

Объект: Мамаканская ГЭС

## РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

RFLSM-1808

Реконструкция щита постоянного тока (ЩПТ) Мамаканской ГЭС  
Том 1

RFLSM-1808-ПЗ

Пояснительная записка

Главный инженер проекта  
Е.С. Папин



Кол. экз. \_\_\_\_\_

2018 г

Ведомость основного комплекта проектной документации

№ тома	Обозначение	Наименование
1	RFLSM-1808-ПЗ	Пояснительная записка
2	RFLSM-1808-ЭТП	Система оперативного постоянного тока
3	RFLSM-1808-АИС	Мониторинг СОПТ
4	RFLSM-1808-ПОС	Проект организации строительства

						RFLSM-1808-ВПК			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Реконструкция щита постоянного тока (ЩПТ) Мамаканской ГЭС Ведомость полного комплекта	Стадия	Лист	Листов
ГИП	Папин						Р	1	1
Разработал	Папин								
Н. контроль									
Проверил	Швецов						ООО Спецэнергострой		

## 1. Введение

Основанием для выполнения рабочей документации RFLSM-1808-ЭТП по титулу «Реконструкция щита постоянного тока (ЩПТ) Мамаканской ГЭС» является задание на проектирование к договору №МГЭС-68-2018 от 23 октября 2018 года.

Документация разработана в соответствии с нормами и правилами, действующими на территории Российской Федерации, и предусматривает экологическую, санитарно-гигиеническую, взрывную, пожарную и взрывопожарную безопасность при эксплуатации.

## 2. Сведения об объекте проектирования

### 2.1 Система оперативного постоянного тока

Питание шинок питания (ШП), шинок управления и сигнализации (ШУ) осуществляется от существующей системы СОПТ.

Потребители постоянного тока, получающие питание от АБ, делятся на три группы:

1. Постоянно включенная нагрузка – аппараты устройств управления, блокировки, сигнализации и релейной защиты, постоянно обтекаемые током. На рассматриваемой станции величина постоянно включенной нагрузки составляет 13А.

2. Временная нагрузка – появляющаяся при исчезновении переменного тока во время аварийного режима. Основную часть временной нагрузки составляет аварийное освещение. На рассматриваемой станции временная нагрузка составляет 14А.

3. Кратковременная нагрузка, длительностью не более 5 с – создается токами включения и отключения приводов высоковольтных выключателей.

На рассматриваемой подстанции величина кратковременной нагрузки составляет 244А с временем коммутации 1,0 с.

Длительность исчезновения переменного тока выбрана не более 30 минут. В течение этого времени в установившемся аварийном режиме нагрузка равна сумме постоянной и временной нагрузок.

Проектной документацией предусматривается установка аккумуляторной батареи, двух зарядно-выпрямительных устройств и щита постоянного тока.

Проектируемое оборудование СОПТ приводится в таблице 2.1

Таблица 2.1

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Ед. изм.	Количество
1	Щит постоянного тока 220V DC, состоящий из четырех панелей: – конструктив – с габаритами 2000x2400x800 (ВxШxГ) напольного исполнения двухстороннего обслуживания с глухими дверями; – степень защиты IP21, климатическое исполнение УХЛ4; – общее количество аппаратов распределения – 30 шт	ЩПТ 315.220		ООО Электротехнологии	шт.	0,45
2	Зарядно-выпрямительное устройство модульного исполнения с номинальным выходным током 40А 220V ВТЗП 40.220	ВТЗП 40.220		ООО Электротехнологии	шт.	1

						RFLSM-1808-ПЗ		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
ГИП		Папин				Стадия	Лист	Листов
Разработал		Папин				Р	1	18
Н. контроль						ООО "Спецэнергострой"		
Проверил		Швецов						
						Реконструкция щита постоянного тока (ЩПТ) Мамаканской ГЭС		
						Пояснительная записка		

3	Шкаф ввода аккумуляторной батареи на номинальный ток 315А 220V AC	ШВАБ 315.220		ООО Электротехнологии	шт.	1
4	Шкаф кабельной коммутации	ШКК 95/6		ООО Электротехнологии	шт.	1

### 3. Нормативно-технические документы, определяющие требования к оформлению и содержанию рабочей документации

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), 7-ое издание;
2. ИСО РусГидро 02.02.105-2013 "Гидроэлектростанции. Системы оперативного постоянного тока. Технические требования, типовые технические решения";
3. ГОСТ 29176-91. Короткие замыкания в электроустановках постоянного тока;
4. ГОСТ Р МЭК 60896-2-99. Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытаний;
5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. СО 153-34.20.501-2003.
6. РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования»;
7. ГОСТ 29176-91 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчёта в электроустановках постоянного тока»;
8. ГОСТ 28895-91 (МЭК949-88) «Расчёт термически допустимых токов КЗ с учётом неадиабатического нагрева».

### 4. Выбор и проверка аккумуляторной батареи

В аварийном режиме аккумуляторная батарея должна запитывать потребители постоянного оперативного тока, напряжением, регламентированным нормирующими документами с учетом просадки напряжения на питающих кабелях при токах аварийного разряда батареи, а также толчков токов.

#### 4.1 Исходные данные для расчета

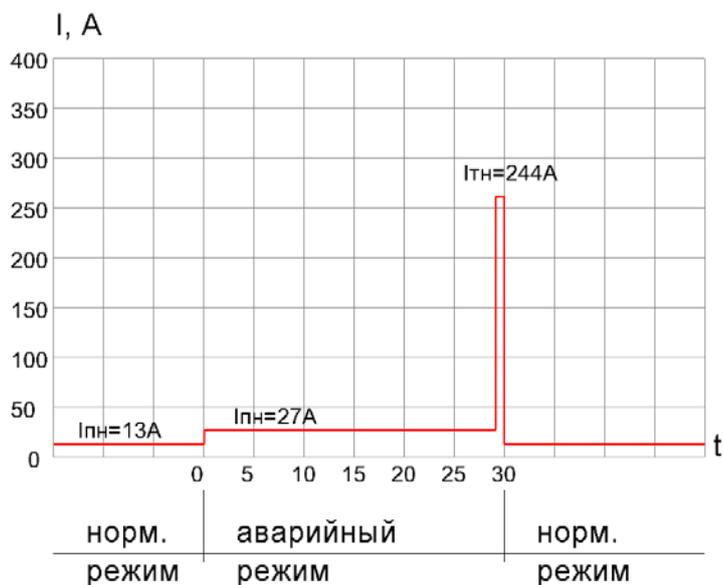
- Ток потребляемый системой СОПТ в аварийном режиме - 27А;
- Номинальное напряжение СОПТ - 220 V DC;
- Максимальный толчок при срабатывании привода высоковольтного выключателя - 244А , 1с (привод ШПЭ-33);
- Система питания приводов - кольцевая
  - а. полукольцо 1 - ВВГнг-LS 4(1x95), 40м, КАБВ 2(3x70), 370м;
  - б. полукольцо 2 - ВВГнг-LS 2(1x95), 40м, КАБВ 2(3x70), 370м.

#### 4.2 Диаграмма нагрузки СОПТ

Ступенчатая диаграмма нагрузки СОПТ строится на основании исходных данных:

- Постоянно включенная нагрузка - 13А;
- Временная нагрузка - 14А;
- Кратковременная нагрузка - 244А;
- Время резервирования 30 мин.

									Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				2



### 2.3 Расчет падения напряжения до удаленных потребителей 110 кВ

а). Расчет падения напряжения до удаленного потребителя 110 кВ определяется по формуле:

$$dU = \sum dU_i = \sum I_i \cdot \frac{\rho \cdot L_i}{S_i} = (244 + 27) \cdot \left( \frac{0,0175 \cdot 2 \cdot 40}{2 \cdot 95} \right) + 244 \cdot \left( \frac{0,0175 \cdot 2 \cdot 90}{2 \cdot 95} + \frac{0,0287 \cdot 2 \cdot 370}{3 \cdot 70} \right) = 30,71(\text{В})$$

где:

$L_1=2 \times 40$  (м) – длина кабельной линии от АБ до ЩПТ (прямой/обратный провод), медь;

$L_2=2 \times 90$  (м) – длина кабельной линии от ЩПТ до шкафа клемной коммутации (прямой/обратный провод), медь;

$L_3=2 \times 370$ (м) – длина кабельной линии от шкафа клемной коммутации до привода удаленного выключателя 110 кВ (с учетом перемычек), медь;

$I_1=244$  (А) – толчковый ток срабатывания привода удаленного выключателя 110 кВ;

$I_2=27$  (А) – ток потребления СОПТ в аварийном режиме;

$S_1 = 2 \times 95$  (мм<sup>2</sup>) – сечение кабельной линии от АБ до ЩПТ;

$S_2 = 2 \times 95$  (мм<sup>2</sup>) – сечение кабельной линии от ЩПТ до шкафа клемной коммутации;

$S_3 = 3 \times 70$  (мм<sup>2</sup>) – сечение кабельной линии от шкафа клемной коммутации до привода удаленного выключателя 110 кВ.

### 2.4 Выбор аккумуляторной батареи

В аварийном режиме аккумуляторная батарея должна запитывать потребители постоянного оперативного тока, напряжением регламентированным нормирующими документами с учетом просадки напряжения на питающих кабелях при токах аварийного разряда батареи, а также толчковых токах.

Согласно РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», минимальный диапазон гарантированного срабатывания соленоидов высоковольтных выключателей составляет:

– электромагниты включения выключателей  $0,7 \cdot U_n = 0,7 \cdot 220 = 154(\text{В})$ ;

– электромагниты выключения выключателей  $0,85 \cdot U_n = 0,85 \cdot 220 = 187(\text{В})$ .

Исходя из минимально нормируемого напряжения на аккумуляторной батарее на шинах управления 187В, рассчитаем конечное значение напряжения аккумуляторного элемента:

$$\frac{187}{104} \approx 1,79(\text{В} / \text{Эл});$$

Количество элементов батареи определяется с учетом падения напряжения в кабельных линиях:

$$n \geq \frac{U_{\text{мин}} + dU_1}{U_{\text{кон}}} = \frac{187 + 30,71}{1,79} \approx 122(\text{Эл});$$

							Лист
							3
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

где:  $U_{\text{мин}} = 187$  (В) – нормируемое минимально – допустимое напряжение на клеммах питания силовых цепей, с учетом падения напряжения в кабельных линиях;

$dU$  – падение напряжения на кабелях;

1,79 – конечное напряжение одного аккумуляторного элемента после 30-минутного разряда.

Для соблюдения верхнего диапазона напряжения 242В необходимо шины питания подключить к 120 элементу.

Нормируемое максимально-допустимое напряжение на клеммах питания цепей управления равно 242(В).

Из этого условия определяем номер элемента, от которого будут запитываться цепи управления:

$$n = \frac{242}{2,3} \leq 105 \approx 104 \text{ (эл);}$$

где: 2,3 (В) – напряжение ускоренного заряда аккумуляторной батареи.

Существующая аккумуляторная батарея состоит из 123 элементов ОР12 (С10=300Ач).

Систему СОПТ запитываем от 120 элементов ОР12, три элемента составляют ЗИП.

Емкость аккумуляторной батареи определяется исходя из тока, характера нагрузки и времени резервирования.

Если толчковая нагрузка в конце аварийного режима не предусматривается, то расчет емкости выполняется по разрядным таблицам для конечного напряжения заряда, соответствующего исходным данным, времени аварийного режима и приведенного установившегося тока аварийного режима  $I_{\text{уст1}}$  по формуле:

$$I_{\text{уст1}} = \frac{I_{\text{уст}}}{0,8 \cdot T_k} = \frac{27}{0,8} = 33,75 \text{ (А);}$$

где:

$I_{\text{уст}} = 27$  (А) – установившийся ток в аварийном режиме;

0,8 – коэффициент емкости батареи в конце срока службы (80% от номинальной).

Учитывая, что в конце аварийного режима имеет место кратковременная толчковая нагрузка, расчет емкости необходимо выполнить по разрядным таблицам для толчкового тока в конце аварийного режима и эквивалентного времени аварийного режима, по формуле:

$$t_1 = \frac{I_{\text{уст1}} \cdot t_{\text{АВАР}}}{(I_{\text{кон}} + I_{\text{уст}})} = \frac{33,75 \cdot 30}{(27 + 244)} = 3,39 \text{ (мин);}$$

где:

$t_{\text{АВАР}} = 30$  (мин)– продолжительность аварийного режима;

$I_T = 244$  (А)– толчковая нагрузка в конце аварийного режима.

$I_{\text{уст}} = 27$  (А)– установившийся ток в аварийном режиме.

Согласно разрядной характеристике ток  $(27+244)=298$  (А) при эквивалентном времени 3,37 (мин) способна отдать аккумуляторная батарея ОР12, разрядившись не ниже 1,8 (В/эл).

Т.о. существующая аккумуляторная батарея ОР12 соответствует расчетным данным.

									Лист
									4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				



ко основной части АБ.

При выборе ЗВУ учитывалось следующее:

- ЗВУ должно обеспечивать заряд АБ способом рекомендованным руководством по эксплуатации;
- одновременно с зарядом АБ ЗВУ должно обеспечивать питание ШУ.

Наибольший рабочий ток основной части зарядно-выпрямительного устройства выбирается по выражению:

$$I_3 = I_{нр} + 0,1 \cdot C10 = 13 + 0,1 \cdot 300 = 43(A);$$

К установке принимаем зарядно-выпрямительное устройство типа с номинальным выходным током основной части 40А 220V DC и номинальным выходным током дополнительной части 20А 48V DC.

Технические характеристики зарядно – выпрямительного ВТЗП 40.220+20.48

Параметр	ВЗПТ
Входное линейное напряжение, В	3x380 ± 15%
Номинальное выходное напряжение постоянного тока, В – основная часть	220
Номинальный (максимальный) выходной ток ВЗПТ, А – основная часть	40
Диапазон регулирования выходного напряжения, В – основная часть	170 – 300
Пульсации выходного напряжения не более, %	0,1
Стабилизация выходного напряжения, %	0,3
Стабилизация выходного тока, %	0,3
Диапазон входного напряжения и частоты сети переменного тока	380В ±15%, 50 ±2 Гц
Коэффициент мощности, не менее	0,96
Коэффициент полезного действия при токе нагрузки (0,5–1,0) Iном, не менее	0,97
Уставка защиты от перегрузки (ток ограничения), %	105%
Диапазон рабочей температуры, °С	-10 – + 45
Диапазон температуры хранения, °С	-30 – + 50
Относительная влажность, не более, %	95
Тип защитных аппаратов	Предохранители или автоматические выключатели
Подключение ПК, локальной сети	RS 232, Ethernet
Электрическое сопротивление изоляции входных и выходных цепей относительно корпуса ВЗПТ и между собой, не менее, Мом	– в нормальных климатических условиях – 20 – при влажности 95% и температуре +30°С – 1
Габаритные размеры (ВxШxГ), мм	2000x800x600
Средний срок службы (лет)	25
Гарантийный срок службы (лет)	3

#### 4. Выбор кабельной продукции

Силовые кабели должны удовлетворять требованиям в отношении предельно-допустимого тока с учетом нормальных и аварийных режимов.

Сечение кабелей системы ОПТ выбирается по длительно-допустимым токам нагрузки, проверяется на нагрев токами короткого замыкания и окончательно выбирается с учетом выбранных защитных аппаратов, а так же с учетом обеспечения заданных диапазонов напряжения непосредственно на потребителях в номинальном режиме и при режимах КЗ.

Проверку проводим исходя из условия срабатывания самого удаленного и мощного привода высоковольт-

									Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				6

тного выключателя.

Согласно СТО РусГидро 01.01.78–2012 для электростанций и подстанций следует предусматривать применение кабелей с изоляцией, не распространяющей горение (Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ).

#### 4.1 Кабель питания ЗВУ1, ЗВУ2

Максимальный ток, потребляемый ЗВУ из трехфазной сети, находим из условия полной мощности:

$$I_n = \frac{U_{уз} \cdot n_{оч} \cdot I_{оч}}{3 \cdot U_{\phi} \cdot КПД \cdot \cos(\phi_i)} + \frac{U_{уз} \cdot n_{дч} \cdot I_{дч}}{U_{\phi} \cdot КПД \cdot \cos(\phi_i)} = \frac{2,4 \cdot 104 \cdot 42}{3 \cdot 220 \cdot 0,97 \cdot 0,96} + \frac{2,4 \cdot 16 \cdot 40}{220 \cdot 0,97 \cdot 0,96} = 22,96 \text{ (A)};$$

где:

$U_{уз} = 2,4$  (В/эл) – напряжение выравнивающего заряда батареи;

$n_{оч} = 104$  (эл) – количество элементов батареи, основная часть;

$n_{дч} = 16$  (эл) – количество элементов батареи, дополнительная часть;

$U_{\phi} = 220$  (В) – фазное напряжение трехфазной сети;

КПД = 0,97 – коэффициент полезного действия ЗВУ;

$\cos(\phi_i) = 0,96$  – коэффициент мощности ЗВУ;

$I_{оч} = 42$  (А) – номинальный выходной ток ЗВУ с учетом длительной перегрузки 5%, основная часть;

$I_{дч} = 21$  (А) – номинальный выходной ток ЗВУ с учетом длительной перегрузки 5%, дополнительная часть.

Выбираем кабель с медной жилой ВВГнгз(А)-LS 5х10, с длительно-допустимым током 55А (при прокладке по воздуху).

#### 4.2 Кабель ввода ЗВУ на шины ЩПТ

Кабель выбирается по максимально-допустимому току, которое способно выдать зарядное устройство с условием длительной перегрузки 5% (42 А).

Выбираем кабель с медной жилой ВВГнгз(А)-LS 3х10, с длительно-допустимым током 55А (при прокладке по воздуху).

### 5. Выбор аппаратов защиты

В соответствии с СТО РусГидро 02.02.105–2013 к аппаратам защиты предъявляются следующие требования:

Для защиты от коротких замыканий и недопустимых перегрузок используются автоматические выключатели и предохранители. Аппараты защиты должны удовлетворять следующим требованиям:

- номинальное напряжение аппарата должно быть не менее максимального рабочего напряжения сети;
- аппарат должен иметь конструкцию, допускающую его использование в цепях постоянного тока;
- аппараты должны обладать достаточной отключающей способностью, электродинамической и термической стойкостью к действию токов КЗ;
- аппараты должны обеспечивать надежное отключение всех видов металлических и дуговых КЗ в защищаемых участках сети за минимально возможное по уровням селективности время;
- аппарат должен быть отстроен от излишних срабатываний при допустимых для сети и электрооборудования перегрузках;
- должна обеспечиваться селективность действия последовательно установленных аппаратов при наименьшем возможном времени отключения места повреждения.

Выполнение перечисленных выше требований обеспечивается подбором параметров защитной аппаратуры, цепей питания потребителей (сечений и длин проводников и кабелей).

Согласно требованиям Технического задания на верхнем и среднем уровнях защиты в качестве аппаратов защиты должны применяться коммутационно-защитные аппараты с плавкими предохранителями.

На нижнем уровне допускается применение как предохранителей, так и автоматических выключателей.

При выборе аппаратов защиты ориентируемся на серийно выпускаемые защитно-коммутационные аппараты Varius, чешской фирмы OEZ, нашедших широкое распространение в построении и защиты сетей 220V DC.

								Лист
								7
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Система оперативного постоянного тока на Мамаканской ГЭС четырехуровневая:  
4. Четвертый уровень – аппараты, установленные в шкафу распределения оперативного тока ОРУ-110 кВ;

3. Третий уровень – аппараты, защищающие кабельные линии, отходящие от ЩПТ;
2. Второй уровень – аппараты, защищающие сборные шины ЩПТ;
1. Первый уровень – аппараты, защищающие аккумуляторную батарею и вводные шины ЩПТ.

1–3 уровни селективности выполнены на быстродействующих предохранителях с характеристикой gG, производства OEZ.

4 уровень селективности выполнен на автоматических выключателях.

Чувствительность плавкой вставки считается удовлетворительной, если обеспечивается термическая стойкость защищаемой кабельной линии.

Нагрев кабельных линий при проверочных расчетах принимается:

- а) 160 град С – для проводников с поливинилхлоридной изоляцией – по условиям термической стойкости;
- б) 350 град С – для проводников с поливинилхлоридной изоляцией по условиям невозгораемости.

Система защит ЩПТ должна обеспечивать следующие требования: чувствительность к токам короткого замыкания, надежное отключение предельных токов короткого замыкания, которые могут возникнуть в данной цепи, обеспечение селективной работы защитных аппаратов с ниже- и вышестоящими защитными аппаратами.

#### 5.1 Выбор аппаратов защиты четвертого уровня селективности

Четвертый уровень селективности – аппараты, установленные в шкафу распределения оперативного тока ОРУ-110 кВ.

В ЩРОТ закладываются следующие автоматические выключатели:

- LTN-UC-6C-2 на номинальный ток 6А характеристика С (7–15)хI<sub>n</sub>, 49–90А
- LTN-UC-4C-2 на номинальный ток 4А характеристика С (7–15)хI<sub>n</sub>, 28–60А

Предельная коммутационная способность аппарата составляет 10 (кА).

#### 5.2 Выбор аппаратов защиты третьего уровня селективности

Третий уровень селективности – аппараты, защищающие кабельные линии, отходящие от ЩПТ;

Потребители, получающие питание от ЩПТ целесообразно разделить на четыре группы:

А. С токами потребления до 20А:

- Питание кольца БРКУ1 и БРКУ2;
- Панель Ч2, ООСWA12;
- РУ 10кВ, ячейка 11Т;
- АРЗ ШУ АРЗ +ООСJA01.

Б. С токами потребления до 40А:

- ГА №1 ШУВ ГА №1 10СJNO1;
- ЩРОТ РЩ-110 кВ;
- Щит СН 0,4 кВ, П11 "САУ";
- ЩРОТ РЩ-110 кВ.

В. С толчковыми токами потребления до 244А, с длительностью толчка до 1с:

- соленоиды высоковольтных выключателей 110 кВ

**А. Выбор аппаратов защиты для потребителей с токами потребления до 20А, третий уровень селективности**

Выбор аппаратов защиты по нагрузочной способности выполняется с учетом коэффициента надежности, принимаемого 1,2.

							Лист
							8
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Номинальный ток аппарата защиты должен быть не менее  $20 \cdot 1,2 = 24(A)$ .

Выбираем предохранительные разъединители FH000-3SB/T на номинальный ток 160А с быстродействующими ножевыми плавкими вставками PNA000 25А gG на номинальный ток 25А.

Плавкие вставки PNA000 25А gG на номинальный ток 25А гарантированно не сработает при прохождении тока 110А в течении 2 секунд.

Предельная коммутационная способность аппарата составляет 50 (кА).

#### **Б. Выбор аппаратов защиты для потребителей с токами потребления до 40А, третий уровень селективности**

Выбор аппаратов защиты по нагрузочной способности выполняется с учетом коэффициента надежности, принимаемого 1,2.

Номинальный ток аппарата защиты должен быть не менее  $40 \cdot 1,2 = 48(A)$ .

Выбираем предохранительные разъединители FH000-3SB/T на номинальный ток 160А с быстродействующими ножевыми плавкими вставками PNA000 50А gG на номинальный ток 50А.

Плавкие вставки PNA000 50А gG на номинальный ток 50А гарантированно не сработает при прохождении тока 220А в течении 2 секунд.

Предельная коммутационная способность аппарата составляет 50 (кА).

#### **В. Выбор аппаратов защиты для потребителей с толчковыми токами потребления до 244А, с длительностью толчка до 1с, третий уровень селективности**

Аппараты защиты выбираем по толчковому току 244А при времени срабатывания 1 секунда.

Выбираем предохранительные разъединители FH000-3SB/T на номинальный ток 160А с быстродействующими ножевыми плавкими вставками PNA000 80А gG на номинальный ток 80А.

Плавкие вставки PNA000 80А gG на номинальный ток 80А гарантированно не сработает при прохождении тока 244А в течении 18 секунд.

Предельная коммутационная способность аппарата составляет 50 (кА).

### **5.3 Выбор аппаратов защиты второго уровня селективности**

Второй уровень селективности – аппараты, защищающие сборные шины ЩПТ;

ЩПТ спроектирован разделенным на две равноценные взаиморезервируемые части. Т.е. при несрабатывании какого-либо аппарата третьего уровня при протекании сверхтока, должен отработать аппарат второго уровня, при этом из работы будет выведено 50% ЩПТ, при этом обеспечивается гарантированное несрабатывание батарейного защитного аппарата.

#### **А. Защита шин питания силовых цепей**

Отстройку аппарата второго уровня селективности необходимо вести от нижестоящего аппарата защиты с наибольшим номинальным током PNA000 80А gG на номинальный ток 80А.

Согласно данным завода производителя, два последовательно включенных предохранителя селективны, если их номиналы отличаются в 1,6 раз и более, т.е.  $80А \times 1,6 > 128А$ .

Для защиты сборных шин выбираем предохранительные разъединители FH00-3SB/F с плавкими вставками PNA00 160А gG.

Проверку аппаратов по коммутационной способности, чувствительности и дальнего резервирования не рассматриваем.

#### **Б. Защита шин питания цепей управления**

Отстройку аппарата второго уровня селективности необходимо вести от нижестоящего аппарата защиты с наибольшим номинальным током PNA000 63А gG на номинальный ток 63А.

Согласно данным завода производителя, два последовательно включенных предохранителя селективны, если их номиналы отличаются в 1,6 раз и более, т.е.  $63А \times 1,6 > 100,8А$ .

Для защиты сборных шин выбираем предохранительные разъединители FH00-3SB/F с плавкими вставками PNA00 25А gG.

Проверку аппаратов по коммутационной способности, чувствительности и дальнего резервирования не рассматриваем.

### **5.4 Выбор аппаратов защиты первого уровня селективности**

Первый уровень – аппараты, защищающие источники подачи электроэнергии (АБ, ЗВУ).

								Лист
								9
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

## **А. Аппараты, защищающие аккумуляторную батарею и вводные шины ЩПТ.**

Первый уровень селективности – аппараты, защищающие аккумуляторную батарею и вводные шины ЩПТ. Отстройку аппарата первого уровня селективности необходимо вести от нижестоящего аппарата защиты с наибольшим номинальным током PNA00 160A gG на номинальный ток 160A.

Согласно данным завода производителя, два последовательно включенных предохранителя селективны, если их номиналы отличаются в 1,6 раз и более, т.е.  $160A \times 1,6 > 256A$ .

Для защиты АБ и вводных шин ЩПТ выбираем предохранительные разъединители FH2-3SB/F с плавкими вставками PNA 315A gG.

Проверку аппаратов по коммутационной способности, чувствительности и дальнего резервирования не рассматриваем.

При выборе аппаратов верхнего уровня необходимо обеспечить время срабатывания аппарата, при котором защищаемые кабели не перегреются выше предельно-допустимых значений.

## **Б. Аппараты ввода зарядно-выпрямительных устройств**

Номинальный выходной ток ЗВУ равен 40A DC. С учетом работы с длительной перегрузки ЗВУ необходимо учесть повышающий коэффициент 1,15. Т.е. аппарат защиты должен выбираться по току  $40A \times 1,15 > 46A$ .

В цепи ЗВУ выбираем предохранительные разъединители FH000-3SB/T на номинальный ток 160A с действующими ножевыми плавкими вставками PNA000 50A gG на номинальный ток 50A.

## **6. Расчет токов короткого замыкания**

Для сети 220V DC расчетным видом максимального короткого замыкания принимается металлическое короткое замыкание в конце каждой линии, расчетным видом минимального короткого замыкания принимается дуговое короткое замыкание в конце каждой линии.

Расчет токов короткого замыкания проводим для двух режимов:

– Параметры батареи соответствуют условиям: емкость батареи соответствует 100% от номинальной, заряд батареи составляет 100%, условия эксплуатации соответствуют 20°C;

– Параметры батареи соответствуют условиям: емкость батареи соответствует 80% от номинальной (с учетом коэффициента старения), заряд батареи составляет 1,8 В/эл, условия эксплуатации соответствуют +10°C.

Ток металлического короткого замыкания соответствует максимальному значению тока короткого замыкания. По максимальному расчетному току определяют параметры защитных аппаратов и проверяют кабели на термическую стойкость.

Ток дугового короткого замыкания соответствует минимальному значению тока короткого замыкания. По минимальному значению тока короткого замыкания проверяют защитные аппараты на чувствительность.

Чувствительность плавкой вставки считается удовлетворительной, если обеспечивается термическая стойкость защищаемой кабельной линии.

Проверка проводников на термическую стойкость и невозгораемость производится сопоставлением температур проводников к моменту отключения короткого замыкания с максимальными предельно допустимыми значениями, которые составляют по условиям термической стойкости:

– 160 град С – для проводников с поливинилхлоридной изоляцией;

по условиям невозгораемости:

– 350 град С – для проводников с поливинилхлоридной изоляцией.

## **7. Карта селективности аппаратов защиты 220V DC**

Для построения карты селективности строим цепь защит последовательно включенных аппаратов, начиная от наиболее удаленного и мощного аппарата защиты.

Согласно схеме построения ЩПТ рассмотрим следующие цепи:

Цепь 1:

– Защитный аппарат четвертого уровня – LTN-UC-6C-2 на номинальный ток 6A характеристика C (7-15)хН, 49-90A;

– Защитный аппарат третьего уровня – плавкая вставка PNA000 50A gG;

								Лист
								10
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- Защитный аппарат второго уровня – плавкая вставка PNA00 125A gG;
- Защитный аппарат первого уровня – плавкая вставка PNA2 315A gG.

Цель 2:

- Защитный аппарат третьего уровня – плавкая вставка PNA000 80A gG;
- Защитный аппарат второго уровня – плавкая вставка PNA00 160A gG;
- Защитный аппарат первого уровня – плавкая вставка PNA2 315A gG.

Времятоковые характеристики предохранителей даны в именованных единицах, наносим их на времятоковую плоскость.

Времятоковые характеристики автоматического выключателя даны в относительных единицах. Переходим от относительных единиц к именованным и наносим характеристики на времятоковую плоскость.

Карта селективности приводятся на рисунках А, Б.

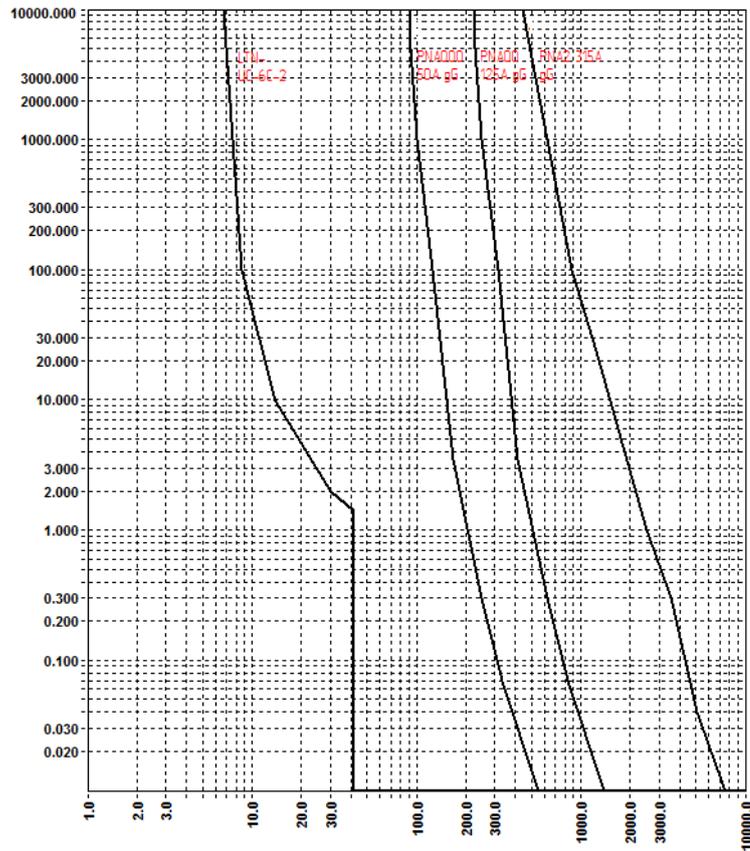


Рисунок А – цель селективности 1

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

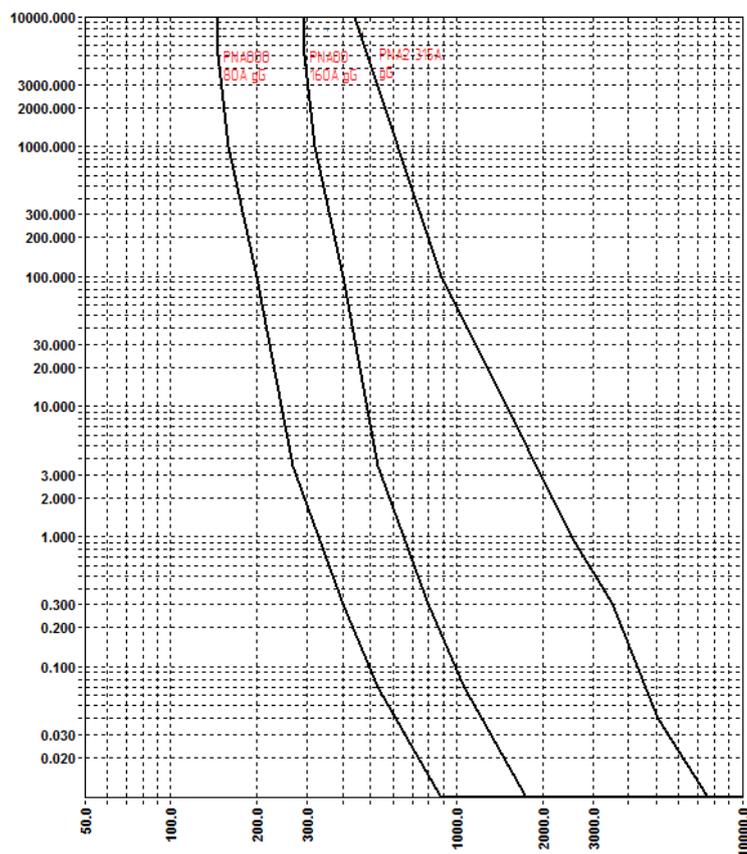


Рисунок А – цель селективности 2

## 8 Технические характеристики щита постоянного тока

№ пп	Технические характеристики (наименование параметра)	Ед. изм.	Значение
1	<b>Основные требования</b>		
1.1	Изготовитель		ООО Электротехноло- гии
1.2	Заводской тип (марка)		ЩПТ 315.220
1.3	Номинальное напряжение,	В	=220
1.4	Ток термической стойкости (1 сек.)	кА	20
1.5	Ток динамической стойкости (1 сек)	кА	21
1.6	Количество и параметры отходящих линий		30 отходящие линии с предохранителями на номинальный ток 5- 80А
2	<b>На ЩПТ должно быть предусмотрено:</b>		
2.1	Приборы измерения тока заряда/разряда и подзаряда АБ	да, нет	Да, согласно схеме
2.2	Контроль напряжения на секциях ЩПТ с действием на сигнал при выходе измеряемой величины за пределы уставки	да, нет	Да, согласно схеме
2.3	Защита от перенапряжений в сети ОПТ	да, нет	Да, согласно схеме
2.4	Контроль уровня пульсации напряжения на вводе АБ и выдача сигнала при увеличении уровня пульсации выше заданной уставки	да, нет	Да, согласно схеме
2.5	Контроль сопротивления изоляции с действием на сигнал	Тип устройства	СКИ МикроСРЗ
2.6	Устройство автоматического определения линии с пониженной изоляцией и автоматизированного поиска	Тип устройства	СКИ МикроСРЗ

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

	присоединения ЩПТ с замыканием на землю в сети постоянного тока		
2.7	Прибор замера сопротивления изоляции каждого полюса	Тип устройства	СКИ МикроСРЗ
2.8	Сигнализация состояния защитных и коммутационных аппаратов ЩПТ	да, нет	Да
2.9	Выдача в резервную центральную сигнализацию обобщенного сигнала неисправности СОПТ	да, нет	Да
2.10	Прибор измерения напряжений между полюсами АБ	да, нет	Да
2.11	Работа устройств в любом режиме не должна приводить к ложной работе устройств РЗА и ПА	да, нет	Да
2.12	На ЩПТ должен быть предусмотрен блок аварийного освещения мощностью не менее 8,8 кВт	да, нет	отходящие линии: 25А – 2 шт; 16А – 2 шт; 6А – 3 шт
2.13	Неуказанные технические требования согласно ГОСТ Р 51321.1-2000	да, нет	Да
<b>3</b>	<b>Номинальные значения климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150-69</b>		
3.1	Климатическое исполнение (У, ХЛ) и категория размещения по ГОСТ 15150-69		УХЛ4
3.2	Температура окружающего воздуха	°С	+5...+40
3.3	Высота установки над уровнем моря	м	до 1000
3.4	Сейсмичность района, по шкале MSK-64	баллов	5
<b>4</b>	<b>Требования к конструкции</b>		
4.1	Исполнение шкафное	да, нет	Да
4.2	Условия обслуживания		Двухстороннее
4.3	Степень защиты		IP 21
4.4	Количество шкафов	шт.	4
4.5	Габаритные размеры ЩПТ (ВхДхГ)	мм	Общий габарит 2000х2400х800
<b>5</b>	<b>Требования по надежности</b>		
5.1	Гарантийный срок эксплуатации, месяцев, не менее		36
5.2	Срок службы, лет, не менее		25
<b>6</b>	<b>Комплектность</b>		
6.1	Шкафы ЩПТ в сборе	да, нет	Да
6.2	Техническое описание и паспорт	да, нет	Да
6.3	Принципиальные и монтажные схемы вспомогательных цепей	да, нет	Да
6.4	Эксплуатационная документация на русском языке (количество экземпляров)		2
<b>7.</b>	<b>Маркировка, упаковка, транспортировка, условия хранения</b>		
7.1.	Маркировка, упаковка и консервация по ГОСТ 14192, ГОСТ 23216 и ГОСТ 15150-69	да, нет	Да
7.2	Доставка оборудования до места назначения Подрядчиком	да, нет	Да
7.3	Монтаж аппарата выполняется с участием шеф-инженера фирмы изготовителя (да, нет)	да, нет	Да
7.4	Обучение ТОиР и эксплуатации персонала с выдачей сертификатов производителей оборудования	Да, нет	да