г. Самара

Взам.инв.N | Подп.и дата | Инв.N подл.

Формат А2

М 1:200

Диспетчерское наименование присоединения	Трансформатор Т-1	ВЛ 220 кВ Петрозаводск- Петрозаводскмаш	ВЛ 220 кВ Кондопога-Петрозаводскмаш, трансформатор Т-2	-
Наименование ячейки	ТН1-220, Т-1	Л-204, ВС-220	Л-201, Т2	ТН2-220



1. Жирной линией показано проектируемое оборудование, тонкой - существующее.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р	3	

План ОРУ 220 кВ
ПС 220 кВ Петрозаводскмаш

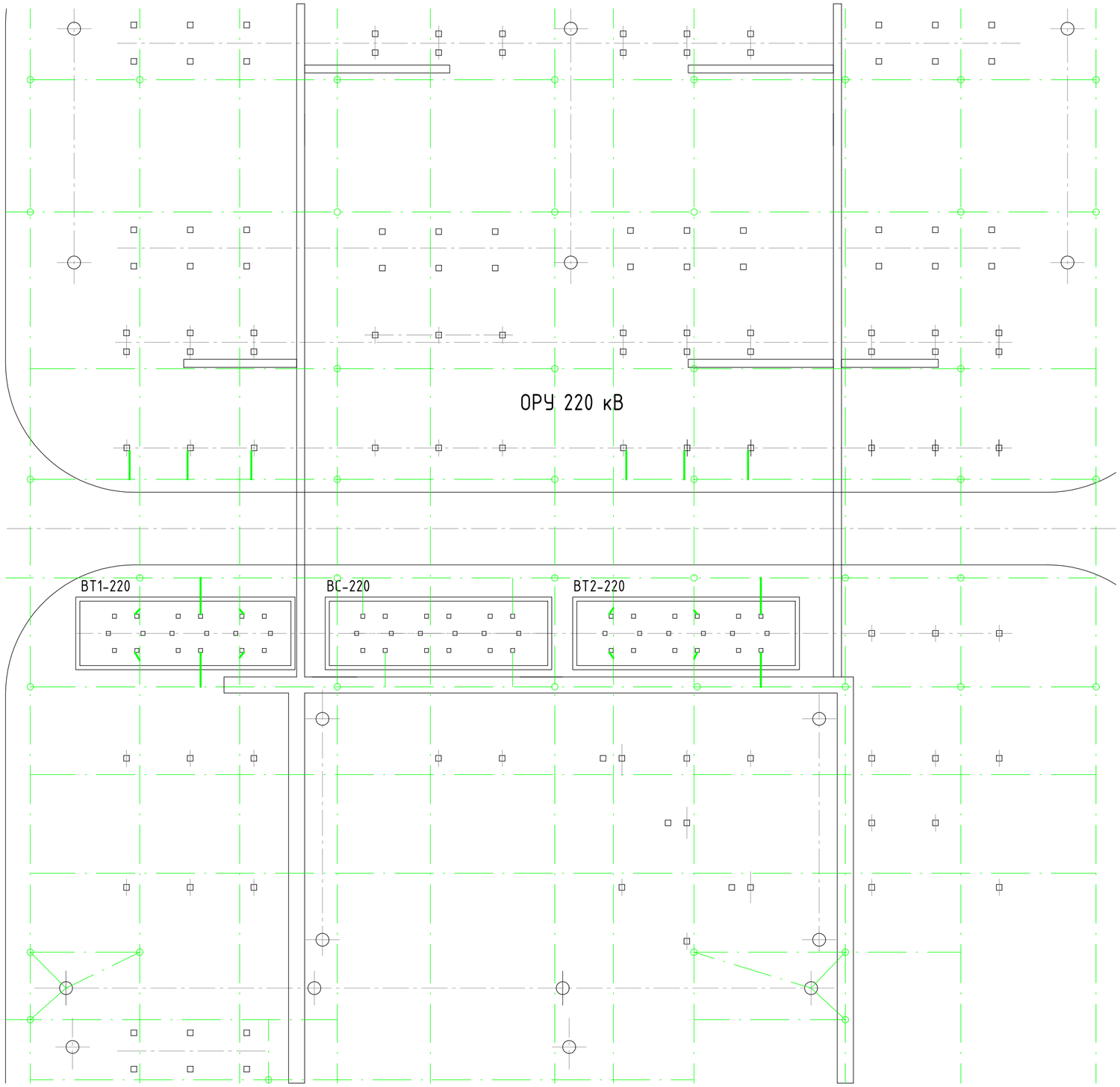
ООО "АСН"
г. Самара

Взам.инв.N | Подпись дата | Инв.N подл.

Формат А1

М 1:200

Диспетчерское наименование присоединения	Трансформатор Т-1	ВЛ 220 кВ Петрозаводск- Петрозаводскмаш	ВЛ 220 кВ Кондопога-Петрозаводскмаш, трансформатор Т-2	-
Наименование ячейки	ТН1-220, Т-1	Л-204, ВС-220	Л-201, Т2	ТН2-220



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- горизонтальный заземлитель существующий (полоса 4х30мм);
- заземляющий спуск проектируемый (полоса 4х40мм);
- вертикальный заземлитель существующий (круг Ф12мм)

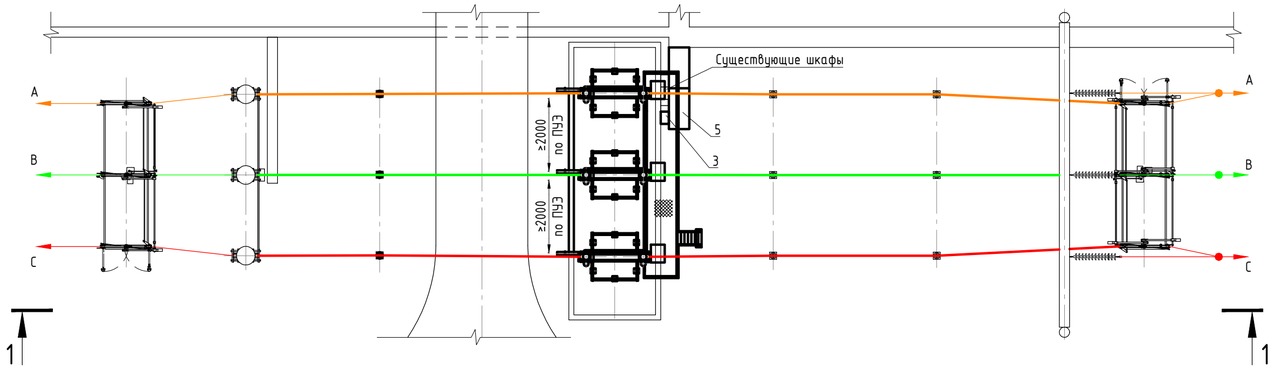
1. План заземления выполнен на основе схемы "Заземление и молниезащита. Подстанция 220/10 кВ завода Тяжбуммаш в г.Петрозаводске. Энергосетьпроект. 1967г."
2. Горизонтальный заземлитель выполнен из полосовой стали размером 4х30 мм, вертикальный - из круглой стали диаметром 12 мм и длиной 5 м.
3. Заземление проектируемого оборудования выполняется присоединением к ЗУ ПС не менее чем в двух местах стальной полосой 4х40 мм.
4. Сопротивление растеканию ЗУ в любое время года не должно превышать 0,5 Ом.
5. Заземляющие проводники (спуски), соединяющие оборудование или конструкции с заземлителем, проложить в земле на глубине не менее 0,3 м.
6. Все соединения заземляющего устройства выполнить сваркой "внахлёст". Места соединений после сварки зачистить от окалины и обработать в два слоя антикоррозийным цинкосодержащим составом.
7. Наземные части заземляющих проводников покрыть эмалью ПФ-115.

						ПЗМ-11.05/119-ЭС			
						Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые			
Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата				
Разраб.		Павлов				Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Вотьев					Р	4	
Н. контр.		Касимов				План заземления	ООО "АСН" г. Самара		

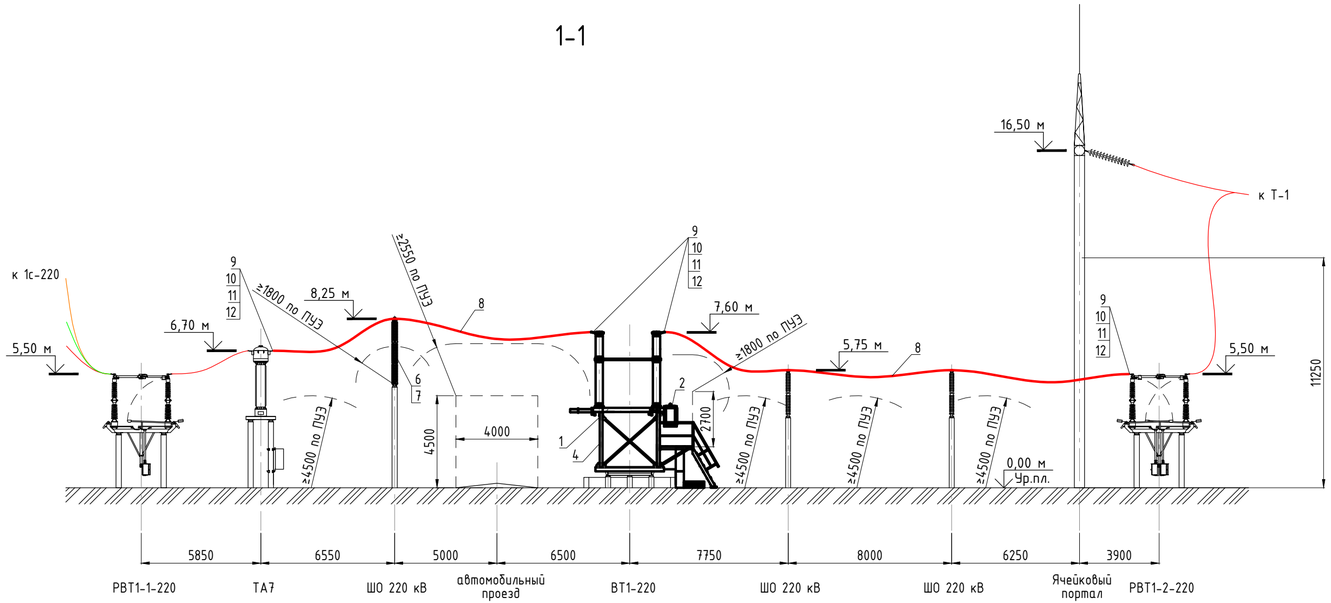
Взам.инв.N | Подп.и дата | Инв.N подл.

Формат А2

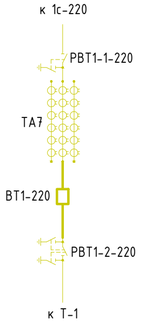
М 1:200



1-1



ПОЯСНЯЮЩАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА



СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Выключатель элегазовый колонковый 220 кВ		
	ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1	1	3-фазный
2	Шкаф привода	3	комплектно
3	Шкаф зажимов выключателя ШЗВ	1	см. ПЗМ-11.05/119-РЗА
4	Опорная конструкция с площадкой обслуживания ОК-1	1	см. ПЗМ-11.05/119-АС
5	Кабельный лоток Л20.10	2	см. ПЗМ-11.05/119-АС
6	Шинная опора 220 кВ ШО-220-УХЛ1	3	
7	Изолятор опорный ИОС-110-600 УХЛ1	3	
8	Провод сталеалюминиевый АС 500/27	160	м
9	Зажим аппаратный прессуемый А4А-400-2Т	12	
10	Болт М12х60, ГОСТ Р ИСО 4017	45	
11	Гайка М12, ГОСТ ISO 4032	90	
12	Шайба 12, ГОСТ 11371	90	

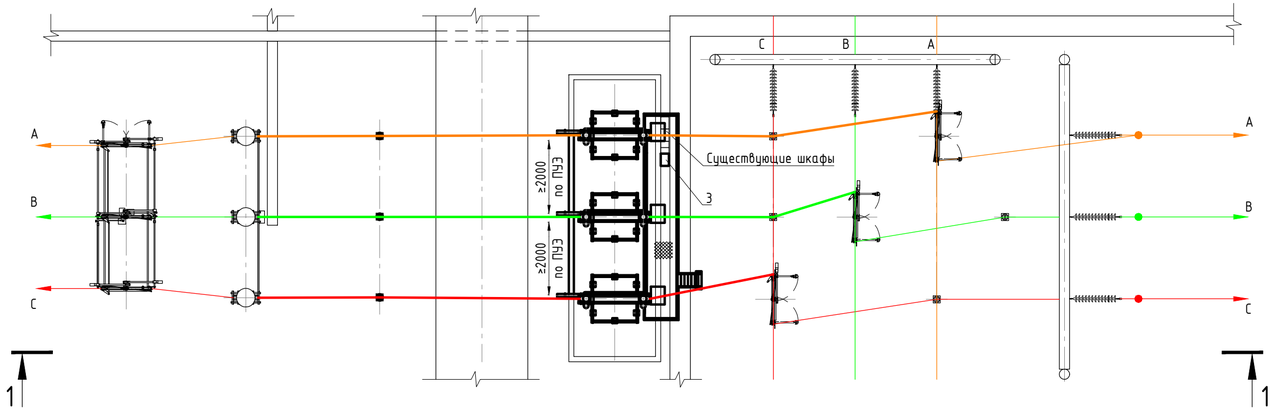
1. Проектируемое оборудование показано жирной линией, существующее – тонкой

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата	ПЗМ-11.05/119-ЭС			
						Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые			
Разраб.		Павлов				Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Вотьев					Р	5	
Н. контр.		Касимов				План и разрез ячейки ВТ1-220	ООО "АСН" г. Самара		

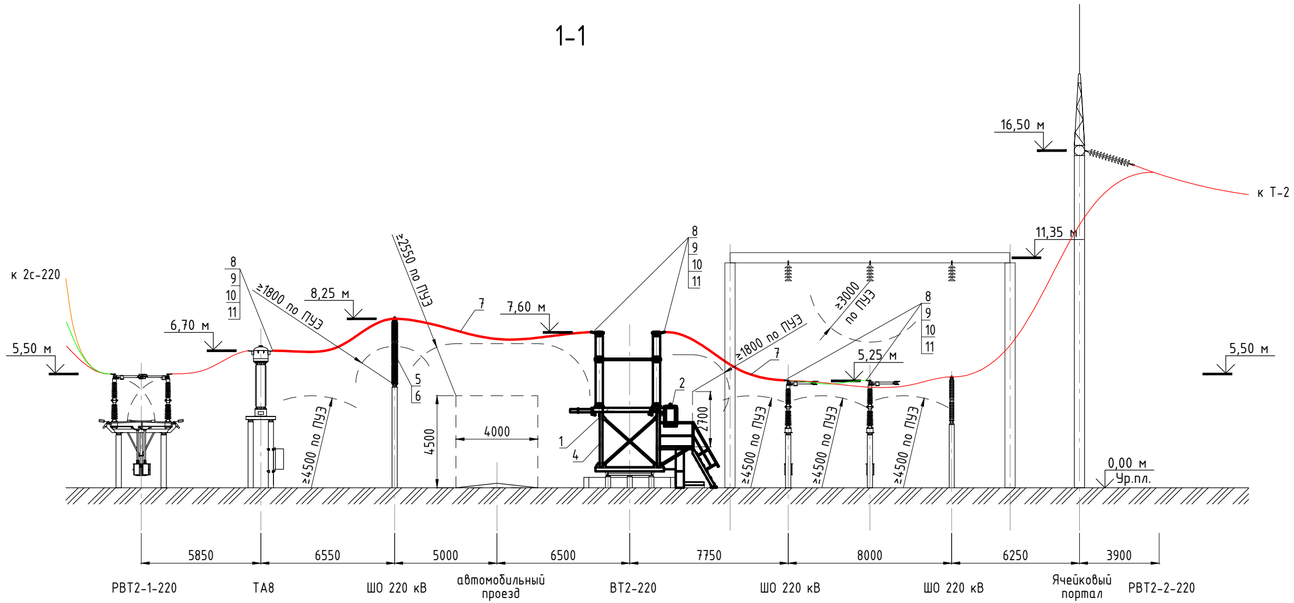
Взам.инв.N | Подп.и дата | Инв.N подл.

Формат 3хА4

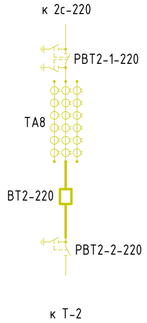
М 1:200



1-1



ПОЯСНЯЮЩАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА



СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Выключатель элегазовый колонковый 220 кВ		
	ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1	1	3-фазный
2	Шкаф привода	3	комплектно
3	Шкаф зажимов выключателя ШЗВ	1	см. ПЗМ-11.05/119-РЗА
4	Опорная конструкция с площадкой обслуживания ОК-1	1	см. ПЗМ-11.05/119-АС
5	Шинная опора 220 кВ ШО-220-УХЛ1	3	
6	Изолятор опорный ИОС-110-600 УХЛ1	3	
7	Провод сталеалюминиевый АС 500/27	120	м
8	Зажим аппаратный прессуемый А4А-400-2Т	12	
9	Болт М12х60, ГОСТ Р ИСО 4017	45	
10	Гайка М12, ГОСТ ISO 4032	90	
11	Шайба 12, ГОСТ 11371	90	

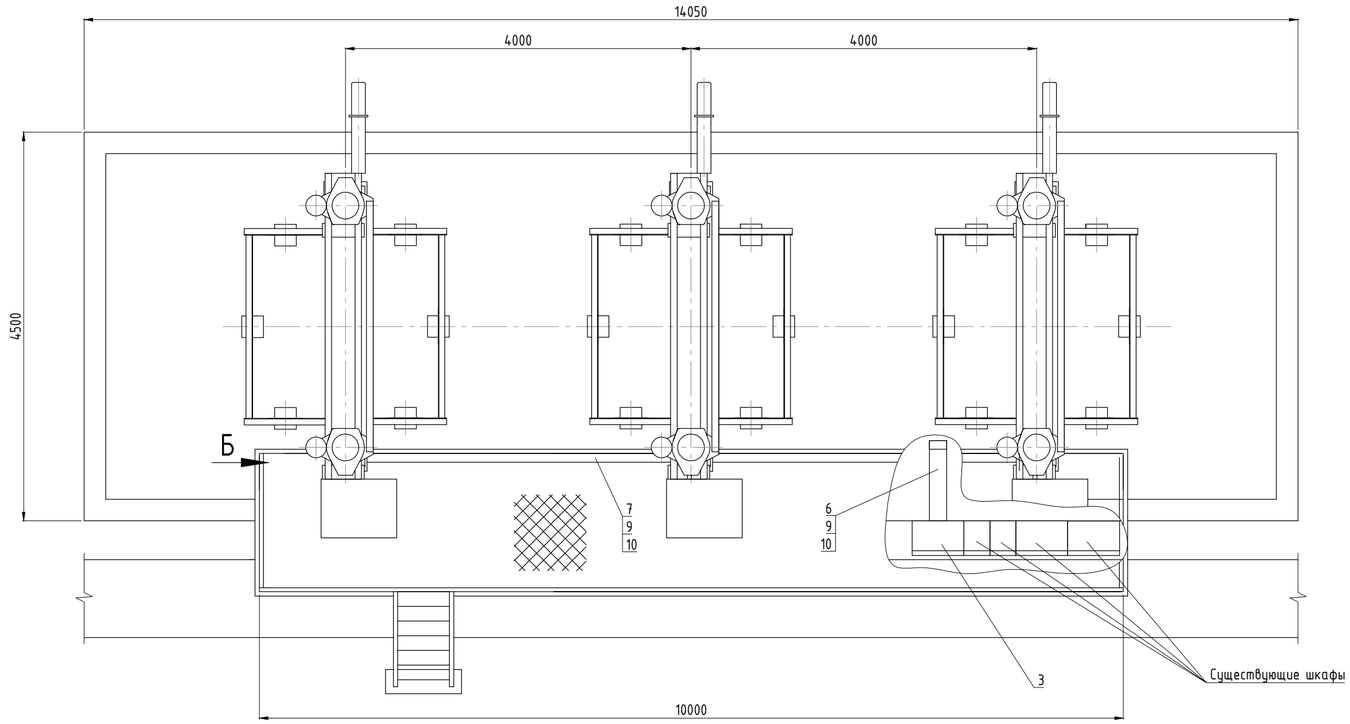
1. Проектируемое оборудование показано жирной линией, существующее – тонкой

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата	ПЗМ-11.05/119-ЭС			
						Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые			
Разраб.		Павлов				Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Вотьев					Р	6	
Н. контр.		Касимов				План и разрез ячейки ВТ2-220	ООО "АСН" г. Самара		

Взам.инв.N | Подп.и дата | Инв.N подл.

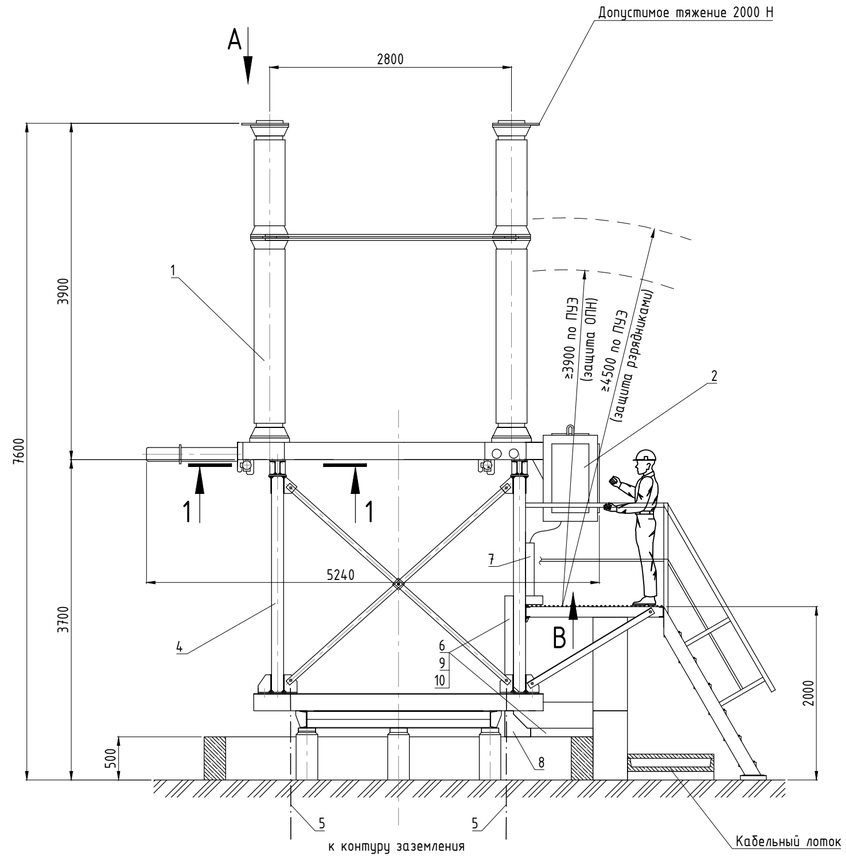
Формат 3х А4

М 1:50

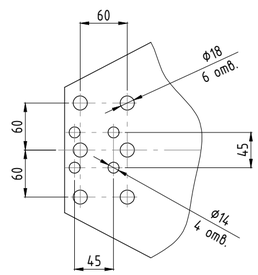


СПЕЦИФИКАЦИЯ

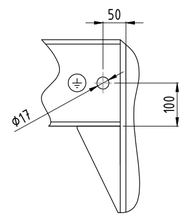
Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Выключатель элегазовый колонковый 220 кВ		
	ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1	1	3-фазный
2	Шкаф привода	3	комплектно
3	Шкаф зажимов выключателя ШЗВ	1	см. ПЗМ-11.05/119-РЗА
4	Опорная конструкция с площадкой обслуживания ОК-1	1	см. ПЗМ-11.05/119-АС
5	Полоса заземления $\frac{4x40\ ГОСТ\ 103-2006}{С245\ ГОСТ\ 27772-2015}$	30	м
6	Короб электротехнический стальной КП-0,1/0,2-2-003У1	3	м
7	Короб электротехнический стальной КП-0,1/0,1-2-003У1	12	м
8	Короб электротехнический стальной КУВ-0,1/0,2-003У1	1	
9	Провод с медной жилой повышенной гибкости в ПВХ		
	изоляции (жёлто-зелёный) ПВЗ 1х10, ГОСТ 6323	3	м
10	Наконечник медный лужёный ТМЛ 10-6-5, ГОСТ 7386	8	
11	Болт М24х80, ГОСТ Р ИСО 4017	18	
12	Болт М16х60, ГОСТ Р ИСО 4017	8	
13	Болт М10х30, ГОСТ Р ИСО 4017	8	
14	Гайка М24, ГОСТ ISO 4032	36	
15	Гайка М16, ГОСТ ISO 4032	16	
16	Гайка М10, ГОСТ ISO 4032	16	
17	Шайба 24, ГОСТ 11371	36	
18	Шайба 16, ГОСТ 11371	16	
19	Шайба 10, ГОСТ 11371	16	



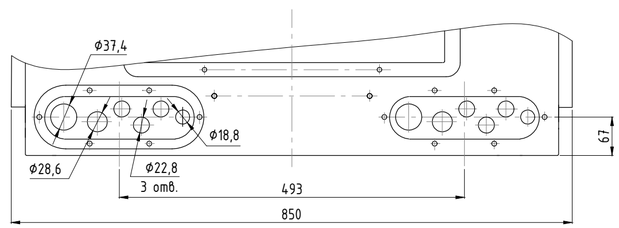
Вид А
Контактный вывод



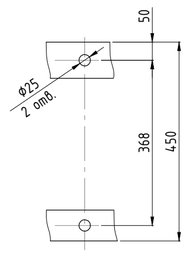
Вид Б
Контакт заземления



Вид В
Отверстия под кабели



1-1
Установочные размеры выключателя



1. Полосу заземления соединить со шкафами и корпусом выключателя болтами, к контуру и опорным конструкциям приварить.
2. Электротехнический короб прикрепить к элементам конструкции болтовым соединением. Монтаж короба произвести жёстким болтовым соединением составных частей, заземлить со всех сторон проводом поз. 9.
3. Площадка обслуживания установлена в соответствии с соседней ячейкой выключателя ВС-220. Соблюдение изоляционных расстояний (по таб. 4.2.5 ПУЭ) обеспечивается при условии защиты оборудования ОПН.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

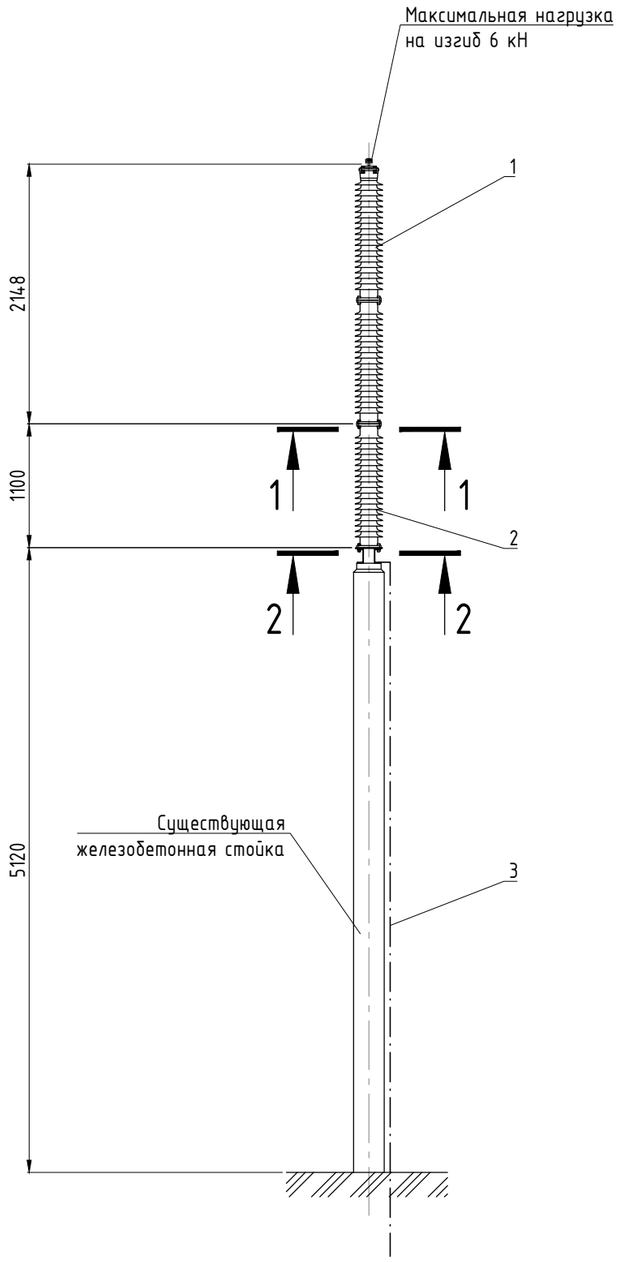
Стадия	Лист	Листов
Р	7	

Установка выключателя элегазового колонкового ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1

ООО "АСН" г. Самара

Взам.инв.N | Подп.и дата | Инв.N подл.

Формат А2

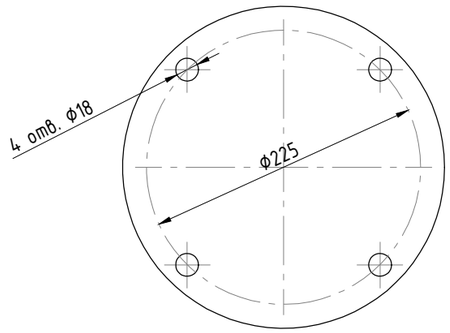


СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Шинная опора 220 кВ ШО-220-УХЛ1	1	
2	Изолятор опорный ИОС-110-600 УХЛ1	1	
3	Полоса заземления $\frac{4x40\ ГОСТ\ 103-2006}{С245\ ГОСТ\ 27772-2015}$	9	м
4	Болт М16х60, ГОСТ Р ИСО 4017	10	
5	Гайка М16, ГОСТ ISO 4032	20	
6	Шайба 16, ГОСТ 11371	20	

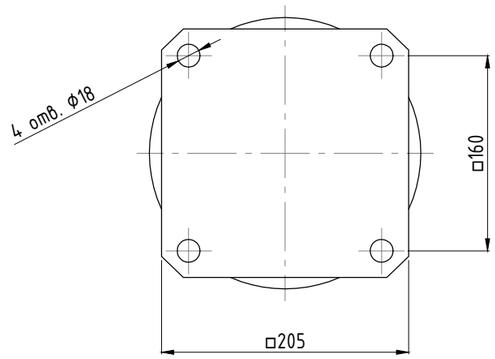
1-1

Установочные размеры
шинной опоры



2-2

Установочные размеры
опорного изолятора



1. Полосу заземления соединить с болтом крепления опорного изолятора, к контуру приварить, к стойке пристрелить дюбелями при помощи строительно-монтажного пистолета.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС

Замена масляных выключателей
ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р	8	

Установка шинной опоры 220 кВ
ШО-220-УХЛ1

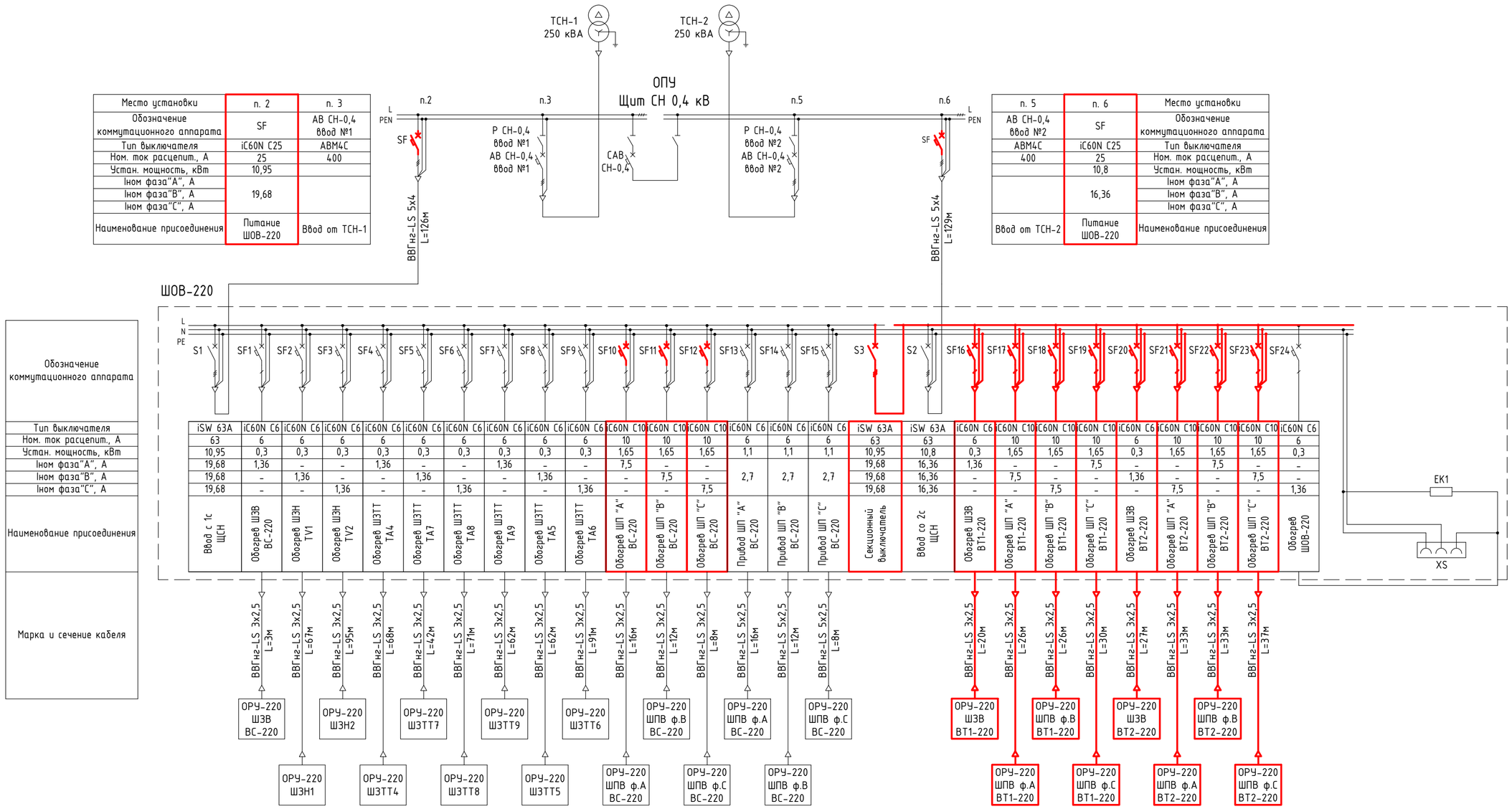
ООО "АСН"
г. Самара

Формат А3

Взам.инв.N

Подп.и дата

Инв.N подл.



Место установки	п. 2	п. 3
Обозначение коммутационного аппарата	SF	АВ СН-0,4 Ввод №1
Тип выключателя	iC60N C25	ABM4C
Ном. ток расцепит., А	25	400
Устан. мощность, кВт	10,95	
Iном фаза"А", А	19,68	
Iном фаза"В", А		
Iном фаза"С", А		
Наименование присоединения	Питание ШОВ-220	Ввод от ТСН-1

п. 5	п. 6	Место установки
АВ СН-0,4 Ввод №2	SF	Обозначение коммутационного аппарата
ABM4C	iC60N C25	Тип выключателя
400	25	Ном. ток расцепит., А
	10,8	Устан. мощность, кВт
	16,36	Iном фаза"А", А
		Iном фаза"В", А
		Iном фаза"С", А
Ввод от ТСН-2	Питание ШОВ-220	Наименование присоединения

Обозначение коммутационного аппарата																												
Тип выключателя	iSW 63A	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C10	iC60N C10	iC60N C10	iC60N C6	iC60N C6	iC60N C6	iSW 63A	iSW 63A	iC60N C6	iC60N C10	iC60N C10	iC60N C10	iC60N C6	iC60N C10	iC60N C10	iC60N C10	iC60N C6
Ном. ток расцепит., А	63	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	6	6	6	63	63	6	10	10	10	6	10	10	10	6
Устан. мощность, кВт	10,95	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,65	1,65	1,65	1,1	1,1	1,1	10,95	10,8	0,3	1,65	1,65	1,65	0,3	1,65	1,65	1,65	0,3
Iном фаза"А", А	19,68	1,36	–	–	1,36	–	–	1,36	–	–	7,5	–	–	2,7	2,7	2,7	19,68	16,36	1,36	–	–	7,5	–	–	7,5	–	–
Iном фаза"В", А	19,68	–	1,36	–	–	1,36	–	–	1,36	–	–	7,5	–				19,68	16,36	–	7,5	–	–	1,36	–	–	7,5	–
Iном фаза"С", А	19,68	–	–	1,36	–	–	1,36	–	–	1,36	–	–	7,5				19,68	16,36	–	–	7,5	–	–	7,5	–	–	1,36
Наименование присоединения	Ввод с 1с ЩСН	Обогрев ШЗВ ВС-220	Обогрев ШЗН TV1	Обогрев ШЗН TV2	Обогрев ШЗТТ TA4	Обогрев ШЗТТ TA7	Обогрев ШЗТТ TA8	Обогрев ШЗТТ TA9	Обогрев ШЗТТ TA5	Обогрев ШЗТТ TA6	Обогрев ШП "А" ВС-220	Обогрев ШП "В" ВС-220	Обогрев ШП "С" ВС-220	Привод ШП "А" ВС-220	Привод ШП "В" ВС-220	Привод ШП "С" ВС-220	Секционный выключатель	Ввод со 2с ЩСН	Обогрев ШЗВ ВТ1-220	Обогрев ШП "А" ВТ1-220	Обогрев ШП "В" ВТ1-220	Обогрев ШП "С" ВТ1-220	Обогрев ШЗВ ВТ2-220	Обогрев ШП "А" ВТ2-220	Обогрев ШП "В" ВТ2-220	Обогрев ШП "С" ВТ2-220	Обогрев ШОВ-220

1. Жирной линией показано проектируемое оборудование, тонкой – существующее.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р	9	

Электрическая схема сети 380 В обогрева оборудования ОРУ-220

ООО "АСН" г. Самара

Взам.инв.N

Подп.и дата

Инв.N подл.

Формат А2

Монтажная единица	Марка кабеля	Заводская марка		Направление кабеля		Длина, м		Примечание
		Тип	Число и сечение			По проекту	Проложено	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВТ1-220		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШЗВ ВТ1-220	20		
		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШПВ ф.А ВТ1-220	26		
		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШПВ ф.В ВТ1-220	26		
		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШПВ ф.С ВТ1-220	30		
ВТ2-220		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШЗВ ВТ2-220	20		
		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШПВ ф.А ВТ2-220	33		
		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШПВ ф.В ВТ2-220	33		
		ВВГнг-LS	3х2,5	ОРУ-220. ШОВ-220	ОРУ-220. ШПВ ф.С ВТ2-220	37		

Взинв.N

Подп.и дата

Инв.N подл.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС.КЖ

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р		1

Кабельный журнал

ООО "АСН" г. Самара

Формат А3

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Единица измерения	Кол.	Масса единицы, кг	Примечание
	1. Оборудование							
1.1	Выключатель элегазовый колонковый 220 кВ трёхфазный, номинальным	ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1		ООО "Эльмаш (УЭТМ)",				
	током 3150 А, с фарфоровой изоляцией	ПЗМ-11.05/119-ЭС.ОЛ1		г. Екатеринбург	шт	2		
1.2	Шинная опора 220 кВ с фарфоровой изоляцией	ШО-220-УХЛ1		ЗАО "ЗЭТО",				
		ПЗМ-11.05/119-ЭС.ОЛ2		г. Великие Луки	шт	6		
1.3	Изолятор опорный 110 кВ с фарфоровой изоляцией	ИОС-110-600 УХЛ1			шт	6		
	2. Материалы							
2.1	Выключатель автоматический трёхполюсный Iн=25А	iC60N C25		Schneider Electric	шт	2		
2.2	Выключатель нагрузки трёхполюсный Iн=63А	iSW 63A		Schneider Electric	шт	1		
2.3	Выключатель автоматический однополюсный Iн=10А	iC60N C10		Schneider Electric	шт	9		
2.4	Iн=6А	iC60N C6		Schneider Electric	шт	2		
2.5	DIN-рейка монтажная перфорированная шириной 35 мм	DIN-рейка 35 мм, L=300мм			шт	1		
2.6	Провод сталеалюминиевый	АС-500/27, ГОСТ 839			м	280		
2.7	Зажим аппаратный прессуемый	А4А-400-2Т			шт	24		
2.8	Кабель силовой в ПВХ изоляции, не поддерживающий горение, с	ВВГнг-LS 3х2,5						
	пониженным дымо- и газовыделением	ГОСТ Р 53769			м	225		
2.9	Металлорукав гибкий в ПВХ изоляции круглого сечения диаметром 22 мм	РЗ-ЦПнг-22			м	6		
2.10	диаметром 10 мм	РЗ-ЦПнг-10			м	16		
2.11	Сальник нейлоновый	PG36, IP54			шт	4		
2.12		PG21, IP54			шт	10		
2.13	Провод с медной жилой повышенной гибкости в ПВХ изоляции	ПВ3 1х10, ГОСТ 6323			м	6		
2.14	Наконечник медный лужёный	ТМЛ 10-6-5, ГОСТ 7386			шт	16		
2.15	Полоса стальная	4х40 ГОСТ 103-2006 / С245 ГОСТ 27772-2015			м	114		

Взамен.инв.N

Подп.и дата

Инв.N подл.

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС.С

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р	1	2

Сводная спецификация оборудования, изделий и материалов

ООО "АСН" г. Самара

Формат А3

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код продукции	Поставщик	Единица измерения	Кол.	Масса единицы, кг	Примечание
2.16	Короб электротехнический стальной прямой оцинкованный	КП-0,1/0,2-2-003У1, L=2000,						
		ТУ 3449-006-04714038			шт	3		
2.17		КП-0,1/0,1-2-003У1, L=2000,						
		ТУ 3449-006-04714038			шт	12		
2.18	Короб электротехнический стальной угловой, с крышкой, для поворота	КУВ-0,1/0,2-003У1,						
	горизонтальной трассы вверх, оцинкованный	ТУ 3449-006-04714038			шт	2		
2.19	Болт полнонарезной	М24х80, ГОСТ ГОСТ Р ИСО 4017			шт	36		
2.20		М16х60, ГОСТ ГОСТ Р ИСО 4017			шт	76		
2.21		М12х60, ГОСТ ГОСТ Р ИСО 4017			шт	90		
2.22		М10х30, ГОСТ ГОСТ Р ИСО 4017			шт	16		
2.23	Гайка	М24, ГОСТ ISO 4032			шт	72		
2.24		М16, ГОСТ ISO 4032			шт	152		
2.25		М12, ГОСТ ISO 4032			шт	180		
2.26		М10, ГОСТ ISO 4032			шт	32		
2.27	Шайба	Шайба 24, ГОСТ 11371			шт	72		
2.28		Шайба 16, ГОСТ 11371			шт	152		
2.29		Шайба 12, ГОСТ 11371			шт	180		
2.30		Шайба 10, ГОСТ 11371			шт	32		
2.31	Токопроводящая смазка для контактов	УВС Суперконт			кг	1,50		

Взам.инв.N

Подп. и дата

Инв. N подл.

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ-ЗАЯВКА

на поставку колонковых элегазовых выключателей серии ВГТ(ВГТЗ)-УЭТМ®

Изготовитель - ООО "Эльмаш (УЭТМ)"
Россия, 620017, г. Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад, 22,
тел. (343) 324-51-23, факс: (343) 324-58-02

☒ **заполняется на каждый заказываемый выключатель или на партию, при полностью аналогичном исполнении всех выключателей партии**

Заказчик АО "АЭМ-технологии"
____ (код города) телефон _____ Факс _____
Наименование энергообъекта – места установки выключателя ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС-18)
_____
Дата заполнения заявки _____

1. Количество заказываемых выключателей 2 **(шт.)**

2. Типоисполнение:

$U_{ном}$	35 кВ	110 кВ				220 кВ
$I_{ном}$	3150 А	3150 А		2500 А		3150 А
Тип внешней изоляции	Фарфор	Фарфор		Полимер		Фарфор
По типу исполнения*	Трех-полюсное	Трех-полюсное	Одно-полюсное	Трех-полюсное	Одно-полюсное	Однополюсное **двухразрывное**
Заказываемое исполнение	☐	☐	☐	☐	☐	☒

* Трехполюсное исполнение – выключатель состоит из 3 полюсов (фаз), установленных на одной раме. Все 3 полюса управляются 1 приводом.
Однополюсное исполнение – выключатель состоит из 3 полюсов (фаз); каждый полюс установлен на отдельной раме и управляется отдельным приводом.
Однополюсное двухразрывное исполнение – выключатель состоит из 3 полюсов (фаз); каждый полюс (фаза) состоит из двух колонн, установленных на отдельной раме и управляемых отдельным приводом.
Для заказа одноразрывного трехполюсного выключателя на класс напряжения 220 кВ (ВГТ-УЭТМ®-1А1-220) необходимо заполнить другой опросный лист (см. сайт).

3. Исполнение по конструкции отключающего устройства

ВГТ ☒ **ВГТЗ** ☐

4. Категория внешней изоляции по ГОСТ 9920-89 (длина пути утечки)

II* ☒ **III** ☐ **IV** ☐

5. Климатическое исполнение

Исполнение	Рабочие значения температуры окружающего воздуха	Заказываемое исполнение
У1	от плюс 40°С до минус 45°С	☐
ХЛ1*	от плюс 40°С до минус 55°С	☒
Т1	от плюс 50°С до минус 10°С	☐

6. Исполнение по высоте опорной металлоконструкции

Исполнение	Заказываемое исполнение (отметить)
Базовое исполнение с укороченными заводскими опорными металлоконструкциями	Для ВГТ Н=678 мм Для ВГТЗ Н=988 мм ☐
Исполнение с высокими заводскими опорными металлоконструкциями	Н=2200 мм ☐ Н= по требования заказчика, указать высоту ☐
Исполнение без заводскими опорных металлоконструкций *Присоединительные размеры к фундаменту 2800х368мм (4отв. Ø28мм)*	☒

7. Исполнение привода

Наименование параметра			Требуемые параметры по номинальному напряжению	
Исполнение по номинальному напряжению постоянного тока питания электромагнитов управления			=220В ☒ или	=110В ☐
Исполнение по номинальному напряжению питания электродвигателя завода включающих пружин привода	Трехфазного переменного тока		~400В ☐ или	~230В ☐
	Универсальный двигатель	Однофазного переменного и постоянного тока	~230В; =220В ☒	
		постоянного тока	=110В ☐	

7.1. Дополнительные опции:
Установка двух токовых расцепителей на ток 3А или 5А
(заказываемое исполнение отметить) ☐ ☐

8. Комплекты поставляемых ЗИП

8.1. Одиночный комплект ЗИП, содержащий запасные части, специальный инструмент и приспособления. Поставляется с каждым выключателем без дополнительной платы.
8.2. Комплект ЗИП для газотехнологических работ, обеспечивающий возможность газотехнологической подготовки выключателя (группы выключателей) к пуску в эксплуатацию. Поставляется при заказе за отдельную плату на один и более выключателей, отгружаемых в один адрес. *К первой партии выключателей, поставляемых на один объект, комплект ЗИП заказывать необходимо.*
Количество заказываемых комплектов 1

8.3. Баллоны с газом для заправки выключателей.
Поставляются при заказе за отдельную плату.

Исполнение выключателя	Номинальное напряжение, кВ	Баллоны с газом	Кол-во заполняемых выключателей, шт.	Количество заказываемых баллонов, шт.
У1	35	1 баллон с элегазом	8	
	110		4	
	220		1	
ХЛ1*	35	1 баллон с элегазом *	16	
		1 баллон с хладоном-14 *		
	110	1 баллон с элегазом *	7	
		1 баллон с хладоном-14 *		
	220	1 баллон с элегазом *	2	1
		1 баллон с хладоном-14 *		1
Т1	110	1 баллон с элегазом	4	
	220		1	

* для заправки выключателей исполнения ХЛ1* используется смесь элегаза и хладона-14.

9. Дополнительная комплектация (указать количество)

9.1 Агрегатный шкаф для выключателей на номинальное напряжение 220 кВ. *1 шкаф на 1 выключатель.*	
9.2 Комплект консолей для совместной установки с тремя трансформаторами тока ТРГ- УЭТМ®110. *1 комплект на 1 выключатель.*	
9.3 Комплект консолей для совместной установки с шестью трансформаторами тока ТРГ- УЭТМ®110. *1 комплект на 1 выключатель.*	
9.4 Соединительные шины для совместной установки с трансформаторами тока ТРГ- УЭТМ®110. *1 комплект на 1 выключатель.*	
9.5. Устройство учета коммутационного ресурса выключателя. *1 комплект на 1 выключатель.*	Да
9.6. Устройство синхронного управления выключателем с функцией учета коммутационного ресурса. 1) *1 устройство на 1 выключатель* Дополнительные требования, необходимые для конфигурирования устройства: – Тип коммутируемой нагрузки: Шунтирующий реактор ☐ Конденсаторная батарея ☐ – Требуемые моменты коммутации по фазам напряжения 2), град эл.: Операция «Включение» / Операция «Отключение» ***Фаза А -*** / ***Фаза А -*** ***Фаза В -*** / ***Фаза В -*** ***Фаза С -*** / ***Фаза С -*** **Внимание! При отсутствии конкретных требований к моментам коммутации при шеф-наладке устройства представителями завода-изготовителя* в устройство будут запрограммированы значения, характерные для указанного типа нагрузки, без учета возможных дополнительных условий коммутации.** *необходимость проведения шеф-наладки устройства должна быть отмечена в заказе – Номинальный ток вторичной обмотки трансформаторов тока: 1А ☐ 5А ☐ – Конструктивное исполнение по типу размещения устройства: шкафное исполнение ☐ (размещение на открытом воздухе) / блочное исполнение ☐ (размещение в помещении) – Проведение шеф-наладки устройства синхронного управления: требуется ☐ не требуется ☐	☐

Примечание:
1) Внимание! Использование устройства синхронного управления выключателем должно в обязательном порядке предусматриваться проектом на его установку. Поставка устройства осуществляется за отдельную плату. Устройство синхронного управления применяется только с выключателями однополюсного типоисполнения.
2) Момент коммутации отсчитывается относительно реперной точки, определенной для каждой фазы сети. В качестве реперной точки принят момент перехода значения опорного напряжения сети через ноль:
- для фаз А и В – из отрицательного значения в положительное;
- для фазы С – из положительного значения в отрицательное.

10. Проведение фирменного шеф-монтажа и шеф-наладки ☒

Требуется для сохранения гарантийных обязательств завода-изготовителя. Осуществляется по отдельному договору. Предварительные планируемые сроки выполнения шеф-монтажа: 2021 год

11. Дополнительные требования Заказчика

_____

Заказчик в лице _____

_____ (подпись, печать)

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС.ОЛ1

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р		1

Опросный лист для заказа выключателя ВГТ-УЭТМ-220II-40/3150 ХЛ1

ООО "АСН" г. Самара

Формат А4

Подп.и дата

Инв.N подл.

Вз.инв.N

Опросный лист №_____
на шинные опоры серии ШО(П) на напряжение от 35 до 220 кВ

Почтовый адрес и реквизиты покупателя:
Заказчик АО "АЭМ-технологии"
_____
код города/телефон_____
Факс_____
Ф.И.О. руководителя предприятия_____
Место установки ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС-18)

Изготовитель: **ЗАО «ЗЭТО»**
182113, Россия, Псковская область,
г. Великие Луки, пр-т Октябрьский, 79
Телефон (81153) 6-37-44, 6-38-19
Факс (81153) 6-38-45; e-mail: info@zeto.ru

Шинные опоры наружной установки климатического исполнения УХЛ на напряжение от 35 до 220 кВ предназначены для поддержания проводов в сетях переменного тока с частотой 50 и 60 Гц.

Работоспособность шинных опор обеспечивается в условиях:
- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - плюс 40°С;
- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - минус 60°С;
- скорость ветра не более 40 м/с при отсутствии гололеда и не более 15 м/с при гололеде толщиной до 20 мм.

Сейсмостойкость шинных опор по шкале MSK-64:
- с фарфоровой изоляцией – 8 баллов
- с полимерной изоляцией – 9 баллов.

Минимальная разрушающая нагрузка на изгиб изоляторов:
- Фарфоровых 35-110 кВ – 4 кН, 6 кН; 150-220 кВ – 6 кН, 8 кН,
- Полимерных 35 кВ – 5 кН, 110 кВ –10 кН, 220 кВ – 8 кН.

	Параметры	Варианты исполнения		Значение заказа
1.	Номинальное / наибольшее рабочее напряжение	35 кВ / 40,5 кВ		○
		110 кВ / 126 кВ		○
		150 кВ / 172 кВ		○
		220 кВ / 252 кВ		◉
2.	Тип изоляции и удельная длина пути утечки по ГОСТ 9920	Фарфоровая ◉	1,6 см/кВ	○
			2,25 см/кВ	◉
			2,5 см/кВ	○
			3,1 см/кВ	○
		Полимерная ○	2,25 см/кВ	
			2,5 см/кВ	
3.	Цвет глазури изоляторов	Белый		◉
		Коричневый		○
4.	Конструктивное исполнение	для крепления одного провода		◉
		для крепления двух проводов		○
5.	Тип провода (указать)			АС 500/27
6.	Заказ опорных стоек под установку	Трубная конструкция стойки		○
		Сборная конструкция стойки		○
7.	Высота опорных стоек (указать из предлагаемого ряда)	Стандартная поставка: 2856мм (трубная), 2816мм (сборная) По заказу: 2200, 2500, 2800, 3000, 3500,4000, 4500, 5200мм	под одну ШО	-
			под две ШО	-
			под три ШО	-
8.	Заказ металлоконструкций (по эскизу заказчика)			-
9.	Заказ шинных опор для установки ВЧ заградителей (по эскизу заказчика)			-
10.	Дополнительные требования -			
11.	Количество комплектов заказа			6

ВСЕ ПОЛЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ!

Очистить форму

Изм	К.уч	Лист	Nдок	Подпись	Дата
Разраб.		Павлов			
Пров.		Вотьев			
Н. контр.		Касимов			

ПЗМ-11.05/119-ЭС.ОЛ2

Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые

Электротехнические решения

Стадия	Лист	Листов
Р		1

Опросный лист для заказа шинной опоры 220 кВ ШО-220-УХЛ1

ООО "АСН" г. Самара

Формат А4

Вз.инв.N

Подп.и дата

Инв.N подл.

Расчёт сети СН 0,4 кВ

Расчёт токов короткого замыкания произведём для двух режимов:
- максимального (металлическое КЗ);
- минимального (дуговое КЗ, с введением переходного сопротивления дуги Rд или поправочного коэффициента Кс).

Максимальный режим необходим для проверки на термическую стойкость.
В минимальном режиме проверяется чувствительность срабатывания защит.

Параметры ТСН, приведенные к напряжению 0,4 кВ

Таблица 1

Наименование оборудования	Sном, кВА	Uвн,кВ	Uнн,кВ	Iнн max, А	Uк,%	Рк, кВт	R1, мОм	X1,мОм	R0, мОм	X0,мОм
ТМ-250/10/0,4	250	10,0	0,4	396,9	4,5	3,7	9,4	27,2	9,4	27,2

Параметры питающих линий 0,4 кВ

Таблица 2

Наименование оборудования	Iдл.доп., А	R1, мОм/м	X1, мОм/м	R0, мОм/м	X0, мОм/м	Длина, м	R1, мОм	X1, мОм	R0, мОм	X0, мОм
2ААБЛу 3х120	458	0,127	0,032	0,770	0,273	25	3,16	0,80	19,25	6,81

Параметры аппаратов защиты сети обогрева оборудования ОРУ-220

Номинальные токи автоматических выключателей линий выбираются в соответствии с существующими, сравниваются с расчётными.

$P = P_{уд} * n$,

где $P_{уд}$ расчётная мощность потребителя;
n – количество потребителей

$$I_{расч} = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

Таблица 3

Наименование оборудования	Руд, кВт	n (кол-во потреб.)	Р, кВт	Iрасч, А	Тип аппарата защиты	In (Ir), А	Параметры расцепителя			Отключающая способность	R1, мОм	X1, мОм
							Iотс		$t_{откл}$, с			
							о.е	А		Icu, кА		
АВ СН-0,4 ввод №1(2)	-	-	-	-	ABM4C	400	4	1600	0,20	20	0,65	0,17
SF п.2(п.6) (питание ШОВ-220)	-	-	10,95	19,68	iC60N C25	25	10	250	0,010	10	5,0	10
SF16(20) (обогрев ШЗВ)	0,3	1	0,30	1,36	iC60N C6	6	10	60	0,010	10	55,0	80
SF10-12(17-19, 21-23) (обогрев ШПВ)	0,8+0,8+0,05	3	1,65	7,50	iC60N C10	10	10	100	0,010	10	25,0	40

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв.№подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ЭС.РР		
						Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые		
Разраб.		Вотьев				Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Шуклин					Р	1	5
Н.контр.		Касимов				Расчёты сети СН 0,4 кВ	ООО "АСН" г. Самара		

Расчет токов КЗ на шинах СН 0,4 кВ

Трёхфазный ток металлического КЗ

$$I^{(3)}_{кз\,мет} = \frac{E}{\sqrt{3} * \sqrt{R_1^2 + X_1^2}}$$

Двухфазный ток металлического и дугового КЗ

$$I^{(2)}_{кз\,мет} = \frac{E}{2 * \sqrt{R_1^2 + X_1^2}} \qquad I^{(2)}_{кз\,дуг} = \frac{E}{2 * \sqrt{(R_1 + R_д/2)^2 + X_1^2}} \qquad I^{(2)}_{кз\,дуг} = K_c * I^{(2)}_{кз\,мет}$$

Однофазный ток металлического и дугового КЗ

$$I^{(1)}_{кз\,мет} = \frac{\sqrt{3} * E}{\sqrt{(2R_1 + R_0)^2 + (2X_1 + X_0)^2}} \qquad I^{(1)}_{кз\,дуг} = \frac{\sqrt{3} * E}{\sqrt{(2R_1 + R_0 + 3R_д)^2 + (2X_1 + X_0)^2}} \qquad I^{(1)}_{кз\,дуг} = K_c * I^{(1)}_{кз\,мет}$$

Таблица 4

Наименование оборудования	E, В	R1∑, мОм	X1∑, мОм	Zпол∑, мОм	$I^{(3)}_{кз\,мет}$, кА	$I^{(2)}_{кз\,мет}$, кА	$I^{(1)}_{кз\,мет}$, кА	$I^{(2)}_{кз\,дуг}$, кА (с учетом Rд=15мОм)	$I^{(1)}_{кз\,дуг}$, кА (с учетом Rд=15мОм)	$I^{(2)}_{кз\,дуг}$, кА (с учетом Кс=0,7)	$I^{(1)}_{кз\,дуг}$, кА (с учетом Кс=0,7)
Шины 0,4 кВ	400	13,21	28,17	31,115	7,422	6,428	6,547	5,720	5,139	4,499	4,583

Параметры кабельных линий

Таблица 5

Наименование оборудования	Марка кабеля (провода)	Iдл.доп., А	R1, мОм/м	X1, мОм/м	R0, мОм/м	X0, мОм/м	Длина, м	R1, мОм	X1, мОм	R0, мОм	X0, мОм
Линия ввод №1	ВВГнг-LS 5х4	36	4,630	0,107	4,240	1,490	126	583,38	13,48	534,24	187,74
Линия ввод №2	ВВГнг-LS 5х4	36	4,630	0,107	4,240	1,490	129	597,27	13,80	546,96	192,21
Линия SF10	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	16	118,56	1,86	470,40	5,60
Линия SF11	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	12	88,92	1,39	352,80	4,20
Линия SF12	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	8	59,28	0,93	235,20	2,80
Линия SF16	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	20	148,20	2,32	588,00	7,00
Линия SF17	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	26	192,66	3,02	764,40	9,10
Линия SF18	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	26	192,66	3,02	764,40	9,10
Линия SF19	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	30	222,30	3,48	882,00	10,50
Линия SF20	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	27	200,07	3,13	793,80	9,45
Линия SF21	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	33	244,53	3,83	970,20	11,55
Линия SF22	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	33	244,53	3,83	970,20	11,55
Линия SF23	ВВГнг-LS 3х2,5	27	7,410	0,116	29,400	0,350	37	274,17	4,29	1087,80	12,95

Падение напряжения в отходящих линиях

Расчёт падения напряжения выполнен в программном комплексе, результаты наиболее протяженных линий сведены в таблицу.
В соответствии с требованиями падение напряжения в распределительных сетях 0,4 кВ не должно превышать 5%

Таблица 6

Наименование оборудования		Рпотр, кВт	Длина, м	ΔU, %	U, В	Вывод
Линия ввод №1	Начало				400,0	
	Конец	10,95	126	2,48	390,08	
	Итого			2,48	390,08	в норме
Линия ввод №2	Начало				400,0	
	Конец	10,95	129	2,54	389,84	
	Итого			2,54	389,84	в норме
Линия SF10	Начало				390,08	
	Конец	1,65	16	0,81	386,92	
	Итого			0,81	386,92	в норме
Линия SF23	Начало				389,84	
	Конец	1,65	37	1,87	382,55	
	Итого			1,87	382,55	в норме

Расчет токов КЗ на отходящих линиях

Таблица 7

Наименование оборудования	Место КЗ	E, В	R1∑, мОм	X1∑, мОм	Zпол∑, мОм	$I^{(3)}_{кз\ мет}$, кА	$I^{(2)}_{кз\ дуг}$, кА (с учетом Кс)	$I^{(1)}_{кз\ дуг}$, кА (с учетом Кс)
Линия ввод №1	в начале КЛ	400	18,21	38,17	42,292	5,461	3,547	4,056
	в конце КЛ		601,59	51,65	603,806	0,382	0,315	0,367
Линия ввод №2	в начале КЛ	400	18,21	38,17	42,292	5,461	3,547	4,056
	в конце КЛ		615,48	51,97	617,673	0,374	0,308	0,379
Линия SF10	в начале КЛ	400	626,59	91,65	633,260	0,365	0,300	0,354
	в конце КЛ		745,15	93,51	750,997	0,308	0,253	0,257
Линия SF20	в начале КЛ	400	670,48	131,97	683,347	0,338	0,278	0,333
	в конце КЛ		870,55	135,11	880,974	0,262	0,216	0,209
Линия SF23	в начале КЛ	400	640,48	91,97	647,052	0,357	0,294	0,346
	в конце КЛ		914,65	96,27	919,704	0,251	0,207	0,187

Проверка аппаратов защиты

Проверка осуществляется по отключающей способности

$$I_{cu} > I_{кз\,max}$$

и чувствительности к току КЗ

$$\frac{I_{кз\,min}}{I_{CO}} \geq 1{,}25$$

Таблица 8

Наименование оборудования	In (Ir), A	Уставка, A	Место КЗ	Токи КЗ, кА		Отключающая способность	Чувстви-тельность	Вывод
				Iкз max	Iкз min	Icu, кА	k	
АВ СН-0,4 ввод №1(2)	400	1600	на шинах 0,4 кВ	7,422		20		отключающей способности соответствует
					4,499		2,81	чувствителен
Линия ввод №1	25	250	в начале линии	5,461		10		отключающей способности соответствует
			в конце линии		0,315		1,26	чувствителен
Линия ввод №2	25	250	в начале линии	5,461		10		отключающей способности соответствует
			в конце линии		0,308		1,23	допустимая чувствительность
Линия SF10	10	100	в начале линии	0,365		10		отключающей способности соответствует
			в конце линии		0,253		2,53	чувствителен
Линия SF20	6	60	в начале линии	0,338		10		отключающей способности соответствует
			в конце линии		0,209		3,48	чувствителен
Линия SF23	10	100	в начале линии	0,357		10		отключающей способности соответствует
			в конце линии		0,187		1,87	чувствителен

Проверка кабелей на термическую стойкость

Проверку сечения шин на термическую стойкость произведём по максимальному току КЗ

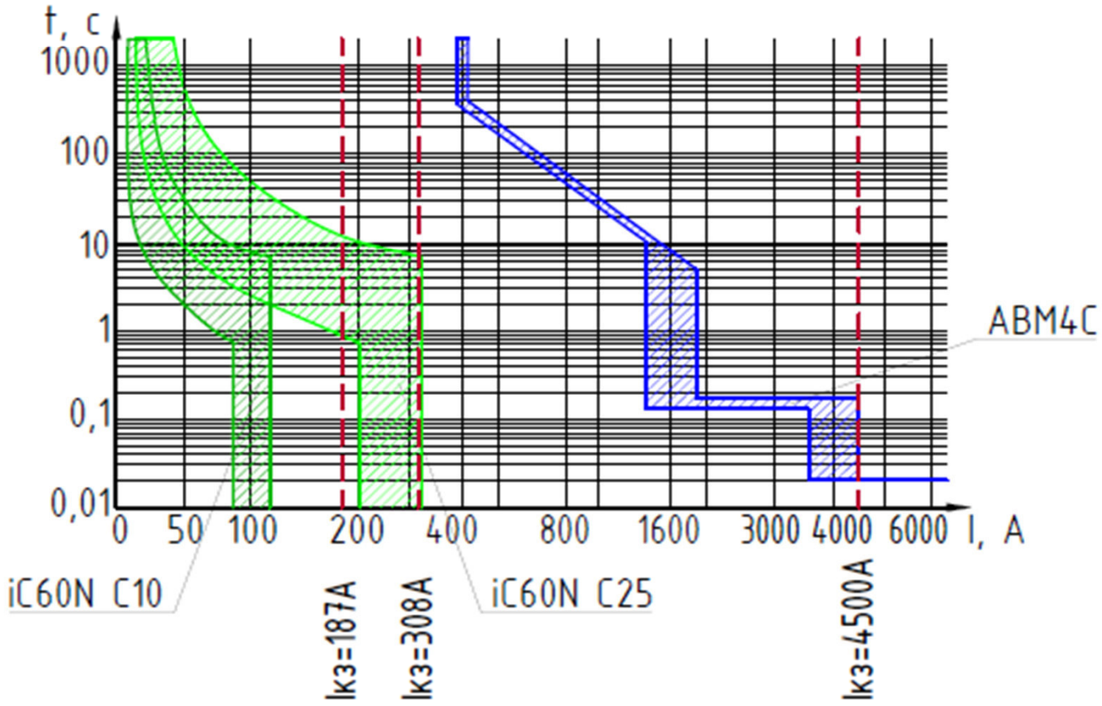
$$S_{терм.min} = I_{кз\,max} * \frac{\sqrt{t_{откл}}}{C}$$

где С – параметр, значение которого зависит от материала шин

Таблица 9

Наименование оборудования	S, мм^2	Место КЗ	Iкз max	tоткл, с	парам. С	Sтерм.min, мм^2	Вывод
Линия ввод №1(2)	4	в начале КЛ	5,461	0,010	140	3,9	термически стойкие
Линия SF10	2,5	в начале КЛ	0,365	0,010	140	0,3	термически стойкие
Линия SF20	2,5	в начале КЛ	0,338	0,010	140	0,2	термически стойкие
Линия SF23	2,5	в начале КЛ	0,357	0,010	140	0,3	термически стойкие

Карта селективности



Вывод

1. Согласно проведённым расчётам автоматические выключатели и силовые кабели выбраны правильно, отключающей способности и термической стойкости соответствуют.
2. Чувствительность выключателей при КЗ в наихудших условиях соблюдается.
3. Падение напряжения в линиях не превышает допустимого.