



Разработка проектно-сметной документации по модернизации системы электроснабжения ПД – 0002 (плавдок 0002) объекта ФГУП «Атомфлот», расположенного по адресу: Мурманск-17 (номенклатурная группа № 13.1 – капитальное строительство (реконструкция, модернизация) объектов основных средств)

Рабочая документация

Пояснительная записка

319/15-ПЗ



Разработка проектно-сметной документации по модернизации системы электроснабжения ПД – 0002 (плавдок 0002) объекта ФГУП «Атомфлот», расположенного по адресу: Мурманск-17 (номенклатурная группа № 13.1 – капитальное строительство (реконструкция, модернизация) объектов основных средств)

Рабочая документация

Пояснительная записка

319/15-ПЗ

Директор

Ю.В. Какоша






Главный инженер проекта

К.А. Кнаус

2015


СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

Обозначение	Наименование	Стр.
319/15-ПЗ.ПС	Содержание тома	2
319/15-ВОК	Ведомость основных комплектов рабочей документации	3
319/15-ПЗ	Пояснительная записка	
	1 Введение	4
	2 Нормативные ссылки	5
	3 Краткая характеристика объекта	6
	4 Схема электрическая принципиальная	7
	5 Основные конструктивно-компоновочные решения, выбор оборудования и комплектность поставки	8
	5.1 Выбор кабеля 6 кВ	8
	5.2 Выбор кабеля 0,4 кВ	10
	5.3 Проверка и выбор силового оборудования	13
	5.4 Комплектность поставки	15
	6 Кабельное хозяйство	16
	7 Защита от грозовых перенапряжений	18
	8 Заземление	19
	9 Освещение	20
	10 Строительные решения	21
	11 Пожарная сигнализация	22
	12 Отопление	23
	13 График выполнения работ	24
	Приложения	
Приложение А	Задание на проектирование	26-28
Приложение Б	Характеристики судовых кабелей 6 кВ производства ООО "ГК "Севкабель"	29-30
Приложение В	Расчет уставок РЗА фид. 10, 16 ПС 323	31-34

Взам. инв. №	Подл. и дата	319/15-ПЗ.С						Стадия	Лист	Листов
		Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.		Разраб.		Сатриванов		07.15	Пояснительная записка. Содержание	П		1
		Проверил		Шеломенцев		07.15				
		Н.контр.		Подчувалов		07.15				
		ГИП		Кнаус		07.15				
										

ВЕДОМОСТЬ ОСНОВНЫХ КОМПЛЕКТОВ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Обозначение	Наименование	Примечание
319/15-ЭП	Электротехнические решения	
319/15-ПЗ	Пояснительная записка	
319/15-331	Задание заводу на изготовление переходных ячеек 6 кВ	
319/15-332	Задание заводу на изготовление ячейки 6 кВ для реконструируемого РУ 6 кВ плавдока	
319/15-333	Задание заводу на изготовление распределительного щита 0,4 кВ	
319/15-334	Задание заводу на изготовление блочно-модульного здания переходных шкафов 6 кВ	
319/15-СД	Сметная документация	

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №
319/15-ВОК						
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разраб.		Сатриванов		<i>Сатриванов</i>	07.15	
Проверил		Шеломенцев		<i>Шеломенцев</i>	07.15	
Н.контр.		Подчувалов		<i>Подчувалов</i>	07.15	
ГИП		Кнаус		<i>Кнаус</i>	07.15	
Ведомость основных комплектов рабочей документации						
Стади		Лист	Листов			
П			1			
 НОВОСИБИРСКОСТРОЙКОМПЛЕКС ПРОЕКТ						


1 ВВЕДЕНИЕ

Основанием для выполнения проектно-изыскательских работ по титулу "Разработка проектно-сметной документации по модернизации системы электроснабжения ПД – 0002 (плавдок 0002) объекта ФГУП «Атомфлот», расположенного по адресу: Мурманск-17 (номенклатурная группа № 13.1 – капитальное строительство (реконструкция, модернизация) объектов основных средств)" является Задание на проектирование к договору № 319/15 от 19.05.2015 г.

Исходными данными для проектирования являются:

- техническое задание на проектно-изыскательские работы;
- схемы и чертежи, полученные в результате предпроектного обследования.

Работа выполнена в соответствии с требованиями норм, правил, инструкций и государственных стандартов, действующих на территории Российской Федерации.

Инв. № подл.	Подп. и дата					319/15-ПЗ	Стади	Лист	Листов
	Взам. инв. №								
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пояснительная записка 		
	Разраб.		Сатриванов	<i>[Signature]</i>	07.15				
	Проверил		Шеломенцев	<i>[Signature]</i>	07.15				
	Н.контр.		Подчувалов	<i>[Signature]</i>	07.15				
	ГИП		Кнаус	<i>[Signature]</i>	07.15				

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

- Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7;
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей;
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- ГОСТ Р 21.1101-2013 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»;
- ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности»;
- СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»;
- ГОСТ Р 54149-2010 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;
- РД 153-340-20.525-00 (СО 34.20.525-00). «Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок»;
- Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ;
- ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»;
- ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;
- Циркуляр Ц-02-98 (Э) «О проверке кабелей на возгорание при воздействии тока короткого замыкания»;
- СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

4 СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ

Согласно заданию на проектирование производится следующий объем работ:

- замена кабеля 6 кВ от переходных шкафов 6 кВ на причале у плавперехода до РУ 6 кВ плавдока ПД-0002;
- замена переходных шкафов 6 кВ на причале у плавперехода на шкафы типа RM6 производства Schneider Electric;
- строительство здания для размещения проектируемых переходных шкафов 6 кВ;
- модернизация РУ 6 кВ плавдока ПД-0002 с установкой дополнительной ячейки 6 кВ для возможности подключения двух кабелей 6 кВ от переходных шкафов;
- прокладка кабельной линии 0,4 кВ от береговой трансформаторной подстанции ТП-10 до проектируемого распределительного щита электроснабжения судов (плавкрана) 0,4 кВ;
- установка распределительного щита электроснабжения судов (плавкрана) 0,4 кВ на плавпереходе.

Схемы электрические принципиальные сети 6 кВ и 0,4 кВ представлены в комплекте 319/15-ЭП «Электротехнические решения» на чертежах 2 и 3 соответственно.

Инв. № подл.						319/15-ПЗ	Лист
							4
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

где S_{max} – максимальная передаваемая мощность, кВА;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение, кВ.

Значение коэффициента мощности ($\cos \phi$) принимается равным 0,85.

$$I_{pmax} = 120\,000 / \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 = 213,9 \text{ А.}$$

Согласно технической документации завода-изготовителя (ООО "Камкабель") длительно допустимый ток четырехжильного кабеля 0,4 кВ с сечением 95 мм² с учетом температурного коэффициента составляет 255 А. Таким образом, кабель ВББШВнг-LS 4x95 удовлетворяет условиям по максимальному рабочему току.

5.2.3 Проверка кабеля 0,4 кВ по допустимому падению напряжения

Длина кабельной линии 0,4 кВ от береговой трансформаторной подстанции ТП-10 до проектируемого распределительного щита на плавпереходе составляет 600 м.

Сопrotивление проектируемого кабеля ВББШВнг-LS 4x95, 600 м:

- активное сопротивление – 0,23 Ом/км • 0,6 км = 0,138 Ом

- индуктивное сопротивление – 0,08 Ом/км • 0,6 км = 0,048 Ом

Падение напряжения на данном участке при протекании максимального рабочего тока составляет:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R+jX) = \sqrt{3} \cdot 213,9 \cdot (0,138+j0,048) = 54,1 \text{ В}$$

В процентном соотношении:

$\Delta U\% = \Delta U / U_{ном} \cdot 100\% = 54,1 / 380 = 14,25\%$, что значительно превышает 5% и является недопустимым. Почти трехкратное превышение допустимого значения свидетельствует о том, что сечение кабеля должно быть увеличено примерно в 3 раза, 95 мм² x 3 = 285 мм². Максимальное значение сечения серийно выпускаемых кабелей – 240 мм². В связи с этим, к прокладке принимается 2 кабеля ВББШВнг-LS 4x150, 600 м, эквивалентное сечение – 2x150 = 300 мм².

Сопrotивление проектируемого кабеля 2xВББШВнг-LS 4x150, 600 м:

- активное сопротивление – 0,146 Ом/км • 0,6 км / 2 = 0,044 Ом

- индуктивное сопротивление – 0,08 Ом/км • 0,6 км / 2 = 0,024 Ом

Падение напряжения на данном участке при протекании максимального рабочего тока составляет:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R+jX) = \sqrt{3} \cdot 213,9 \cdot (0,044+j0,024) = 18,6 \text{ В}$$

В процентном соотношении:

$\Delta U\% = \Delta U / U_{ном} \cdot 100\% = 18,6 / 380 = 4,9\%$, что является допустимым, но в данном случае отсутствует запас по падению напряжения, необходимо учитывать, что падение напряжения будет также присутствовать в отходящих от проектируемого щитка кабелях. Производится расчет для кабеля 2xВББШВнг-LS 4x240.

Сопrotивление проектируемого кабеля 2xВББШВнг-LS 4x240, 600 м:

- активное сопротивление – 0,09 Ом/км • 0,6 км / 2 = 0,027 Ом

- индуктивное сопротивление – 0,08 Ом/км • 0,6 км / 2 = 0,024 Ом

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

8

Падение напряжения на данном участке при протекании максимального рабочего тока составляет:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R+jX) = \sqrt{3} \cdot 213,9 \cdot (0,027+j0,024) = 13,38 \text{ В}$$

В процентном соотношении:

$$\Delta U\% = \Delta U / U_{ном} \cdot 100 \% = 13,38 / 380 = 3,5 \%$$

Данное значение является удовлетворительным, достигается запас по падению напряжения.

Таким образом, кабель 2хВББШВнг-LS 4х240 удовлетворяет условиям по допустимому падению напряжения.

5.2.4 Проверка кабеля 0,4 кВ на возгорание при действии тока КЗ

Проверка кабеля на возгорание выполняется согласно

Циркуляру Ц-02-98 (Э) при КЗ на расстоянии 20 м от начала кабельной линии.

Максимальное значение тока короткого замыкания определяется как:

$$I_{кз} = U_{ном} / \sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma},$$

где Z_{Σ} – суммарное сопротивление цепи от центра питания до точки КЗ.

Суммарное сопротивление представляет собой сумму сопротивления силового трансформатора мощностью 1000 кВА, установленного в ТП-10 и участка кабеля длиной 20 м.

Сопротивление трансформатора определяется по формуле:

$$X_t = uk\% / 100 \cdot U_{ном}^2 / S_{ном},$$

где $uk\%$ – сопротивление короткого замыкания трансформатора, принимаемое 5%, $U_{ном}$ – номинальное напряжение, $S_{ном}$ – номинальная мощность силового трансформатора.

$$X_t = 0,05 \cdot 380^2 / 1000000 = 0,0072 \text{ Ом}$$

Сопротивление проектируемого кабеля ВББШВнг-LS 4х240, 20 м:

- активное сопротивление – $0,09 \text{ Ом/км} \cdot 0,02 \text{ км} = 0,0018 \text{ Ом}$

- индуктивное сопротивление – $0,08 \text{ Ом/км} \cdot 0,02 \text{ км} = 0,0016 \text{ Ом}$

Суммарное сопротивление цепи:

$$Z = R_k + j(X_t + X_k) = 0,0018 + j(0,0072 + 0,0016) = 0,009 \text{ Ом.}$$

Таким образом, ток короткого замыкания равен:

$$I_{кз} = 380 / \sqrt{3} \cdot 0,009 = 24,44 \text{ кА.}$$

Длительность протекания тока КЗ принимается 0,4 с.

Тепловой импульс:

$$V = I_{кз}^2 \cdot t = 24,442 \cdot 0,4 = 238,925 \text{ кА}^2\text{с}$$

Коэффициент b принимается равным $19,58 \text{ мм}^4/\text{кА}^2\text{с}$ для медного кабеля.

$$\text{Коэффициент } k = b \cdot V / S^2 = 19,58 \cdot 238,925 / 2402 = 0,081$$

Коэффициент $a = 228$.

Начальная температура кабеля $\Theta_n = 70^\circ\text{C}$.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

9

Конечная температура кабеля вычисляется по формуле:

$$\Theta_k = \Theta_n \cdot e^k + a \cdot (e^k - 1) = 70 \cdot e^{0,081} + 228 \cdot (e^{0,081} - 1) = 95,2^\circ\text{C}.$$

Согласно Циркуляру Ц-02-98 (Э) для кабелей с ПВХ изоляцией допустимая температура составляет 350 °С при проверке на возгорание и 160°С при определении пригодности кабеля к дальнейшей эксплуатации.

Таким образом, кабель ВБШВнг-LS 4x240 удовлетворяет условиям по возгоранию при действии тока КЗ.

5.2.5 Вывод

Таким образом, к прокладке окончательно принимается 2 соединяемых параллельно кабеля 0,4 кВ типа ВБШВнг-LS 4x240 длиной по 600 м каждый от ТП-10 до проектируемого распределительного щита 0,4 кВ на плавпереходе.

5.3 Проверка и выбор силового оборудования

5.3.1 Переходные ячейки 6 кВ

Ячейки RM6 производства Schneider Electric, устанавливаемые вместо существующих переходных шкафов 6 кВ, размещаются в проектируемом блочно-модульном здании на берегу у плавперехода.

Тип проектируемых ячеек RM6 – NE-VI (2 шкафа, без возможности расширения), с функциями – В (выключатель нагрузки со способностью отключения токов КЗ, элегазовый) и I (выключатель нагрузки элегазовый). Размер шкафа составляет 829x710x1660 мм (ШxГxВ), высота цоколя 520 мм.

Номинальный ток сборных шин ячеек RM6 принимается равным 630 А, что удовлетворяет условиям по максимальному рабочему току, равному 215,63 А.

Номинальный ток отключения выключателя нагрузки ячейки 6 кВ составляет 20 кА, что больше максимального тока КЗ, равного 8,27 кА.

Задание заводу на изготовление переходных ячеек 6 кВ представлено в комплекте 319/15-331.

5.3.2 Ячейка 6 кВ плавдока ПД-0002 (расширение РУ 6 кВ)

Для обеспечения возможности подключения двух кабелей 6 кВ от переходных ячеек на берегу к РУ 6 кВ плавдока производится расширение существующего РУ на одну ячейку. Для возможности стыковки существующих шин 6 кВ, расположенных по вершинам треугольника с шинами проектируемой ячейки 6 кВ, расположенных, как правило, в одной плоскости, предусматривается установка переходного шкафа.

Проектируемая ячейка 6 кВ должна обеспечивать возможность создания видимого разрыва, а также обеспечить измерение протекающего по присоединению тока, в связи с чем в составе

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

10

данной ячейки предусматривается разъединитель, трансформатор тока, амперметр, а также вспомогательное оборудование.

Номинальный ток сборных шин ячейки 6 кВ принимается равным 630 А, что удовлетворяет условиям по максимальному рабочему току, равному 215,63 А.

Задание заводу на изготовление ячейки 6 кВ для реконструируемого РУ 6 кВ плавдока представлено в комплекте 319/15-332.

5.3.3 Распределительный шкаф 0,4 кВ

Распределительный шкаф 0,4 кВ, рассчитанный согласно ТЗ на мощность 120 кВт, размещается на плавпереходе и принимается категории исполнения УХЛ1 по ГОСТ 15150-69. В шкафу, помимо защитно-коммутационной аппаратуры, размещаются нагревательные элементы: постоянно включенный антиконденсатный обогрев, а также обогрев, включение которого производится по сигналу датчика температуры в холодное время года.

Максимальный рабочий ток шкафа составляет 213,9 А, в связи с этим вводной трехфазный автоматический выключатель принимается с номинальным током, равным 250 А. Автоматические выключатели отходящих линий принимаются трехфазными, с номинальными токами 160, 63, 40 и 25 А.

Максимальный ток короткого замыкания на шинах 0,4 кВ распределительного шкафа определяется сопротивлением цепи до точки КЗ.

Сопротивление проектируемого кабеля 2хВББШВнг-LS 4х240, 600 м:

- активное сопротивление – $0,09 \text{ Ом/км} \cdot 0,6 \text{ км} / 2 = 0,027 \text{ Ом}$

- индуктивное сопротивление – $0,08 \text{ Ом/км} \cdot 0,6 \text{ км} / 2 = 0,024 \text{ Ом}$

Сопротивление силового трансформатора 1000 кВА в ТП-10:

$X_T = 0,05 \cdot 3802 / 1000000 = 0,0072 \text{ Ом}$

Суммарное сопротивление цепи:

$Z = R_k + j(X_T + X_k) = 0,027 + j(0,0072 + 0,024) = 0,041 \text{ Ом}$.

Таким образом, ток короткого замыкания равен:

$I_{кз} = 380 / \sqrt{3} \cdot 0,041 = 5,35 \text{ кА}$.

Таким образом, вся защитно-коммутационная аппаратура проектируемого распределительного щита 0,4 кВ, а также его шины должны быть рассчитаны на ток КЗ не менее 5,35 кА.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

11

5.4 Комплектность поставки

Таблица 5.1 - Перечень и объем основного проектируемого электротехнического оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, завод-изготовитель	Ед. изм.	Кол-во
1	Шкаф 6 кВ (переходный)	По заданию заводу 319/15-331	3-ф. к-т	2
2	Ячейка 6 кВ (расширяемое КРУ 6 кВ)	По заданию заводу 319/15-332	3-ф. к-т	1
3	Шкаф 0,4 кВ распределительный	По заданию заводу 319/15-333	3-ф. к-т	1
5	Кабель 6 кВ	КСРЭнг(А)-HF 3x120 мм ² ООО "ГК "Севкабель"	м	540*
6	Кабель 0,4 кВ	ВББШВнг-LS 4x240 мм ² ООО "Камкабель"	м	1200

* Длина кабеля 6 кВ уточнена согласно чертежу 319/15-ЭП лист 6.

В таблице 5.1 приведены основные единицы электротехнического оборудования. Подробный перечень приведен в спецификации оборудования, изделий и материалов 319/15-ЭП.С.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

12

6 КАБЕЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

6.1 Кабель 6 кВ

Проектом предусматривается прокладка двух кабельных линий 6 кВ кабелем КСРЭнг(А)-НГ 3х120/70 мм² по 270 м каждая от проектируемых переходных шкафов на берегу по плавпереходу до РУ 6 кВ плавдока ПД0002.

План кабельной трассы 6 кВ представлен на чертеже 319/15-ЭП лист 6. Трасса условно разделена на участки. Для кабелей 6 кВ трасса состоит из следующих участков:

- участок 3 – по береговой мачте. Кабели прокладываются вертикально в неперфорированных кабельных лотках с крышками. Каждый из двух кабелей 6 кВ прокладывается в отдельном кабельном лотке для обеспечения дополнительной надежности. Система лотков одобрена Российским морским регистром судоходства, что позволяет эксплуатировать ее в прибрежных зонах. Кабельные лотки приняты с оцинкованием горячим конвейерным способом по методу Сендзимира, с последующим после изготовления элементов нанесением цинк-ламельного покрытия. Размер лотка принимается 150х100х2000 (ШхВхД). Крепление кабельных лотков к береговой мачте выполняется по месту;

- участок 4 – переход кабеля над водой на подвесе от верхней части береговой мачты к верхней части носовой мачты плавперехода. Кабель подвешивается к стальному тросу диаметром 22 мм, закрепляемому жестко на береговой мачте. Со стороны носовой мачты плавперехода реализовано натяжное устройство в виде неподвижного блока и груза, находящегося в нижней части мачты. Проектом предусматривается замена стального троса и подвесок, с помощью которых выполняется крепление кабелей к тросу;

- участок 5 – прокладка кабеля по эстакаде плавперехода. Кабели прокладываются горизонтально в неперфорированных кабельных лотках с крышками. Каждый из двух кабелей 6 кВ прокладывается в отдельном кабельном лотке для обеспечения дополнительной надежности;

- участок 7 – аналогичен участку 5;

- участок 8 – аналогичен участку 4;

- участок 9 – по данному участку после проведения реконструкции не будет производиться прокладка кабелей. Ранее на данном участке кабель прокладывался к колонке питания с берега, находящейся на топ-палубе правой башни плавдока. Проектом предусматривается демонтаж данной колонки, в связи с чем изменяется конфигурация трассы и уменьшается длина кабелей 6 кВ;

- участок 10 – Прокладка кабеля по кабельным конструкциям плавдока. Проектом предусматривается прокладка кабеля в неперфорированных кабельных лотках с крышками. Каждый из двух кабелей 6 кВ прокладывается в отдельном кабельном лотке для обеспечения дополнительной надежности.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

13

6.2 Кабель 0,4 кВ

Проектом предусматривается прокладка кабельной линии 0,4 кВ кабелем 2хВББШВнг-LS 4х240 длиной 600 м от береговой трансформаторной подстанции ТП-10 до проектируемого распределительного щита 0,4 кВ на плавпереходе.

План кабельной трассы 0,4 кВ представлен на чертеже 319/15-ЭП лист 6. Трасса условно разделена на участки. Для кабелей 0,4 кВ трасса состоит из следующих участков:

- участок 1 – кабели прокладываются в существующем железобетонном лотке;
- участок 2 – кабели прокладываются в проектируемом железобетонном лотке с устройством перехода под автомобильной дорогой с использованием блоков БДЛ 40.6 по серии 4.407-268.2, подробная проработка данного участка трассы представлена на чертеже 319/15-ЭП лист 8;
- участки 3, 4, 5 – способ прокладки аналогичен кабелю 6 кВ и описан в п. 6.1;
- участок 6 – по опоре эстакады. Кабели прокладываются вертикально в неперфорированных кабельных лотках с крышками.

6.3 Общие указания по прокладке кабелей

Длина кабелей 6 и 0,4 кВ рассчитана таким образом, чтобы обеспечить возможность создания запаса кабеля в случае его повреждения при эксплуатации. В связи с этим при монтаже кабеля необходимо, ориентируясь на местные особенности трассы, обеспечить увеличенные радиусы изгиба кабелей, создать запас в местах поворота кабеля, а также на участке подвеса кабеля на тресе.

Проектом предусматривается наращивание существующих кабелей 6 кВ типа ААБ 3х120 с бумажно-пропитанной изоляцией из-за изменения места расположения переходных шкафов 6 кВ. Изменение расположения незначительно, однако для обеспечения возможности подключения, а также создания некоторого запаса, предусматривается данное мероприятие. Соединительные и концевые муфты для кабеля с бумажно-пропитанной изоляцией учтены в спецификации оборудования, изделий и материалов 319/15-ЭП.С.

Из-за большой длины кабельной трассы 0,4 кВ (600м) и невозможности поставки кабеля ВББШВнг-LS такой длины одним отрезком (максимальная строительная длина составляет 530 м) предусматривается применение соединительных муфт.

Длина кабельной трассы 6 кВ составляет 270 м, заводом-изготовителем ООО "ГК "Севкабель" подтверждена возможность поставки кабеля КСРЭнг(А)-HF 3х120 мм² такой длины одним отрезком. Применение соединительных муфт не требуется.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

14

7 ЗАЩИТА ОТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Проектируемое здание переходных шкафов 6 кВ располагается в непосредственной близости от береговой мачты и носовой мачты плавперехода, выполненных из металла и имеющих высоту около 10 м. Таким образом, данные мачты представляют собой естественные молниеприемники, и в случае удара молнии вероятность попадания в здание ничтожно мала по сравнению с вероятностью попадания в мачты. Здание переходных шкафов 6 кВ попадает в зону молниезащиты, образованную мачтами.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									15
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	319/15-ПЗ			

8 ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

В проектируемом блочно-модульном здании переходных шкафов 6 кВ предусматривается устройство контура заземления, выполняемого сталью полосовой сечением 50х5 мм. К контуру заземления присоединяются все металлические нетоковедущие части оборудования, расположенного внутри здания – корпуса ячеек 6 кВ, шкафа собственных нужд здания, корпуса светильников, оборудования вентиляции.

Каждая групповая линия, отходящая от щита собственных нужд здания, выполняется трехпроводной (фазный, нулевой рабочий N и нулевой защитный РЕ проводники). При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не следует подключать на щитке под один контактный зажим. Заземление корпуса светильников ответвлением от рабочего проводника внутри светильника запрещается.

Для обеспечения автоматического отключения питания в случае повреждения изоляции защитные зажимы светильников присоединить к нулевым защитным РЕ-проводникам питающих кабелей. Светильники приняты I класса защиты от поражения электрическим током согласно ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током необходимо все металлические нетоковедущие части электрооборудования и электроаппаратуры, нормально не находящиеся под напряжением, но которые могут оказаться под таковым вследствие повреждения изоляции, заземлить (занулить) согласно ПУЭ 7 издание гл. 1.7, ГОСТ Р 50571.10-96 "Заземляющие устройства и защитные проводники", ГОСТ Р 50571.1-2009 "Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током".

По периметру блочно-модульного здания переходных шкафов 6 кВ на расстоянии 1 м от здания на глубине 1 м прокладывается заземлитель из стали круглой диаметром 18 мм, по углам контура предусматриваются вертикальные заземлители из стали круглой диаметром 18 мм, длиной 3000 мм. К данному контуру заземления выполняется присоединение внутреннего контура заземления здания сталью полосовой 5х50 мм не менее, чем в двух местах.

Экранирующая жила кабеля 6 кВ типа КСРЭнг(А)-HF 3х120/70 должна быть заземлена по обоим концам – как в РУ 6 кВ плавдока ПД-0002, так и в проектируемом здании переходных шкафов 6 кВ. Заземление выполняется путем присоединения экранов кабелей к корпусам шкафов 6 кВ. Таким образом, достигается заземление стационарного электрического оборудования - РУ 6 кВ, расположенного на плавдоке ПД-0002.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

16

10 СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

В качестве фундамента под блочно-модульное здание переходных шкафов 6 кВ выполнена монолитная железобетонная плита с габаритными размерами 4400x2400x300(h) мм из бетона кл. В25 марки по водонепроницаемости W6, морозостойкости F150. Плита заливается по бетонной подготовке из бетона кл. В7,5 толщиной 100мм. Чтобы зафиксировать БМЗ, по углам фундамента предусмотрены закладные детали. Для прокладки кабеля под шкафами выполнен приямок глубиной 500 мм, который армируется и заливается бетоном вместе с плитой. Для ввода кабеля в здание в стены приямка закладываются стальные трубы 108x3мм.

Чертеж фундамента блочно-модульного здания переходных шкафов 6 кВ представлен на чертеже 319/15-ЭП лист 9.

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

18

11 ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

В проектируемом блочно-модульном здании переходных шкафов 6 кВ предусматривается система пожарной сигнализации с выводом сигнала в виде звука сирены (ревуна) и включения аварийного светового оповещателя на наружной стене здания.

Электроснабжение оборудования системы пожарной сигнализации осуществляется от щита собственных нужд здания переходных шкафов, для обеспечения бесперебойности питания применяется собственный источник бесперебойного питания.

Система пожарной сигнализации поставляется комплектно с блочно-модульным зданием переходных шкафов 6 кВ.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
									19
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	319/15-ПЗ			

12 ОТОПЛЕНИЕ

В проектируемом блочно-модульном здании переходных шкафов 6 кВ предусматривается система отопления, которая поддерживает температуру в здании на уровне не менее плюс 5°С, что необходимо для нормального функционирования ячеек 6 кВ.

Система отопления включает в себя электропечь с настенным терморегулятором, позволяющим определить температуру, при которой происходит автоматическое включение.

Электроснабжение оборудования отопления осуществляется от щита собственных нужд здания переходных шкафов 6 кВ. Система отопления поставляется комплектно с блочно-модульным зданием.

Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		319/15-ПЗ					Лист	
											20	
	Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						

13 ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Работы по реконструкции системы электроснабжения плавдока необходимо выполнять согласно ПТЭЭП, правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок.

13.1 Описание последовательности выполнения работ

Замену и установку оборудования произвести в соответствии со следующими указаниями:

1. Перевести питание электроустановок плавдока на питание от дизель-генераторной установки (1 день).
2. Отключить выключатели 6 кВ на ПС 35/10 кВ 323, создать видимый разрыв, обесточить линии 6 кВ, питающие плавдок. Вывесить плакаты, запрещающие включение выключателей 6 кВ и подачу напряжения на плавдок (1 день).
3. Демонтаж и установка электрощитового оборудования. Указанные в данном пункте работы могут выполняться одновременно:
 - а. Блочно-модульное здание переходных шкафов 6 кВ на причале у плавперехода
 - 1) Демонтаж существующих переходных шкафов 6 кВ (1 день);
 - 2) Устройство фундамента (1 неделя);
 - 3) Набор прочности фундамента (2 недели);
 - 4) Установка блочно-модульного здания переходных шкафов 6 кВ (1 день);
 - 5) Монтаж внутри здания ячеек RM6 (1 день).
 - б. Расширение существующего РУ 6 кВ плавдока путем установки дополнительной проектируемой ячейки 6 кВ (1 неделя).
 - в. Установка распределительного щита 0,4 кВ на плавпереходе (1 день).
 - г. Демонтаж существующих кабелей 6 кВ, труб для их прокладки, переходных коробок на эстакаде, колонки питания с берега, находящейся на топ-палубе правой башни плавдока (1,5 недели).
4. Прокладка кабелей 6 и 0,4 кВ. Указанные в данном пункте работы могут выполняться одновременно:
 - а. Прокладка кабеля 6 кВ от проектируемых переходных шкафов 6 кВ на причале до РУ 6 кВ плавдока (2 недели).
 - б. Прокладка кабеля 0,4 кВ от проектируемого щита 0,4 кВ на плавпереходе до шкафа собственных нужд блочно-модульного здания (2 недели).
5. Подключение кабелей 6 кВ к распределительным устройствам 6 кВ, кабелей 0,4 кВ к распределительным щитам 0,4 кВ. Выполнение пуско-наладочных работ электротехнического оборудования. Проведение всех регламентированных технической заводской документацией на оборудование работ, проверок и испытаний (1,5 недели).

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

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

319/15-ПЗ

Лист

21

ЧЕРТЕЖИ И ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1

к договору № 319/15

от 19 . 05 . 2015г.

УТВЕРЖДАЮ:

Первый заместитель генерального директора-
главный инженер ФГУП «Атомфлот»

М.М. Кашка

« » 2015 г.



Техническое задание на проектирование №1/15

на разработку проектно-сметной документации по модернизации системы электроснабжения ПД - 0002 (плавдок 0002) объекта ФГУП «Атомфлот», расположенного по адресу: Мурманск-17 (номенклатурная группа № 13.1 - капитальное строительство (реконструкция, модернизация) объектов основных средств).

г. Мурманск

20.02.2015г.

1. Предмет договора: Выполнение работ по разработке проектно-сметной документации модернизации системы электроснабжения ПД 0002 (плавдок 0002) объекта ФГУП «Атомфлот», расположенного по адресу: Мурманск-17(номенклатурная группа № 13.1 - капитальное строительство (реконструкция, модернизация) объектов основных средств).

2.Требования к количеству, качеству, функциональным, техническим характеристикам продукции, гарантии качества:

Назначение: Повышение надежности системы электроснабжения плавдока ПД0002 ФГУП «Атомфлот» посредством разработки проекта замены кабеля 6 кВ и замены переходных шкафов на ячейки RM6 компании Шнайдер Электрик.

Характеристика объектов проектирования (исходные данные):

- Энергоустановка ПД0002: Трансформатор сухой 6/0,4 кВ, 1000 кВА - 2 шт.
- Щит распределительный тип RN960B1C, изг. ELMOR, Польша.
- Переходные шкафы 6 кВ, на причале у плавдока №0002 - 2 шт.
- кабельная линия 6 кВ от переходных шкафов на причале по плавпереходу на док №0002 – 2х300 м.
- кабельная линия 0,4 кВ длиной -600 м.
- Распределительный щит Рн-120 кВт – 1 шт.

2.1. Проектом необходимо предусмотреть:

1. Разработку концепции замены 6 кВ кабелей от переходных береговых шкафов до вводного устройства ПД0002 с возможностью подключения мощности 2 мВт по одной линии.
2. Кабель 6 кВ и его прокладка должна соответствовать требованиям морского регистра.
3. Разработку решения по замене переходных шкафов 6 кВ на яч. RM6.
4. Разработку решения подвода эл. сетей 0,4 кВ.
5. Установку распределительного щита электроснабжения судов (плавкрана) 0,4 кВ на плавпереходе к доку №0002 с мощностью 120 кВт и прокладку к нему кабельной линии от береговой трансформаторной подстанции ТП-10 - 600 м

2.2. В составе проекта выполнить:

- Принципиальные и монтажные электрические схемы.
- Планы размещения оборудования, схемы прокладки кабелей и кабельный журнал.
- Расчет токов короткого замыкания и выбор уставок РЗА.
- Задание заводу на изготовление ячейки РМ6 и модернизацию распределительно устройства на плавдоке №0002.
- Разработать сетевой график выполнения демонтажных и монтажных работ по замене оборудования.
- Подготовить сметы на приобретение и монтаж оборудования.

2.3. Требования к надежности:

- Для обеспечения надёжности микропроцессорных реле необходимо применить меры по обеспечению их бесперебойного питания и защите питающих сетей от перенапряжений и высокочастотных помех.
- Отказ одного из устройств не должен приводить к отказу других устройств системы.
- В случае кратковременных аварий в сети электроснабжения и пропадания питающего напряжения работоспособность системы должна сохраняться в течении не менее времени, определенного проектом.
- Система должна быть восстанавливаемой в процессе работы по результатам диагностики аппаратуры.
- Технические средства системы должны быть рассчитаны на непрерывную, круглосуточную эксплуатацию.

3. Комплект поставки проектной и рабочей документации

Проектная документация, согласованная с ФГУП «Атомфлот», – 2 комплекта на бумажном носителе, 1 комплект в электронном виде.

4. Порядок формирования цены

В стоимость работ включены расходы Подрядчика на выполнение всех работ, указанных в п.1 Технического задания, а также все налоги и сборы, взимаемые в соответствии с действующим НК РФ.

5. Форма, сроки и порядок оплаты товаров, работ, услуг

Заказчик производит оплату за фактически выполненные работы на основании подписанного сторонами акта выполненных работ, путем перечисления денежных средств на расчетный счет Подрядчика в течение 10 (десяти) банковских дней после получения счета-фактуры от Подрядчика.

В случае мотивированного отказа Заказчика от подписания Акта выполненных работ Сторонами оформляется двусторонний акт с указанием выявленных недостатков и сроков для их устранения.

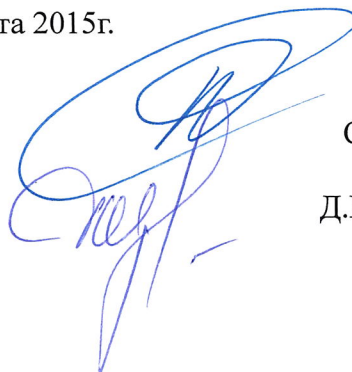
6. Сроки производства работ.

Начальный срок выполнения работ – «19» мая 2015 г.

Конечный срок выполнения работ – «31» августа 2015г.

Начальник УБ

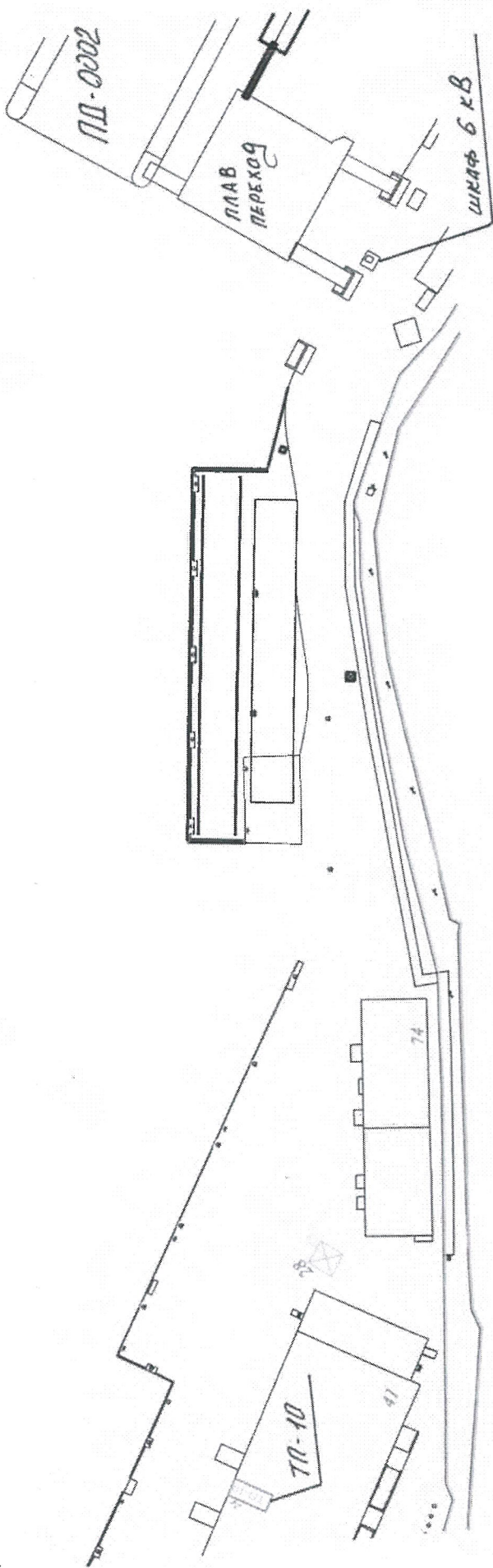
Гл. энергетик



С.Д. Попович

Д.В. Шурупов

Приложение к ТЗ № 1/15



КАБЕЛИ СУДОВЫЕ СИЛОВЫЕ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНОВОЙ РЕЗИНЫ, БЕЗГАЛОГЕННЫЕ НА НАПРЯЖЕНИЕ 6, 10, 20, 35 кВ

Номинальное сечение жил кабеля, мм ²	Длительные допустимые токи одножильных кабелей, А			
	6 кВ	10 кВ	20 кВ	35 кВ
25	158	158		
35	203	203	197	
50	246	246	241	239
70	287	287	283	281
95	370	370	362	358
120	438	438	428	423
150	493	493	484	476
185	575	575	560	551
240	685	685	671	657
300	788	788	769	749
400	916	916	892	863
500	1040	1040	1012	978
630	1203	1203	1164	1152

Номинальное сечение жил кабеля, мм ²	Длительные допустимые токи трехжильных кабелей, А			
	6 кВ	10 кВ	20 кВ	35 кВ
25	141	141		
35	170	170	170	
50	204	204	204	200
70	251	251	251	246
95	305	305	305	
120	350	350	350	
150	390	390	390	
185	445	445	445	
240	524	524		
300	594			

При определении допустимых токов для кабелей, проложенных в среде, температура которой отлична от +25 °С, следует применять поправочные коэффициенты, приведенные в таблице:

Условия прокладки	Поправочные коэффициенты при температуре среды, °С											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Воздух	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,0	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
Земля	1,13	1,10	1,06	1,03	1,0	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77	0,73

Допустимые токи односекундного короткого замыкания кабелей должны быть не более указанных в таблице:

Номинальное сечение жилы кабеля, мм ²	Допустимый ток односекундного короткого замыкания кабеля, кА
25	3,02
35	4,25
50	5,96
70	8,5
95	11,8
120	14,8
150	18,6
185	22,1
240	29,0
300	36,1
400	49,1

КАБЕЛИ СУДОВЫЕ СИЛОВЫЕ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНОВОЙ РЕЗИНЫ, БЕЗГАЛОГЕННЫЕ НА НАПРЯЖЕНИЕ 6, 10, 20, 35 КВ

Допустимые токи односекундного короткого замыкания в медных экранах приведены в таблице:

Номинальное сечение медного экрана, мм ²	Ток односекундного короткого замыкания, кА, не более
16	2,6
25	4,3
35	5,6
50	8,7

Для других значений сечения медного экрана допустимый ток односекундного короткого замыкания рассчитывается по формуле:

$$I_{к.з} = k \times S_э,$$

где $I_{к.з}$ – допустимый ток односекундного короткого замыкания в медном экране, кА;

k – коэффициент, равный 0,203 кА/мм²;

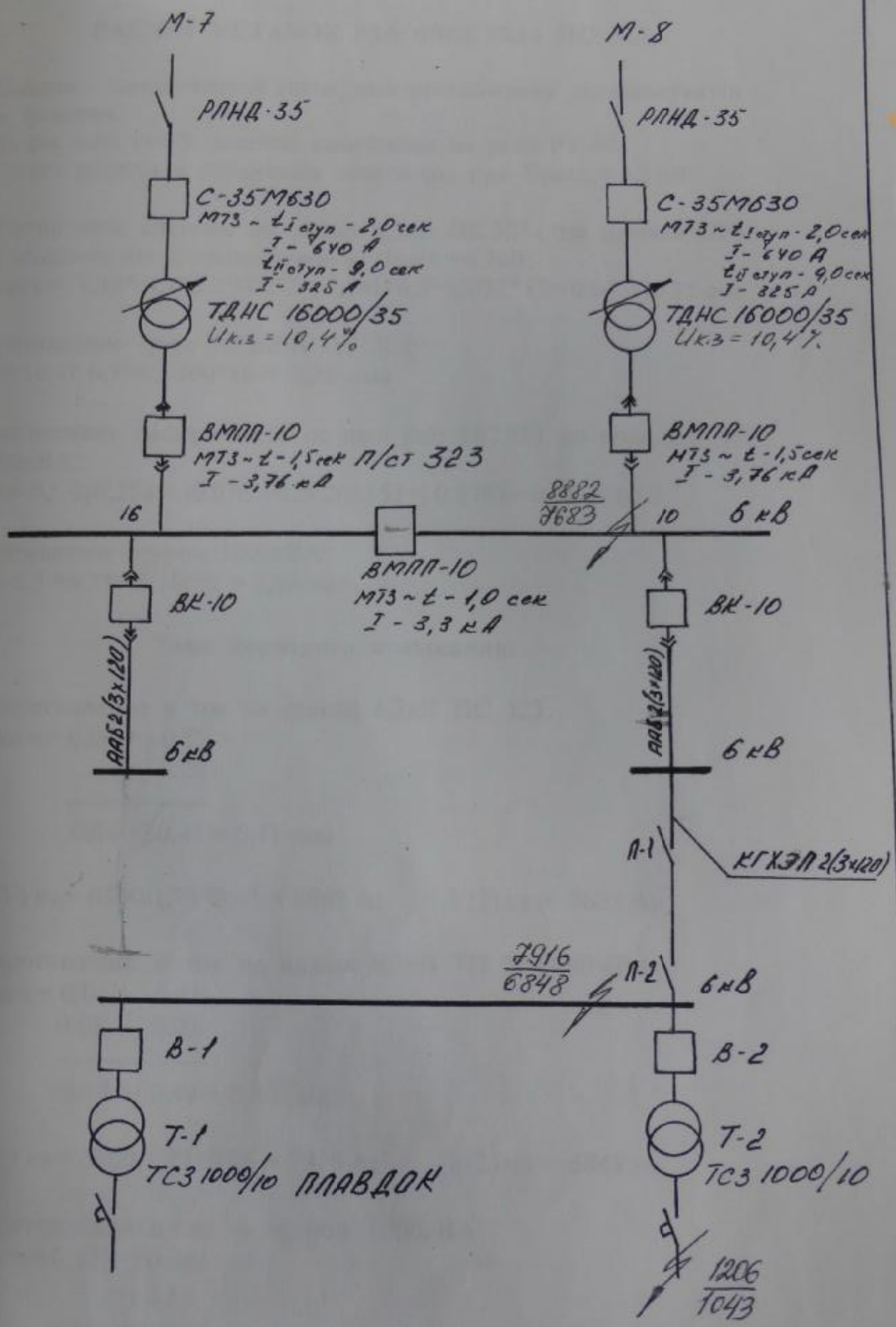
$S_э$ – номинальное сечение медного экрана, мм².

При продолжительности короткого замыкания, отличающейся от 1 с, значение тока короткого замыкания, указанное в таблицах, необходимо умножить на поправочный коэффициент k , рассчитанный по формуле:

$$k = \frac{1}{\sqrt{t}},$$

где t – продолжительность короткого замыкания, с.

12.52.26/МАЙ/2015



Однолинейная схема эл. снабжения
плавдока. "ПД-002"

[Handwritten signature]

29.12.03

РАСЧЕТ УСТАВОК РЗА ФИД. 10,16 ПС 323.

Основание – однолинейная схема электроснабжения по вышеуказанным фидерам.

Тр.-ры тока 600/5; защиты выполнены на реле РТ-40.

Расчет ведется в первичных величинах, при $U_{расч.} = 6,3$ кВ

Сопротивление системы на шинах 6,3кВ ПС 323 (по данным СРЗА СЭС «Колэнерго»), приведенное к $U_{расч.} = 6,3$ кВ:

$$Z_{сист.} = 1,34 * 6,3 * 6,3 / 37 * 37 + j 5,141 * 6,3 * 6,3 / 37 * 37 = 0,04 + j 0,15 \text{ ома}$$

Сопротивление тр-ра 16 МВА ПС 323:

$$X = 10,4 * 6,3 * 6,3 / 100 * 16 = 0,26 \text{ ома}$$

Сопротивление фидера 10,16 от шин 6кВ ПС 323 до шин 6кВ ТП 2*1000кВА:

$$Z_{ф.} = 0,5/2(0,258 + j 0,076) + 0,25/2(0,153 + j 0,076) = 0,08 + j 0,03$$

Сопротивление тр-ров 1000кВА:

$$X = 6,5 * 6,3 * 6,3 / 100 * 1 = 2,58 \text{ ома}$$

Токи короткого замыкания.

1) Сопротивление и ток на шинах 6,3кВ ПС 323:

$$Z_{расч.} = 0,04 + j 0,15 \\ + j 0,26$$

$$\text{-----} \\ 0,04 + j 0,41 = 0,41 \text{ ома}$$

$$I(3)_{кз} = 6300/1,73 * 0,41 = 8682 \text{ А}; \quad I(2)_{кз} = 7683 \text{ А};$$

2) Сопротивление и ток на шинах 6,3кВ ТП 2* 1000 кВА:

$$Z_{расч.} = 0,04 + j 0,41 \\ 0,08 + j 0,03$$

$$\text{-----} \\ 0,12 + j 0,44 = 0,46 \text{ ома}$$

$$I(3)_{кз} = 6300/1,73 * 0,46 = 7916 \text{ А}; \quad I(2)_{кз} = 6848 \text{ А};$$

3) Сопротивление и ток за тр-ром 1000кВА:

$$Z_{расч.} = 0,12 + j 0,44 \\ + j 2,58$$

$$\text{-----} \\ 0,12 + j 3,02 = 3,02 \text{ ома}$$

$$I(3)_{кз} = 6300/1,73 * 3,02 = 1206 \text{ А}; \quad I(2)_{кз} = 1043 \text{ А};$$

Выбор уставок РЗА.

12:52 26/МАЙ/2015

1. Выбрать уставку **отсечки** не представляется возможным (токи КЗ на шинах 6кВ ПС 323 и 6 кВ ТП 2*1000кВА практически одинаковы).

2. Максимальная токовая защита.

а) Ток срабатывания защиты по условию отстройки от максимального тока нагрузки на фидер при отключенном втором:

$$I_{\text{нагр. макс.}} = 2000 / 1,73 * 6,3 = 184 \text{ А}$$

$$I_{\text{ср.з.}} = 1,1 * 1,5 * 184 / 0,85 = 357 \text{ А}$$

1,1 - к запаса

1,5 - к сзп. нагрузки, не имеющей в своем составе двигателей 6кВ

б) Данные об уставках тр-ров 1000 кВА отсутствуют, определяющим условием для выбора МТЗ фидера 11(16) будет отстройка от уставки предполагаемой отсечки тр-ра 1000 кВА (данная защита должна устанавливаться на тр-рах 1000кВА от многофазных КЗ на выводах ВН тр-ра и в обмотке ВН).

$$I_{\text{ср.з.}} = 1,15 * 1206 = 1594 \text{ А}$$

Окончательно принимаем : $I_{\text{ср.з.}} = 1600 \text{ А}$ перв.

$$t_{\text{ср.з.}} = 0,5 \text{ сек}$$

(степень селективности с предполагаемой отсечкой тр-ра 1000кВА, составляет 0,5 сек)

Коэффициент чувствительности защиты в основной зоне (шины 6кВ ТП 2*1000кВА) при 1 (2) КЗ:

$$K_{\text{ч}} = 6848 / 1600 = 4,28 > 1,5$$

Защита отстроена от уставок МТЗ ВС-6 ПС 323:

по току - $3300 / 1600 = 2,06 > 1,2$

по времени - степень селективности составляет 0,5 сек

3. Защита от замыканий на землю.

(кабельный тр-р тока, реле РТЗ-51)

Точные данные о величине емкостного тока сети 6кВ ПС 321 – отсутствуют, предполагаемый емкостной ток сети составит 15-20А (исходя из количества присоединений 6кВ ПС 323 и разветвленности кабельной сети).

а) Емкостной ток фидера 10 (16) при внешнем ОЗЗ:

$$I_{с.фид.} = U_n * L_{ф.} / 10 = 6,3 * 2 * 0,75 / 10 = 0,945 \text{ А}$$

U_n - кВ

L - км

б) Ток срабатывания защиты по условию отстройки от собственного емкостного тока при внешнем ОЗЗ:

$$I_{ср.з} = K_n * K_{бр.} * I_{с.фид.} = 1,2 * 3 * 0,945 = 3,4 \text{ А первичных}$$

($K_{бр.} = 2-3$ для реле РТЗ-51)

Принимаем: $I_{ср.з} = 5 \text{ А первичных}$

Коэффициент чувствительности ~~защиты~~ защиты:

$$K_{ч} = (I_{с.сети} - I_{с.фид.}) / I_{ср.з} = (15 - 3,4) / 5 = 2,32$$

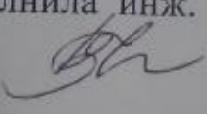
Рекомендуемый $K_{ч.} = 1,5-2$

4. Граничные условия для уставки отсечек тр-ров 1000кВА приемного ТП:

а) по току - не более 1400 А первичных
по времени - 0 сек

5. Проверку трансформаторов тока на 10% погрешность принять проектной.

Расчет выполнила инж. СРЗА СЭС «Колэнерго»


Чернова В.П.

12.01.04

482-384