

МОИ-6301-1 А1

МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛЕКТРОМОНТАЖ»

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ПРОЕКТНЫЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

# ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ

ИНЖЕНЕР Ф.Б. ЯКУБОВСКОГО

## РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СХЕМ И РАСЧЕТОВ СИСТЕМЫ  
ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА

Форма	Взамен	Нач	ТД
Ф 29-89	Ф 29-89		

*Обложа*

№ подл.	Подп.	и дата	Взам. инв. №

МОСКВА 18 89 г.

МОИ-6301-1, Л2.

МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛЕКТРОМОНТАЖ»

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ПРОЕКТНЫЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

# ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ

имени Ф.Б. ЯКУБОВСКОГО

## РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СХЕМ И РАСЧЕТОВ СИСТЕМЫ  
ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА

Главный инженер *Юрий* А.Г. Смирнов

Отдел ОЭС - ОЭО

Главный специалист

В.И. Керегедский

Главный специалист

Э.М. Луберзон

МОСКВА 1989

№ документа	Дата	Взам. инв. №	Формы	Взам. инв. №	Нач. Т.О.
			Ф29а-89	Ф29а-89	
Титульный лист					

ВНИИ ТПИ 5.041 1.507.1980г.

Имя и фамилия	Подпись	Дата	Взамин	Форма	Нач. ОТП
Григорьев	Лидерзон		Ф11-79	Ф11-82	
Григорьев	Королевский				

Обозначение	Наименование	Кол. листов	Примечание
МОИ-6301-1	Обложка и титульный лист	2	
МОИ-6301-2	Содержание тома	1	
МОИ-6301-3	Текстовая часть	69	
МОИ-6301-4	Приложение	8	

МОИ-6301-2

Содержание  
тома

Страниц	Лист	Листов
1	1	1

ВНИИ  
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ  
ИМЕНИ Б.ЯКУБОВСКОГО  
МОСКВА

Формат А4

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	СТР
1. Введение .....	2
2. Система выпрямленного оперативного тока (краткое описание) .....	6
3. Варианты выполнения системы выпрямленного оперативного тока (СВТ) на ГЩ .....	23
4. Порядок выбора и расчетов системы выпрям- ленного оперативного тока на ГЩ .....	38
5. Система выпрямленного оперативного тока (СВТ) на распределительных пунктах .....	52
6. Порядок выполнения расчетов системы выпрям- ленного оперативного тока на РП .....	60
7. Литература .....	69

СНИП 11-11.01.82

Форма Ф 09-82 Лист 1 Лист 2	Взамен Ф 09-79	Исх. ОПП
Чертёжи и тексты в документах основного комплекта проектирования (рабочего проекта)		
Лист № подл.	Взам. инв.	Исх.
Лист № подл.	Взам. инв.	Исх.
Лист № подл.	Взам. инв.	Исх.
Лист № подл.	Взам. инв.	Исх.
Лист № подл.	Взам. инв.	Исх.
Лист № подл.	Взам. инв.	Исх.

М01-6301-3

Рекомендации по выполнению схем и расчетов системы выпрямленного опер. тока	Листов	1	Листов	69
---	--------	---	--------	----

Текстовая часть
ВНИПИ  
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ  
ИМЕНИ Ф.Б.ЯКУБОВСКОГО  
МОСКВА

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа представляет собой методическое пособие по выполнению необходимых расчетов и выбору структурных схем осуществления систем выпрямленного оперативного тока (СВТ) на распределительных пунктах и подстанциях промышленных предприятий.

В работе учтены типовые решения и разработки, а также опыт проектирования ВНИИ Тяжремэлектропроект им. Ф.Б.Якубовского, типовые решения ВГИИ и НИИ "Энергосетьпроект", опыт эксплуатации СВТ на промышленных предприятиях различных отраслей народного хозяйства СССР. Работа выполнена в инициативном порядке в отделе электроснабжения и подстанций (главный специалист В.И.Корогодский) при участии к.т.н. Э.М.Диберzona (ОЭЗО).

Принятые в работе технические решения базируются на приведенных ниже основных положениях:

1) Распределительный пункт (РП) 6-10 кВ выполнен из шкафов КРУ серии КМ1Ф (или КМ-1, или К-104) по схеме: "два ввода и две секционированные выключателем секции сборных шин".

2) Главная понижающая подстанция (ГПП) выполнена следующим образом:

2.1) На ГПП установлены два однотипных силовых двухобмоточных трансформатора с высшим напряжением 110 кВ или 220 кВ.

2.2) Питание ГПП осуществляется только со стороны высшего напряжения. На низшем напряжении могут быть присоединены синхронные и асинхронные электродвигатели.

2.3) На стороне высшего напряжения подстанция выполнена по одной из следующих схем электрических соединений:

М01-6301-3

Лист  
2

Инв. № подл. Листы и даты. Внесены в проект (рабочего проекта)  
Чертежи и текстовые документы  
электрического проекта  
Формат  
09-82 А-1  
Взамен  
09-79  
Исх. ОПП  
85-5

а) Два блока "кабельная линия - трансформатор" с вводом кабеля 110 кВ или 220 кВ непосредственно в трансформатор;

б) Два блока "воздушная линия - трансформатор", без отделителей и короткозамыкателей на стороне ВН силовых трансформаторов;

в) Два блока "воздушная линия - трансформатор" с отделителями и короткозамыкателями на стороне ВН силовых трансформаторов;

г) Два блока "воздушная линия - трансформатор" с отделителями и короткозамыкателями в цепях ВН силовых трансформаторов и неавтоматической перемычкой 110 кВ или 220 кВ;

д) Два блока "воздушная линия - трансформатор" с выключателями типа ВМТ в цепях ВН силовых трансформаторов.

2.4) На стороне низшего напряжения подстанция выполнена по одной из схем электрических соединений, представленных на рис. I.I. (лист 5)

2.5) На воздушных вводах 110 кВ или 220 кВ в ГЩ, при необходимости могут быть установлены трансформаторы напряжения типа НКФ (если эта установка оказывается допустимой (см. п.3.4) по условиям обеспечения их устойчивости в аварийных режимах работы питающей сети, в том числе - при коротких замыканиях оборванной фазы). Технические данные трансформаторов напряжения приведены в табл. I.I.

Таблица I.I

Тип	Номинальные напряжения		Номинальная мощность в классе, Вт			Максимальная мощность, Вт
	ВН кВ	НН В	0,5	I	3	
I	2	3	4	5	6	7
НКБ-110	110/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$ 100/3	400	600	1200	2000
НКБ-220	220/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$ 100/3	400	600	1200	2000

2.6) Трансформаторы собственных нужд ГПП подключены так, как показано на рис. I.I. При необходимости, в схемах Н4+Н8 месте присоединения трансформатора собственных нужд может быть перенесено в точку "А" на этих схемах (см. рис. I.I).

На трансформаторах с расщепленной обмоткой низшего напряжения, в схемах Н2, Н6+Н8 трансформаторы собственных нужд могут быть (при необходимости) подключены к выводам какой из полуобмоток НН.

3) Питание цепей сигнализации и оперативной блокировки разъединителей должно, как правило, производиться от отдельных блоков питания, не связанных на ст не выпрямленного тока с блоками питания (типов БП-1002 и БИС-2), предназначенными для цепей управления, релейной защиты и автоматики.

Ш.Ф. 3-2  
 Формат / Имен. ОТП  
 Времен / Формат  
 09-82 №2 / 09-79  
 Проект (рабочего проекта)  
 Чертёжи и текстовые документы  
 Сборочного комплекта  
 Врем. инф. и дата  
 Год. и дата  
 Ш.Ф. № подл.

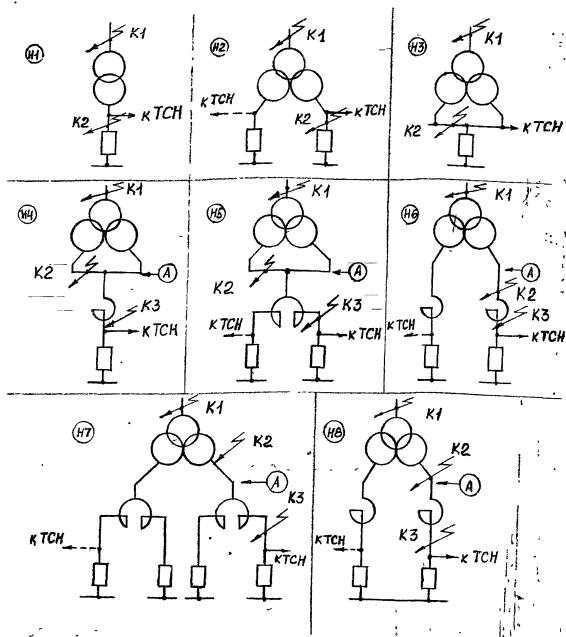


рис. 1.1. Схемы электрических соединений ГПД на стороне низшего напряжения силовых трансформаторов (пунктиром показано возможное отвлечение к ТСН при применении СВТ по варианту „В“ - см. разд. 3)



## 2. СИСТЕМА ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА (КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ)

2.1. В соответствии с [ I ] системой выпрямленного оперативного тока (СВТ) называется система питания оперативных цепей защиты, автоматики, управления и сигнализации, в которой в качестве основных источников питания используются измерительные трансформаторы тока и напряжения, а также трансформаторы собственных нужд с последующим преобразованием переменного тока в постоянный (выпрямленный) с помощью блоков питания и выпрямительных силовых устройств. В качестве дополнительных источников питания могут использоваться предварительно заряженные конденсаторы.

2.2. В связи с тем, что СВТ является зависимой системой питания оперативных цепей, т.е. такой, режим работы которой зависит от режима работы подстанции, область ее применения может быть ограничена принципиальной технической возможностью, связанной с уровнем токов коротких замыканий, мощностью установленных силовых трансформаторов, видом главной схемы электрических соединений. Наряду с этим при решении вопроса о применении СВТ следует учитывать требования к автоматике (АБР, АЧР) и к необходимости сохранения оперативного тока на определенное время при полной потере питания подстанцией, например, - в связи с наличием электроприемников "постоянного тока" особой группы I категории (резервное питание) средств связи, насосы масляного хозяйства синхронных компенсаторов и др.).

2.3. В системе выпрямленного тока на РП и ГПП используются:

МО1-6301-3

Лист

6

2.3.1. Блоки питания стабилизированные типа БПС-2 совместно с токовыми блоками типа БПТ-1002 или без них - для питания цепей релейной защиты, автоматики, станционного управления и катушек контакторов включения выключателей всех напряжений, а также электромагнитов отключения выключателей подстанции.

2.3.2. Предварительно заряженные конденсаторы/- для питания цепей отключения отделителей.

Предварительно заряженные конденсаторы могут также использоваться в других случаях, когда необходимо обеспечить отключение выключателей в условиях отсутствия переменного напряжения на РП или подстанции (например, для отключения выключателей 6-10 кВ защитой минимального напряжения).

2.3.3. Нестабилизированные блоки питания типа БПН-1002 - <sup>выключателей</sup> для питания ламп сигнализации положения <sup>и</sup> цепей сигнализации.

Раздельное питание цепей сигнализации и остальной нагрузки уменьшает разветвленность цепей оперативного тока для питания защиты, автоматики, управления и обеспечивает более полную возможность выдачи всей мощности стабилизированных блоков для срабатывания защиты и отключения выключателей.

2.3.4. Нестабилизированные блоки питания и заряда конденсаторов БИВ-401 - для питания цепей оперативной блокировки разъединителей и заряда конденсаторов.

2.3.5. Выпрямительное устройство не типу УКП - для питания включающих электромагнитов выключателей с электромагнитными приводами.

Уч. в. 11 лод. / Подп. и дата / Взам. инв. № / Чертежи и текстовые документы / Форма / Взам. / Уч. отп.

М01-6301-3

Лист  
7

Копировать

Формат А4

2.4. Ниже приводятся краткие характеристики входящих в состав СВЧ блоков:

2.4.1. Блок питания токовый типа БП-1002 (рис. 2.1) состоит из промежуточного насыщаемого трансформатора (Т), выпрямительного моста ( $VD$ ), дросселя ( $L$ ) и конденсатора (С), включенных параллельно вторичной обмотке насыщаемого трансформатора. Дроссель и конденсатор предназначены для снижения амплитудных значений напряжения на выходе, а также для стабилизации его среднего значения.

На первичной обмотке трансформатора блока предусмотрены ответвления, предназначенные для подключения к трансформаторам тока различных типов.

Для получения на выходе блока выпрямленного тока - 220 В или 110 В служат ответвления на вторичной обмотке трансформатора блока и на обмотке дросселя.

#### Техническая характеристика

а) При плавном увеличении тока в первичной обмотке и отсутствии нагрузки на выходе наступление феррорезонанса происходит при  $(840 \pm 100)$  ампервитках первичной обмотки.

б) Выходное напряжение блока при протекании тока 10 А по всем секциям первичной обмотки трансформатора блока соответствует данным таблицы № 2.1.

М01-6301-3

Лист  
8

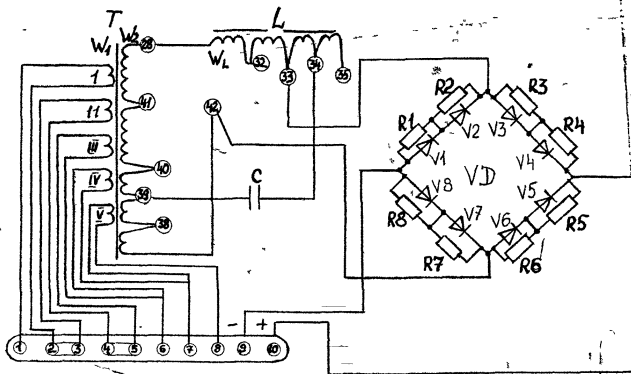


Рис 2.1. Принципиальная схема блока питания типа БПТ-1002.  
 Положение перемычек на схеме показано для номинального  
 выходного напряжения 220В.

Инв. № подл. / Дата / Формат / Выпущен / Уч. Отп.  
 Чертежи и текстовые документы / Основного комплекта / Проекта (разного проекта)  
 09-82 №2 / 09-79

М01-6301-3

Лист  
9

Таблица № 2.1

Номинальное напряжение выхода, В	Нагрузка, Вт	Выходное напря- жение, В
1	2	3
110	0 1200	не более 130 не менее 90
220	0 1200	не более 260 не менее 180

в) Блок питания выдерживает протекание через первичную обмотку трансформатора блока тока 50 А в течение 5 с и 120 А в течение 1 с при нагрузке 1200 Вт.

г) При отсутствии нагрузки блок БП-1002 выдерживает в длительном режиме:

протекание по первичной обмотке трансформатора блока токов, не превышающих токов наступления феррорезонанса;

тока 10 А - после наступления феррорезонанса и полным числе витков первичной обмотке трансформатора блока.

д) Потребляемая мощность - не более 2000 ВА.

е) Выгодная мощность блока:

- в длительном режиме - 770 Вт;
- в кратковременном режиме - 1200 Вт.

2.4.2. Блок питания напряжения типа БПН-1002 (рис.2.2).

МО1-6301-3

Лист  
10

Копировал

Формат А4

СИМВ. 7000  
 Формат А4  
 1986г.

Имя Отп

Формат  
 Ф09-79

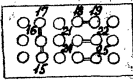
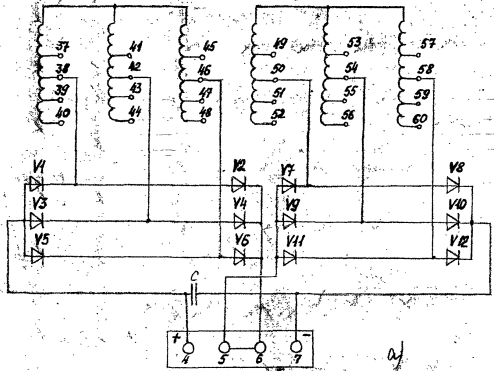
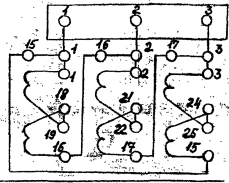
Формат  
 Ф09-79

Примеры и методы работы  
 в области математики  
 (применение математики)

Имя Фамилия

Имя Фамилия

Имя Фамилия



б)



в)

Рис.2.2. Блок питания типа БПН-1002  
 а) принципиальная схема ( $U_{\text{вых}} = 220\text{В}$ )  
 б) регулировка витков при  $U_{\text{вых}} = 380\text{В}$   
 в) регулировка витков при  $U_{\text{вых}} = 380\text{В}$

МО1-6301-3

Блок питания типа БПН-1002 состоит из трансформатора напряжения (Т), выпрямительного места (VI-VI2) и конденсатора (С).

Для установки номинального выходного напряжения блока (110 или 220 В), а также уровня входного напряжения блока (110 В, 220 В, 380 В, 100 В, 127 В) предусмотрена возможность переключения перемычек на плате трансформатора блока и переключателей вторичных витков трансформатора блока.

#### Техническая характеристика

а) Выходное напряжение блока при питании симметричным трехфазным напряжением соответствует данным табл.2.1.

б) Потребление блока типа БПН-1002 при номинальном входном напряжении составляет:

не более 25 ВА на фазу - при отсутствии нагрузки;  
не более 1350 ВА на фазу при нагрузке 2420 Вт.

в) БПН в длительном режиме работы допускает включение на напряжение, равное 110%  $U$  ном (для общепромышленного исполнения) и 105%  $U$  ном (для технического исполнения), при этом нагрузка не должна превышать 700 Вт.

2.4.3. Блок питания напряжения стабилизированный типа БПНС-2 (рис.2.3а) имеет напольное исполнение (не устанавливается в шкафах и на панелях). В качестве управляемого стабилизирующего элемента использован трехфазный магнитный усилитель с самонаснением.

Блок изготавливается со сглаживающим фильтром (рис.2.3б) и без фильтра. Необходимость фильтра (для питания аппаратуры,

МО1-6301-3

Лист

12

Инв.№ подл. Лист. и дата. Форма. Взамен. / Инв. ОТП. № 14-82 л.м.2 Ф 14-79

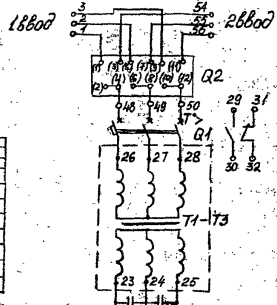


Схема переключателя S1 (тип ПКУ3-12С-1027)

Соединение контактов	Положение ручки	1	2
1-2	0*	—	X
3-4	—	—	X
5-6	X	—	—
7-8	X	—	—
9-10	—	X	—
11-12	—	X	—
13-14	—	X	—
15-16	—	X	—

Схема переключателя Q2 (ПМТ25-20-116)

Соединение контактов	1	0	2
1-2	X	—	—
3-4	—	—	X
5-6	X	—	X
7-8	—	—	X
9-10	X	—	—
11-12	—	—	X

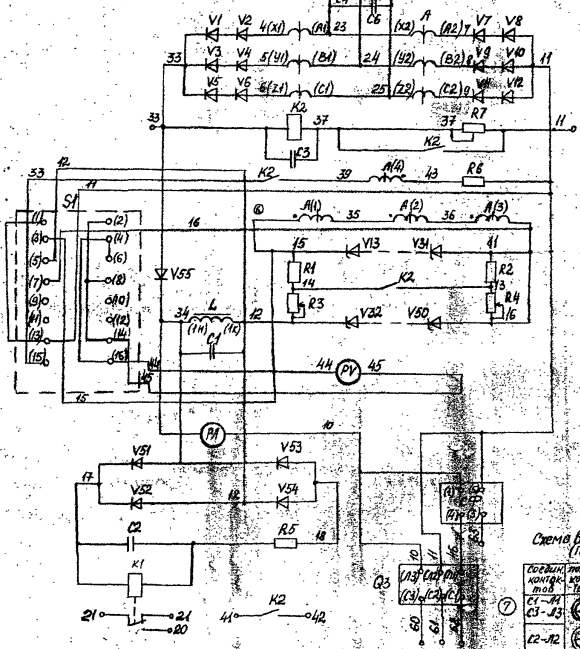


Схема выключателя Q3 (ПВ3-25 1071)

Соединение контактов	Положение ручки	1	0	2
01-01	⊕	—	X	—
02-02	⊕	—	X	—
03-03	⊕	—	X	—
04-04	⊕	—	X	—

рис.2.3а. Блок питания БЛНС-2  
Схема принципиальная.

MDI-6301-3



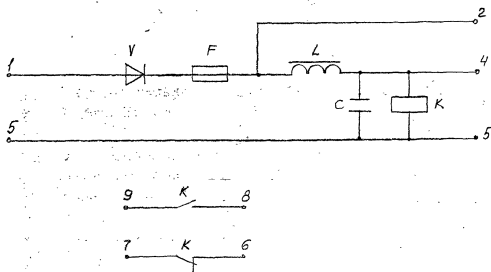


рис 2.3.5. Схема электрическая  
 принципиальная сглаживающего  
 фильтра блока ВПНС-2.

М01-6301-3

Лист  
 3/4

Копировал

Формат А4

требующей сглаживания напряжения - полупроводниковых устройств, магнитоэлектрических, герконовых реле и др.) определяется в заказе. Номинальная мощность фильтра 500 Вт, коэффициент пульсаций выходного напряжения - не более 3%. Такой уровень пульсаций гарантирует удовлетворительную работу устройств защиты и автоматики на микровыводной элементной базе.

В блоке предусмотрены:

а) защита от обрыва основной обмотки управления магнитного усилителя (выходное реле защиты - K2);

б) реле KI - контроля длительного неполнофазного режима питания;

в) конденсаторы C4-C6, служащие для разгрузки промежуточных трансформаторов Т1-Т3 от реактивной мощности;

г) переключатель S1, с помощью которого по показаниям вольтметра блока РУ может быть дана поочередно приближенная оценка количества вышедших из строя стабилизаторов (пробитых без разрыва цепи). Характеристики блока таковы, что пробой двух-трех стабилизаторов в плече моста не приводит к выводу из строя блока. Тестовый контроль позволяет без отключения блока от сети определять количество поврежденных стабилизаторов и своевременно заменять их;

д) переключатель Q2, который позволяет переключать блок с одного источника питания переменного напряжения на другой;

е) пакетный переключатель Q3, предназначенный для отключения внешних цепей на стороне выпрямленного напряжения блока;

Имя, отчество, фамилия, Подпись, Дата, Форма, Номер, Возвращен, Уч. Отп.

Чертежи и текстовые документы  
основного комплекта  
проектирования (различного проекта)

ж) трехполюсный автоматический выключатель QI типа АП50-ЭТ (без максимального расцепителя), обеспечивающий отключение коротких замыканий на выходе блока не менее чем за 1,5-2 с.

ПРИМЕЧАНИЕ: По имеющимся сведениям, не отраженным в Техническом описании и инструкции по эксплуатации БПС-2, выключатель АП50-ЭТ заменен на АП50-ЭМТ ( $I_{ном} = 63$ ;  $K_{отс} = II$ ).

Другие технические данные БПС-2 приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Технические данные стабилизированного блока напряжения типа БПС-2

Параметры	Значение при частоте	
	50 Гц	60 Гц
I	2	3
Номинальное напряжение, В:		
входное	100, 230, 240, 400, 415, 550	115, 220, 230, 380, 400, 415, 440
выходное		220
Диапазон допустимого изменения входного напряжения при трехфазном питании и изменении нагрузки от 40 Ом до $\% U_{ном}$		50-110

М01-6301-3

Лист

10

Копировал

Формат А4

Продолжение табл. 2.2

1	2	3
Нижний предел входного напряжения при нагрузке 30 Ом, % $U_{ном}$		60
Диапазон допустимого изменения входного напряжения при однофазном питании (обрыв фазы или несимметричное к.з. в трехфазной сети, питающей блок) и изменении нагрузки от 40 Ом до $\infty$ , % $U_{ном}$		70-110
То же, при нагрузке 30 Ом, % $U_{ном}$		75-110
Выгодная мощность блока, Вт длительная при напряжении 220 В в течение 30 с в течение 1 с		1200 2000 2500
Номинальный ток, А (напряжение питания, В расцепителей выключателя).	4/550; 440; 415; 400; 380/; 6,4/240, 230, 220/; 16/115; 100/.	

2.4.4. Блок питания и заряда типа БПЗ-40I (рис. 2.4) состоит из промежуточного трансформатора TV, конденсаторов C1 и C2, выпрямительного места VI, диода V2, поляризованного реле K и резисторов R1 и R2.

При включении устройства в сеть с номинальным напряжением 127 В; 110 В или 100 В секции первичных обмоток  $W1'$  и  $W1''$ .

MO1-6301-3

Лист  
17

Уд. п. л. 1000. и смета | Формы | Времени | Угол. ОПП  
 1009-82 № 2 | 1009-79  
 чертежи и текстовые документы | проекта (рабочего проекта)

соединяются параллельно, а накладки XI и X2 устанавливаются соответственно в положение I, IV или VI. Отводы Ц, Ш и У от вторичной обмотки позволяют установить необходимый уровень выходного напряжения при отклонении входного напряжения от номинального значения. Соединяя секции первичной и вторичной обмоток последовательно или параллельно, номинальное значение входного и выходного напряжения можно изменять в два раза. Напряжение заряда конденсаторов 400,20 В получается при номинальном значении входного напряжения и последовательном соединении секций вторичной обмотки. Вывод одного полюса вторичной обмотки на зажим 5 позволяет выполнить на двух устройствах БПЗ-40I трехфазную мостовую схему выпрямления, включая их на разные линейные напряжения.

Конденсатор С1 предназначен для защиты диодов от кратковременных перенапряжений, возникающих в цепи переменного тока, а конденсатор С2 - для устранения вибрации подвижной системы реле К.

Реле К служит для сигнализации при исчезновении или понижении напряжения питания.

Резистор R1 служит для обеспечения термической стойкости реле К.

Через диод U2 и резистор R2 можно осуществить медленный заряд обкладок конденсаторов.

Блок потребляет 20 В.А в установленном режиме с заряженной емкостью.

Номинальное входное напряжение: 100, 110, 127 и 220 В.

М01-6301-3

Лист  
18

КОНДАТОР

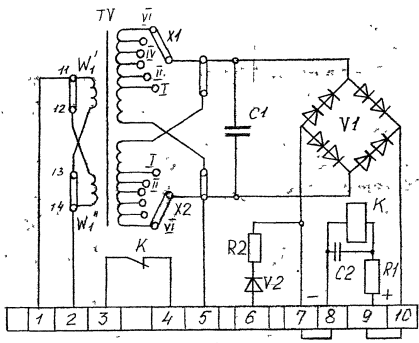
Формат А4

ВНИМАНИЕ  
 ДИСТ. БИЛЕТ  
 1986г.

Имя, Отп.  
 Адрес  
 09-79

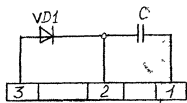
Принят и текст...  
 09-82

Имя, Отп.  
 Адрес  
 09-79



Блок питания и заряда  
 типа БЛЗ-401

Рис 2.4



Блок конденсаторов  
 БК-400 (ТУ 16-88. ИАЖ 656121.004ТУ)

Рис 2.5

МО1-6301-3

Номинальная частота - 50 Гц

Номинальное выходное напряжение ПИО, 220 В.

Максимальная емкость заряжаемых конденсаторов 200 мкФ

Напряжение заряда конденсаторов 400±20 В.

Время заряда конденсаторов 200 мкФ до 0,8 установившегося значения напряжения не превышает 70 мс.

2.4.5. Блоки конденсаторов типа БК-400 (рис.2/5) применяются совместно с устройствами БПЗ-400 и являются накопителями электроэнергии, которая используется для приведения в действие отключающих катушек выключателей и отделителей.

Блок БК-400 состоит из разделительного диода УДИ и конденсаторов 10 мкФ ± 10%, 400 В. Емкость конденсаторов БК-401 равна 30 мкФ, блока БК-402 - 80 мкФ, блока БК-403 - 200 мкФ.

#### 2.4.6. Устройство комплексное питания типа УКП

В группу устройств питания входят следующие типы исполнения: УКП-К-380; УКП-И-380; УКП-И-220 и УКП-2.

Устройства типа УКП-К рассчитаны на питание электромагнитов включения с током потребления до 150 А. При включении выключателя на короткое замыкание в сети, когда напряжение на входе УКП-К существенно снижается, полное включение выключателя обеспечивается за счет энергии, запасенной во встроеной в УКП-К катушке индуктивности.

Устройства типа УКП-И предназначены для питания электромагнитов с током включения до 320 А. Они используются самостоятельно в случаях, когда выключатель обеспечивает полное включение при коротком замыкании за счет кинетической энергии, за-

М01-6301-3

лист

20

пасенной в его подвижных частях до момента возникновения короткого замыкания.

Устройства типа УКИ-2 содержат индуктивный накопитель энергии, который в режиме включения выключателя с током потребления до 150 А на короткое замыкание обеспечивает его довключение. УКИ-2 может работать только совместно с УКИ-1.

Схема соединения УКИ-1 и УКИ-2 дана на рис.2.6.

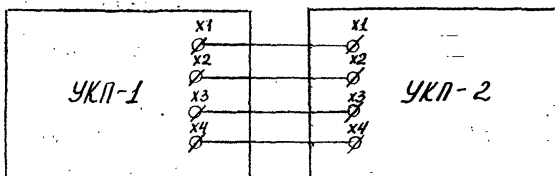


Рис.2.6. Схема соединения УКИ-1 и УКИ-2.

Одноименные типоразмеры устройств типа УКИ-К и УКИ-1 допускают параллельную работу. Для соединения устройств имеются специальные клеммы и переключатель (S6 - в УКИ-1 и S3 в УКИ-К). Соответствующая схема дана на рис. 2.7 и 2.8.

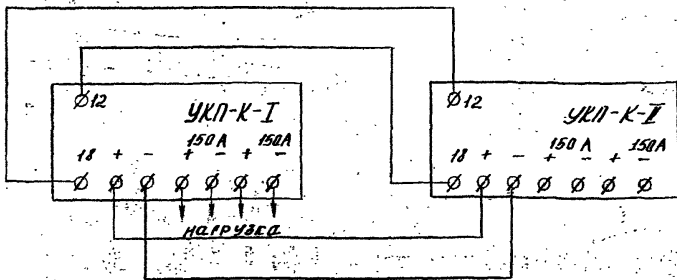


Рис.2.7. Схема соединения устройств УКИ-К на параллельную работу.

М01-6301-3

Лист  
24

Копировал

Формат А4

Инв. № подл. Подп. и дата. Введ. инв. №л. Чертежи и текстовые документы в составе комплекта проекта (рабочего проекта) Форма Ф09-82 л-м2 Времен. №09-79 №ч. 017



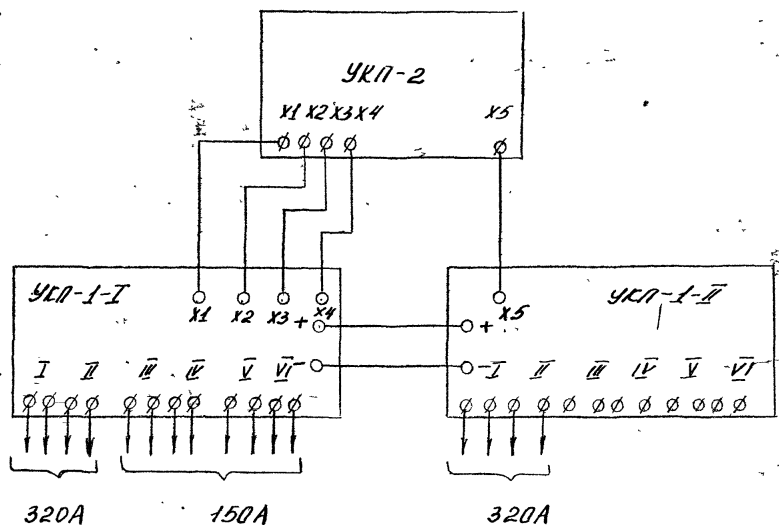


Рис.2.8. Схема соединения устройств УКП-I совместно с устройством УКП-2 для параллельной работы.

При параллельной работе устройств типа УКП-I, как правило, используется только одно устройство типа УКП-2.

### 3. ВАРИАНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА (СВТ) НА ГПП.

#### 3.1. Вариант "А" (рис.3.1)

Особенностью выполнения СВТ по данному варианту является питание оперативных цепей защиты, автоматики и управления от стабилизированных блоков типа БПС-2, подключенных к/ке вторичной обмотке трансформаторов напряжения, установленных на линиях, питающих силовые трансформаторы ГПП.

Данный вариант является технически наиболее совершенным для схем "2 блока без перемычки или с неавтоматической перемычкой", когда силовые трансформаторы ГПП подключены к воздушным линиям электропередачи, однако связан с необходимостью установки трансформаторов напряжения типа НКФ-110 или НКФ-220.

Установка трансформаторов напряжения на стороне 110-220кВ ГПП специально для подключения блоков типа БПС-2 возможна и целесообразна в случаях, когда приняты меры, исключающие аварии с этими трансформаторами при повреждениях в питающей сети. При изолированной нейтрали обмотки ВН силовых трансформаторов ГПП (рис. 3.2а) обрыв фазного провода линии электропередачи с замыканием его на землю со стороны приемного конца вызывает протекание через заземленную нейтраль и обмотки трансформатора напряжения, подключенного к поврежденной линии, токов, значения которых превосходят допустимые для обмоток ТН. В этом случае, учитывая бездействие линейных защит и отсутствие на ГПП устройств обнаруживающих возникший режим, неизбежно разрушение трансформатора напряжения.

М01-6301-3

Лист  
23

Копировал

Формат А4

Имя, фамилия, Подп. и дата  
Время, место  
Чертежи и текстовые документы  
исходного комплекта  
графика (рабочего проекта)  
И-У-1000  
СР-1000  
709-79  
709-82 А-12

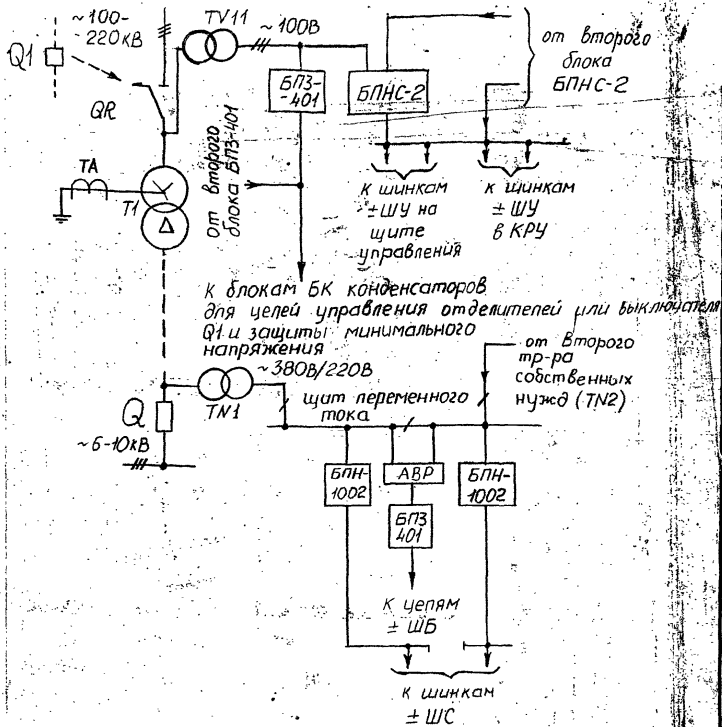


Рис.3.1

Выполнение СВТ по варианту "А"

Примечания: 1) При отсутствии отделителя QR и выключателя Q1 блок БПЗ-401 показанный подключенным к TV1 - не устанавливается

2) Не показаны цепи выходного, сглаженного выходного напряжения блока БПНС-2

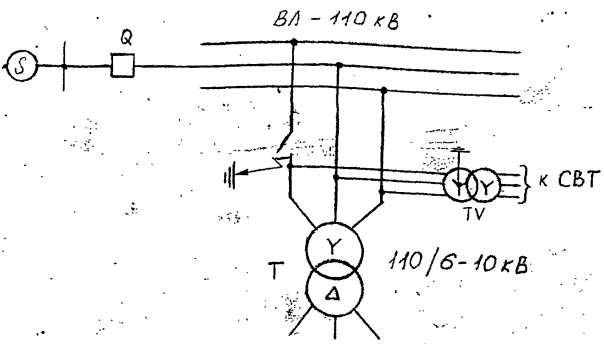
М01-6301-3

Копировал

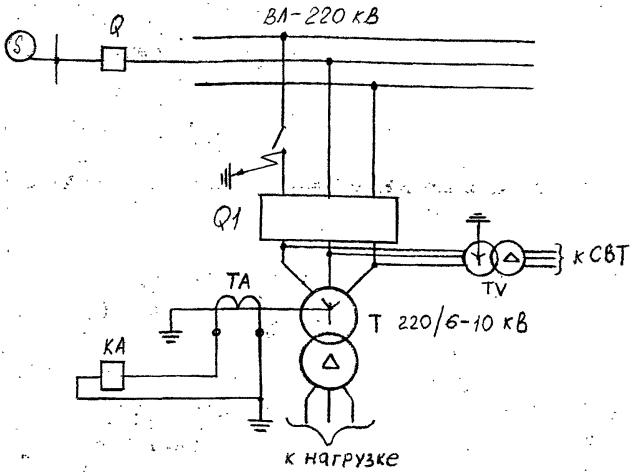
Формат А4

Проект № П-09-82 от 27.09-79  
 Проект (разного проекта)  
 Проект № П-09-82 от 27.09-79  
 Проект (разного проекта)

Инв. № подл. Год п. и дата. Власт. и дата. Чертежи и тестовые документы (по 09-82 №2) Форма (по 09-79) Измен. / Иск. ОТП



а) Повреждение питающей линии, опасное для трансформатора напряжения.  
 S - система; Q - выключатель на питающей подстанции;  
 Т - силовой трансформатор ГПП; TV - трансформатор напряжения типа НКФ - 110.



б) Выполнение подключения трансформатора напряжения TV на ГПП, имеющих силовые трансформаторы Т с глухозаземленной нейтралью первичной обмотки.

Рис 3.2

При глухо-заземленной нейтрали обмотки ВН силовых трансформаторов ГПП аналогичное повреждение ЛЭП уже не вызывает опасных сверхтоков для трансформаторов напряжения, так как практически весь ток нулевой последовательности протекает по нейтрали силового трансформатора. Реле защиты КА, подключенное к трансформатору тока ТА (рис.3.26), способно выявить этот ненормальный режим и действовать либо на отключение выключателя QI, установленного на ГПП, либо на отключение (посредством передачи отключающего сигнала по кабелю связи) питающей линии. Для того, чтобы избежать повреждения трансформатора напряжения после отключения выключателя на ГПП, он должен быть присоединен между выключателем QI и силовым трансформатором Т. При этом представляется вполне допустимым первое включение выключателя QI (обычно это маломасляный выключатель с пружинным приводом) выполнять вручную.

Необходимо подчеркнуть, что при проектировании новой ГПП, подключаемой отпайкой к действующей или строящейся линии 110-220 кВ, уже имеющей ответвления к другим подстанциям, должны быть проведены соответствующие расчеты, подтверждающие безопасность установки трансформаторов напряжения для подключения СВТ. В противном случае использование варианта "А" выполнение СВТ недопустимо.

Для обеспечения заряда конденсаторов, предназначенных для отключения отделителей и бестокую паузу, вызванную отключением выключателя питающей линии из-за повреждения трансформатора ГПП, используется блок питания и заряда типа БИВ-40I, подключенный, также как и блок типа БПС-2, ко вторичной обмотке трансформатора напряжения на стороне ВН ГПП.

Такое решение принято в связи с тем, что при включении первого из двух силовых трансформаторов и коротком замыкании на стороне НН силового трансформатора напряжение на трансформаторе собственных нужд (ТНН) либо отсутствует, либо недостаточно для обеспечения быстрого заряда конденсаторов, предназначенных для отключения отделителя в бестокую паузу при повреждении силового трансформатора.

Те же блоки типа БПЗ-401 могут <sup>быть</sup> использованы и для заряда конденсаторов, служащих для защиты минимального напряжения электродвигателей, подключенных к шинам НН ГПП. Более целесообразно использовать для защиты минимального напряжения зарядные устройства и блоки конденсаторов, установленных в КРУ.

Блоки напряжения типа БПН-1002, предназначенные для организации питания цепей сигнализации  $\pm$ НС, и блок питания и заряда, необходимый для организации питания цепей блокировки разъединителей от шин  $\pm$ НБ, подключаются к секциям шита переменного тока 380 /220 В ГПП. Аналогично подключаются и устройства УКП для включения выключателей КРУ.

Условия, при которых может быть принят вариант "А", помимо положительного решения вопроса о возможности установки трансформаторов напряжения типа НКФ-110 (НКФ-220), сведются к следующим:

а) Напряжение на входе блока питания типа БПНС-2 при трехфазном коротком замыкании на выводах НН силового трансформатора ГПП должно быть не менее  $0,5 U_{ном}$ . Этому требованию соответствует соотношение сопротивлений питающей сети ( $X_c$ ) и силового трансформатора ( $X_t$ ):

М01-6301-3

Лист  
27

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и технические документы основного комплекта	Форма	Взам. инв. №	Иск. ОП
			Проекта (разрешенного изменения)	Ф09-82 №2	Ф09-79	БС-2

$$\frac{X_c}{X_t} < 0,9 \text{ (3.1)}$$

В качестве  $X_t$  необходимо выбирать наименьшее (с учетом РПН) сопротивление силового трансформатора.

Значение правой части неравенства (3.1), равное 0,9, принято с учетом возможной 10% потери напряжения в трансформаторе напряжения и кабеле, питающем блок типа БПС-2.

Величины токов к.з. на стороне ВН силового трансформатора, соответствующие условию (3.1), приведены в таблице 4.2.

б) Мощность постоянно подключенной к шинкам  $\pm$ ШУ нагрузки оперативных цепей в длительном режиме работы ГПП ( $R_n$ ) не должна превышать номинальную выходную мощность блока питания ( $P_{\text{БПН}} = 1200 \text{ Вт}$ ). Расчетным является такой режим работы СВТ, при котором значение  $R_n$  оказывается наибольшим (обычно при одном отключенном, например, для ревизии, блоке БПС-2).

в) Мощность, потребляемая устройствами релейной защиты и автоматики, подключенными к выходу фильтра блока БПС-2 (цепи сглаженного напряжения), не должна превышать 500 Вт (номинальной мощности фильтра).

г) Сумма мощности нагрузки, кратковременно подключаемой при работе релейной защиты и автоматики к шинкам  $\pm$ ШУ, и мощности нагрузки, постоянно подключенной к этим шинкам, не должна превышать значения  $P_{\text{доп}} = 2500 \text{ Вт}$ .

Расчетным является такое сочетание режима работы СВТ с аварийной ситуацией на ГПП, когда значение  $P_{\Sigma}$  оказывается наибольшим. При определении  $P_{\Sigma}$  должны быть отдельно рассмот-

рены случаи: повреждения трансформатора, сборных шин 6-10 кВ, работы автоматической частотной разгрузки (АЧР), частотного автоматического повторного включения (ЧАПВ); автоматического включения резерва (АВР).

**ПРИМЕЧАНИЯ:** 1. Если условие б) удовлетворяется в расчете на один блок типа БПС-2, то на ГПП устанавливаются два блока БПС-2, по одному на каждый трансформатор напряжения. Если условие б) не удовлетворяется в расчете на один блок БПС-2, применяется схема с тремя блоками БПС-2.

2. Мощность, кратковременно подключаемая к шинам  $\pm$ ДУ, определяется с учетом мощности отключающих электромагнитов выключателей, на которые воздействуют устройства защиты и автоматики.

3. Для схем ГПП с выключателем в цепи обмотки ВН силового трансформатора, имеющего распределенную обмотку низшего напряжения, ликвидация повреждения в этом трансформаторе связана с отключением трех выключателей: одного на стороне ВН и двух - на стороне НН. В этом случае мощность нагрузки на шинки  $\pm$ ДУ обычно оказывается большей допустимого значения для блока БПС-2. Если выполненные расчеты это подтверждают, то цепи отключения выключателя 110-220 кВ должны быть переведены на питание от конденсаторов, предварительно заряженных от блоков БПЗ-402 или БПЗ-401 (см. вариант "Б").

4. К выходу фильтров блоков БПС-2 подключаются размещенные на шите реле ГПП устройства релейной защиты, использующие в качестве элементной базы полупроводниковые приборы и ин-

МОД-6301-3

Лист  
29

УСЛОВИЯ  
№ 09-82 Л-м 2  
709-79

основано на Концепции  
проектирования (разработано проектом)



тегральные микросхемы, не рассчитанные на работу при пульсациях напряжением 220 В, превышающих 3%. Для аналогичной аппаратуры, установленной в КРУ, рекомендуется придерживаться указаний, изложенных в разделе 5.

### 3.2. Вариант "Б" (рис.3.3)

Особенностью выполнения СВТ по данному варианту является питание оперативных цепей защиты, автоматики и управления от комбинированных блоков питания, состоящих из двух стабилизированных блоков напряжения типа БПС-2, питающихся от разных секций шин шита переменного тока 380/220 В, и двух блоков типа БП-1002, каждый из которых подключается к специально выделенным вторичным обмоткам встроенных трансформаторов тока стержневых ВН силового трансформатора, на разность токов фаз А и С, или на ток одной фазы.

Блоки питания и заряда типа БПЗ-401, предназначенные для заряда конденсаторов отключения отделителей и, при необходимости - выключателя Q1, а также для защиты минимального напряжения, подключаются также как и блоки питания типа БПС-2. Для осуществления быстрого заряда конденсаторов, необходимого в случае включения поврежденного одиночного силового трансформатора ГПП<sup>2</sup>, выходные цепи каждого блока БП-1002 связываются с выходными цепями каждого блока БПЗ-401.

В остальном построение СВТ не отличается от принятого в варианте "А".

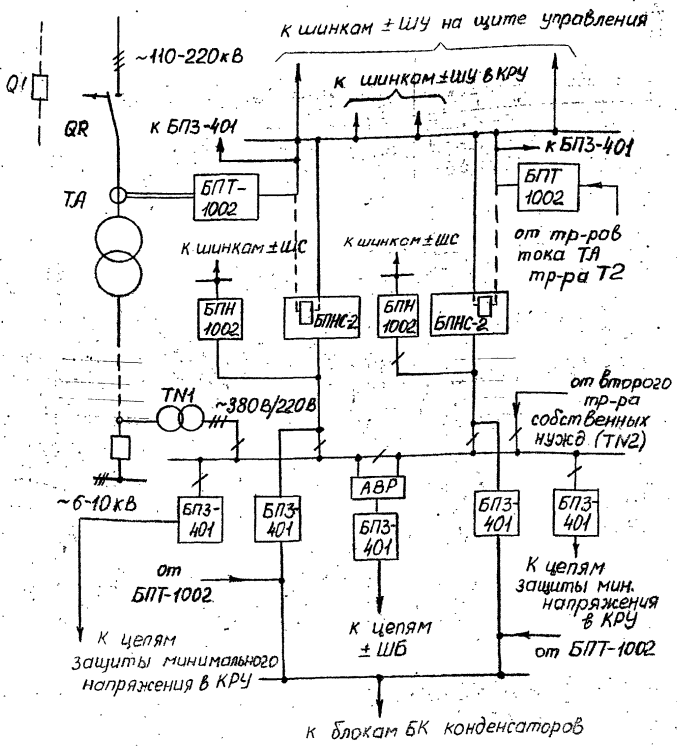


Рис. 3.3. Выполнение СВТ по варианту „Б“

- Примечания:
- 1) при отсутствии отделителя QR и выключателя Q1 блоки БПЗ-401, имеющие связь с блоками БПТ-1002, не устанавливаются.
  - 2) пунктиром показано соединение выхода блока БПТ-1002 с фильтром в блоке БЛНС-2
  - 3) Не показаны цепи сглаженного выходного напряжения блока БЛНС-2.

МО1-6301-3

Копиравал.

Формат А4

Условия, при которых вариант "Б" может быть принят на подстанциях с двухобмоточными трансформаторами сводятся к следующим:

а) Значение тока, протекающего в фазах обмотки ВН силового трансформатора при трехфазном коротком замыкании на стороне НН в точке, где подключен трансформатор собственных нужд ГПП, от которого получает питание блок БПНС-2, должно быть не меньше того, которое необходимо для надежного функционирования комбинированного блока при нагрузке ( $P_3$ ) на шинки ДШУ при работе защиты

$$I_{к.з2}^{(3)} \geq I_{н.р.}$$

где:  $I_{н.р.}$  - значение тока надежной работы комбинированного блока. Определяется по рис. III-16 черт. М01-6301-4.

б) Намагничивающая сила первичной обмотки блока БПНС-2, подключенного к вторичным обмоткам трансформаторов тока, встроенных во вводы силового трансформатора ГПП, по условию допустимого уровня перенапряжений при максимальном значении тока двухфазного КЗ на стороне В.Н. силового трансформатора  $I_{к.з2}^{(2)}$  к/макс не должна превышать  $I_{доп} = 24750$  А. Предельные величины токов коротких замыканий, соответствующие этому условию, приведены в табл.4.2. При значениях тока, больших указанных в таблице, применение варианта "Б" невозможно.

в) Мощность постоянно подключенной к шинкам ДШУ нагрузки оперативных цепей в длительном режиме работы ГПП ( $P_3$ ) не должна превышать номинальную выходную мощность блока питания БПНС-2 ( $P_{БПН} = 1200$  Вт). Расчетным является такой режим работы СВТ,

М01-6301-3

Лист  
32

при котором значение  $R_H$  оказывается наибольшим (обычно - при одном отключенном, например, для ревизии, блоке БНЭС-2).

г) Мощность, потребляемая устройствами РЗА, подключенными к выводу фильтра блока БНЭС-2, не должна превышать 500 Вт (номинальной мощности фильтра).

д) Сумма ( $P_{\Sigma 3}$ ) мощности, кратковременно подключаемой к шинкам  $\Pi\Pi$  при работе релейной защиты ( $P_Z$ ), и мощности, постоянно подключенной к этим шинкам ( $P_H$ ), не должна превышать выходную мощность блока типа БПТ-1002 в кратковременном режиме  $P_{\text{впт}} = 1200$  Вт.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если с учетом мощности отключающих электромагнитов выключателей, на которые воздействуют устройства защиты значение  $P_{\Sigma 3}$  получается большим 1200 Вт, следует цепи электромагнитов включения и отключения выключателей подсоединить к блокам конденсаторов, заряжаемых от блоков питания и заряда типа БПЗ-401. Такое решение не является типовым для КРУ 6-10 кВ и может быть реализовано только переделкой стем вспомогательных цепей.

Для схем ГПП с выключателем в цепи обмотки ВН силового трансформатора, имеющего расщепленную обмотку низшего напряжения, при ликвидации повреждения в этом трансформаторе суммарная нагрузка электромагнитов отключения трех выключателей, двух - на стороне НН и одного - на стороне ВН всегда превышает выходную мощность блока БПТ-1002 (не выполняется условие д). Поэтому для таких ГПП питание цепей электромагнитов отключения выключателей 110-220 кВ должно осуществляться от блоков конденсаторов, заряжаемых от блоков БПЗ-401.

М01-6301-3

Лист

33

Форма взамен УНЧ. 01П  
09-82 лт 2  
09-79  
Чертежи и текстовые документы  
основного комплекта  
Проекта (разного проекта)  
Шифр л. по вкл. Период. и дата  
Взам. шифр

е) Сумма ( $P_{\Sigma A}$  - мощности, кратковременно подключаемой к шинкам ШУ при работе устройств автоматики, ( $P_A$ ) и мощности нагрузки, постоянно подключенной к этим же шинкам, не должна превышать значения  $P_{\text{БПН}} = 2500$  Вт. Расчетным является такое сочетание режима работы СВТ с аварийной ситуацией на ГПП, когда значение  $P_{\Sigma A}$  оказывается наибольшим.

При определении  $P_{\Sigma A}$  должны быть отдельно рассмотрены случаи работы автоматической частотной загрузки (АЧР), частичного автоматического повторного включения (АЧПВ) и автоматического включения резерва (АВР). Работа автоматики должна рассматриваться в условиях отключенного, например, для ревизии, одного блока ВПНС-2.

Также, как и в варианте "А", к выводу фильтров блоков ВПНС-2 подключаются размещенные на шите реле ГПП устройства релейной защиты, использующие в качестве элементной базы полупроводниковые устройства интегральные микросхемы, не рассчитанные на работу при пульсациях напряжения 220 В, превышающие 3%. Для аналогичной аппаратуры, установленной в КРУ, рекомендуется придерживаться указаний, изложенных в разделе 5.

### 3.3. Вариант "В" (рис.3.4)

Этот вариант предназначен для использования на ГПП с силовыми трансформаторами, имеющими расщепленную обмотку низшего напряжения. Он предусматривает установку четырех трансформаторов собственных нужд небольшой мощности (40, 63 кВА), каждый из которых подключен к выводам одной из ветвей расщепленной обмотки низшего напряжения силового трансформатора ГПП. Выводы

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № (номер и текстное описание основного комплекта проекта (разного проекта))  
 Форма (номер-82 № 2) (Ф09-79)  
 Взам. инв. № (номер и текстное описание основного комплекта проекта (разного проекта))

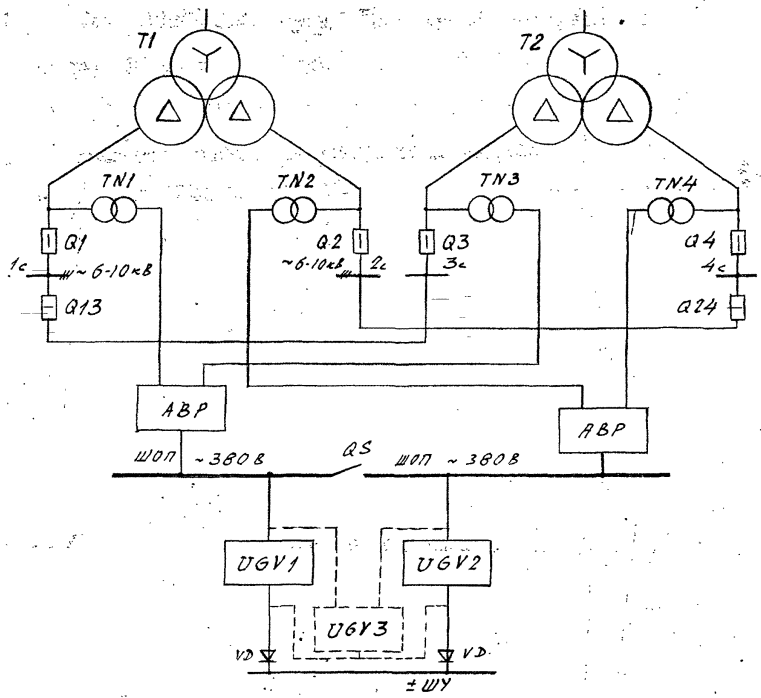


Рис 3.4. Структурная схема организации СВТ по варианту 'B'

UGV1...3 - блоки типа БЛНО-2.

380 В каждой паре трансформаторов собственных нужд образуют (по схеме холодного резерва с АБР) две системы шинек обеспеченного питания, к которым подключаются стабилизированные блоки питания типа БПС-2.

Возможность применения для СВТ только блоков напряжения без БП-1002 связана с тремя особенностями:

- а) отсутствием, как показал опыт эксплуатации, трехфазных коротких замыканий в баке силовых трансформаторов;
- б) работоспособностью блоков БПС-2 при любых несимметричных КЗ;
- в) работоспособностью хотя бы одного блока типа БПС-2 для симметричных КЗ в любых точках стороны 6-10 кВ ГПП.

Несмотря на высокую надежность блоков БПС-2, подтвержденную многолетним опытом эксплуатации, целесообразно учесть даже незначительную возможность выхода его из строя. В этом случае для сохранения высокой эффективности СВТ следует заменить поврежденный блок резервным (на рисунке - *У6V3*), находящимся в холодном резерве.

Во всем остальном построение СВТ не отличается от принятого в варианте "А".

Осуществление варианта "В" никак не связано с мощностью питающей энергосистемы, уровнями токов КЗ на стороне ВН трансформаторов ГПП. Надежное питание оперативных цепей РЗА обеспечивается на любых подстанциях независимо от мощности трансформаторов ГПП во всех расчетных случаях КЗ как на ГПП, так и в зоне действия защит линий, отходящих от шин 6-10 кВ. В этом большое преимущество данного варианта по сравнению с рассмот-

МО1-6301-3

Лист

36

ренными выше вариантами "А" и "Б".

Условия применения варианта "В" совпадают с перечисленными в пп. б) и в) варианта "А".

Инв. на подл. Подл. и дата	Взвешивание	Чертежи и текстовые документы единообразного комплекта проекта (разного формата)	Формат (09-82 лт 2)	Взамен Ф09-79	Имен. ОТП С
----------------------------	-------------	--	------------------------	------------------	----------------

М01-6301-3

Лист

37

Формат А4



#### 4. ПОРЯДОК ВЫБОРА И РАСЧЕТОВ СИСТЕМЫ ВЫ- ПЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА НА ГПП .

##### 4.1. Исходные данные для выбора варианта СВТ

###### 4.1.1. Токи короткого замыкания.

Для оценки принципиальной возможности применения СВТ и выбора варианта ее выполнения должны быть рассчитаны значения токов, протекающих на стороне ВН силового трансформатора ГПП при трехфазных КЗ в точках К2 и К3 (см. рис. I.1).

Указанные значения токов определяются в минимальном режиме работы системы с учетом изменения сопротивления трансформатора при работе РПН.

Кроме того должны быть определены значения токов КЗ при всех видах повреждений: трехфазных (двухфазных) и однофазных коротких замыканиях в точке К1 в максимальном режиме работы системы и при трехфазном КЗ в этой точке в минимальном режиме работы системы.

Приняты следующие обозначения:

$I_{KI, макс}^{(3)}$ ,  $I_{KI, макс}^{(2)}$ ,  $I_{KI, макс}^{(1)}$  - значение тока поврежденной фазы стороны ВН силового трансформатора ГПП при соответственно трех-, двух- и однофазном КЗ в точке К1 в максимальном режиме работы питающей системы, кА.

$I_{KI, мин}^{(3)}$  - то же, но в минимальном режиме работы питающей системы при трехфазном КЗ, кА;

$I_{K2, мин}^{(3)}$  - значение тока фазы стороны ВН силового трансформатора при трехфазном к.з. в точке К2 в минимальном режиме

М01-6301-3

Лист  
38

работы питающей системы и при положении РПН, обуславливающим наибольшее сопротивление силового трансформатора, кА

$I_{кз, \text{мин}}^{(3)}$  - тоже, но при трехфазном к.з. в точке КЗ, кА

#### 4.1.2. Нагрузка цепей оперативного тока,

подключенных к шинкам  $\pm$ ШУ

Расчет нагрузки проводится для трех режимов работы ГПП, одного длительного нормального и двух кратковременных, связанных с работой устройств защиты и автоматики на ГПП.

4.1.2.1. В длительном нормальном режиме, когда не работают устройства релейной защиты и автоматики, нагрузка ( $P_n$ ) - определяется мощностью, потребляемой всеми постоянно включенными реле и аппаратами цепей оперативного тока, в частности:

- реле контроля цепей оперативного тока;
- реле положения коммутационных аппаратов (выключателей, отделителей и т.п.) и резисторами в цепях включения этих реле;
- полупроводниковыми реле, например, реле понижения частоты типа РЧ-1 и реле тока типа РТЗ-51, потребляющими мощность не только в режиме срабатывания, но и в режиме ожидания (если питание этих реле осуществляется от общих шинек  $\pm$ ШУ).

4.1.2.2. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств защиты, установленных на ГПП, нагрузка ( $P_{\Sigma 3}$ ) определяется мощностью всех постоянно включенных реле и аппаратов цепей оперативного тока элементов ГПП ( $P_n$ )

Инв. по подл. Подп. и дата  
Взам. инв. №  
Чертежи и текстовые документы  
основного комплекта  
проектирования (рабочего проекта)  
Форма  
Ф09-92 Л-12  
Взам. инв. №  
Ф09-79  
Иск. ОТП

М01-6301-3

Лист  
39

и мощностью ( $P_{\Sigma}$ ), потребляемой срабатывающими устройствами релейной защиты и устройствами, работающими одновременно с ней (например - устройствами передачи отключающего сигнала, электромагнитами включения короткозамыкателя, отключения выключателей и т.п.).

4.1.2.3. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств автоматики, установленных на ГПП, нагрузка  $P_{\Delta}$  определяется мощностью всех постоянно подключенных к щитку реле и аппаратов цепей оперативного тока элементов ГПП ( $P_{\Sigma}$ ) и мощностью, потребляемой по цепям щитку устройствами автоматики и другими аппаратами, работающими одновременно с этой автоматикой. (Например - электромагнитами отключения выключателей, отключаемых одной очередью АЧР).

#### 4.1.3. Нагрузка цепей "сглаженного" напряжения

Расчет нагрузки цепей оперативного тока устройств релейной защиты и автоматики, подключенных к выводу фильтра блока БПС-2 (цепи "сглаженного" напряжения) выполняется для кратковременного режима, связанного с работой этих устройств с учетом постоянного потребления мощности цепями питания этих устройств.

4.2. Оценка принципиальной возможности применения СВТ и предварительный выбор варианта производятся без учета действительной нагрузки цепей оперативного тока сравнением расчетных значений токов коротких замыканий (см. п.4.1.1) с предельными по условиям надежного функционирования СВТ величинами: приведенными в таблице 4.2.

МО1-6301-3

Лист  
40

4.2.1. В начале оценивается возможность применения варианта "Б".

а) Прежде всего проверяется возможность подключения блока тока БПТ-1002 с точки зрения исключения возникновения опасных перенапряжений на выходе комбинированного блока (БПТ-1002 + БПНС-2) при расчетных видах КЗ в месте установки БПТ-1002.

К расчетным видам КЗ относятся:

- несимметричные КЗ, в тех случаях, когда БПТ-1002 подключается к встроенным в силовой трансформатор трансформаторам тока;
- трехфазные КЗ в тех случаях, когда БПТ-1002 подключается к выносным (не встроенным в силовой трансформатор) трансформатор тока.

Выбор именно таких видов КЗ в качестве расчетных связан с тем, что в практике не зафиксированы случаи трехфазных КЗ в баке силовых трансформаторов.

Условие отсутствия перенапряжений, в соответствии с [5] заключается в том, что:

$$I_{вх} \cdot W_T \leq 24750 \quad (4\mu I)$$

где  $I_{вх}$  - наибольшее значение тока в первичной обмотке блока БПТ-1002;  $W_T$  - число первичных витков БПТ-1002.

В табл.4.1 даны формулы для определения наибольших значений тока  $I_{вх}$  для различных схем включения БПТ-1002: на разность токов фаз ( $K_{ох} = \sqrt{3}$ ) и на ток фазы ( $K_{ох} = 1$ ).

Принимая сопротивления прямой и обратной последовательности питающей системы одинаковыми и  $I_{к1, макс}^{(1)} \leq \frac{\sqrt{3}}{2} I_{к, макс}^{(3)}$ , из (4.1) и табл.4.1 получим, что во избежание перенапряжений должно выполняться:

М01-6301-3

Лист

41

№ п. л. подл. Подп. и дата Вып. инст. изд. Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) ФОРМА Ф09-92 л.т2 ВЗАМЕН Ф09-79 / Ноч. ОПП

$$= \text{при } K_{\text{сх}} = \sqrt{3} \\ I_{\text{к, макс}}^{(3)} \leq I_{\text{к, макс}} = \frac{K_{\text{I}} : 24750}{\sqrt{3} : W_T : K} \quad (4.2)$$

где  $K = I_{\text{I}}$  - коэффициент запаса.

$$= \text{при } K_{\text{сх}} = I \\ I_{\text{к, мин}}^{(3)} \leq 2 \cdot I_{\text{к, макс}} \quad (4.3)$$

Если значение тока  $I_{\text{кI, макс}}^{(1)} > \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\text{к, макс}}^{(3)}$ , то условие (4.3) изменяется на

$$I_{\text{к, макс}}^{(1)} \leq I_{\text{к, макс}} \cdot \sqrt{3} \quad (4.4)$$

Значения  $I_{\text{к, макс}}$  приведены в табл. 4.2.

б) После проверки выполнения условия а) необходимо убедиться в том, что БПТ-1002 надежно функционирует при трехфазных К.З. на стороне НН силового трансформатора ГПП, сопровождающимся снижением напряжения в месте подключения БПНС-2 более чем на 50%  $U_{\text{ном}}$ . Указанная проверка осуществляется сопоставлением значений токов  $I_{\text{к2, мин}}^{(3)}$  или  $I_{\text{к3, мин}}^{(3)}$  со значением  $I_{\text{нр}}$ , полученным из условий работы комбинированного блока БПТ-1002+БПНС-2 при трехфазных К.З.:

$$I_{\text{к, мин}}^{(3)} \geq I_{\text{к, мин}} = 2K \cdot I_{\text{нр}} \text{ где}$$

$K = I_{\text{I}}$  - коэффициент запаса

$$I_{\text{нр}} = \frac{F_{\text{н.р}} \cdot I_{\text{ном.т.т}}}{W_T \cdot 5 : K_{\text{сх}}}$$

где  $F_{\text{н.р}}$  - намагничивающая сила, надежной работы БПТ-1002 при полной нагрузке блока (1200 Вт);

$I_{\text{ном.т.т}}$  - номинальный ток трансформаторов тока, к которым подключен БПТ-1002.

М01-6301-3

Лист  
42

Окончательно условие надежной работы выглядит следующим образом:

$$I_{к2, \text{мин}}^{(з)} \geq I_{к, \text{мин}} = \frac{2k \cdot F_{н.р} \cdot I_{\text{ном.тТ}}}{5 W_T \cdot K_{сх}} \quad (4.5)$$

$$I_{кз, \text{мин}}^{(з)} \geq I_{к, \text{мин}} \quad (4.6)$$

Значения  $I_{к, \text{мин}}$  приведены в табл.4.2.

Если выполняется условие а) и неравенство (4.6), то для дальнейшего рассмотрения оставляется вариант "Б" с присоединением трансформатора собственных нужд (в схемах Н4-Н8, рис.1.1) непосредственно перед выключателем ввода в КРУ.

Если выполняется условие а) и неравенство (4.5), а неравенство (4.6) - не выполняется, необходимо в дальнейшем рассматривать вариант "Б" с присоединением трансформатора собственных нужд к выводам обмотки НН силового трансформатора ГПП.

При невыполнении условия а) или неравенства (4.5) следует перейти к рассмотрению других возможных вариантов осуществления СУГ.

4.2.2. Применение варианта "А" определяется возможностью установки трансформатора напряжения на стороне ВН ГПП и условием:

$$I_{кI, \text{мин}}^{(з)} \geq I_{кI, \text{ВН}, \text{мин}}^{(з)} \quad (4.7)$$

где:  $I_{кI, \text{ВН}, \text{мин}}^{(з)}$  - минимальное значение тока к.з на стороне В.Н, при котором по условию величины остаточного напряжения при трехфазном к.з за трансформатором, возможно применение блока БНС-2 (определяется по Табл.4.2)

М01-6301-3

Лист

43

Копировал

Формат А4

Чертёжи и текстовые документы  
 основного комплекта  
 проекта (рабочего проекта)  
 Форма  
 Ф09-82 мпг  
 Ф09-79  
 Времен  
 / Илч. ОТП  
 Инв. лн. подл.  
 Подл. и дата  
 Взам. инв. лн.

Таблица 4.1

Значение тока в первичной обмотке блока БПТ-1002 для различных схем его включения на трансформаторы тока стороны ВН силового трансформатора ГПП

Вид К.З.	Значение первичного тока при К.З. на стороне ВН	БПТ-1002 включен на разность токов фаз $K_{сх} = \sqrt{3}$	БПТ-1002 включен на фазный ток $K_{сх}=1$
1	2	3	4
$K^{(3)}$	$I_{KI, макс}^{(3)}$	$\frac{\sqrt{3} I_{KI, макс}^{(3)}}{K_I}$	$\frac{I_{KI, макс}^{(3)}}{K_I}$
$K^{(2)}$	$I_{KI, макс}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{KI, макс}^{(3)}$	$\frac{\sqrt{3} I_{KI, макс}^{(3)}}{K_I}$	$\frac{I_{KI, макс}^{(2)}}{K_I} = \frac{\sqrt{3} I_{KI, макс}^{(3)}}{2 \cdot K_I}$
$K^{(1)}$	$I_{KI, макс}^{(1)}$	$\frac{I_{KI, макс}^{(1)}}{K_I}$	$\frac{I_{KI, макс}^{(1)}}{K_I}$

ПРИМЕЧАНИЕ:  $K_I$  - коэффициент трансформации трансформаторов тока.

В минимальном режиме индекс „макс“ заменяется на индекс „мин“.

М01-6301-3

Лист

44

Содержит АИ

Изм. по подл.	Подп. и дата	Взам. изв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма Ф09-82 лт 2	Взам. № Ф09-79	Исч. отп. [подпись]
---------------	--------------	--------------	--	----------------------	-------------------	------------------------

Таблица 4.2

Данные силового трансформатора ГПП				Вариант "А"	Вариант "Б"						
Тип	S <sub>ном.</sub> , МВА	U <sub>ном. вн.</sub> , кВ	соедин. обмоток НН	Значение (э) I <sub>к, вн.</sub> , мин кА	Данные тр-ров тока		Количество витков БПТ W <sub>т</sub>	Предельные значения величин			
					Тип	K <sub>I</sub>		I <sub>к. макс</sub> кА	I <sub>к. макс</sub> <sup>√3</sup> кА	2 · I <sub>к макс</sub> кА	I <sub>к, мин</sub> кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТДН	16	115	Д	1,23	ТВД- -110	150/5	75	5,2	9,0	10,4	2/1,16
						200/5	100	5,2	9,0	10,4	2/1,16
ТРДН	25	115	Д/Д	0,95	ТВД- -110	200/5	не может быть применен				
						300/5					
			Д//Д	1,91	ТВД- -110	200/5	100	5,2	9,0	10,4	2/1,16
						300/5	175	4,46	7,7	8,9	1,71/1,0

МД1-6301-3

Длина вл



Продолжение табл. 4.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТРДН	32	II5	Д/Д	1,23	ТВТ- -II0	300/5	I75	4,46	7,7	8,9	1,71/1,0
			Д//Д	2,47		300/5	I75	4,46	7,7	8,9	1,71/1,0
ТРДН	40	II5	Д/Д	1,57	ТВТ- -II0	300/5	I75	4,46	7,7	8,9	1,71/1,0
				400/5		200	5,2	9,0	10,4	2/1,16	
			Д//Д	3,14	ТВТ- -II0	300/5	I75	4,46	7,7	8,9	1,71/1,0
				400/5		200	5,2	9,0	10,4	2/1,16	
ТРДН	63	II5	Д/Д	2,41	ТВТ- -II0	600/5	200	7,8	13,5	15,6	3/1,73
			Д//Д	4,80		600/5	200	7,8	13,5	15,6	3/1,73
ТРДН	80	II5	Д/Д	3,09	ТВТ- -II0	600/5	200	7,8	13,5	15,6	3/1,73
				750/5		200	9,7	16,8	19,4	3,75/2,26	

M01-6301-3

Инв. по подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма Ф09-82 лт2	Взамен Ф09-79	Нач. ОП <i>Сид</i>
---------------	--------------	--------------	--	---------------------	------------------	-----------------------

Продолжение табл. 4.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ТРДЦН	80	115	Д//Д	6,18	ТВТ- -110	600/5	200	7,8	13,5	15,6	3/1,73
						750/5	200	9,7	16,8	19,4	3,75/2,16
ТРДНГ	32	230	Д/Д	0,38	ТВТ- -220	200/5	не может быть применен				
			Д//Д	0,76		200/5	125	4,1	7,0	8,3	-
ТРДНГ	63	230	Д/Д	0,76	ТВТ- -220	300/5	200	3,9	6,7	7,8	1,5/0,87
			Д//Д	1,51		300/5	200	3,9	6,7	7,8	1,5/0,87
ТДЦ	80	242	Д	2,09	ТВТ- -220	300/5	200	3,9	6,7	7,8	1,5/0,87
						400/5	200	5,2	9,0	10,4	2/1,16

МД1-6301-3

Длина 80

ПРИМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦЕ 4.2.

1. В графе  $I_{к, мин}$  даны значения наименьшего тока на стороне ВН силового трансформатора ГПП при трехфазном КЗ на форме НН:

в числителе - для  $K_{ох} = 1$   
 в знаменателе - для  $K_{ох} = \sqrt{3}$

2. В тех случаях, когда действительное значение тока короткого замыкания на стороне ВН силового трансформатора оказывается больше, чем приведенное в графе  $I_{к, макс}$  следует перейти от схемы включения БПТ-1002 на разность токов к схеме включения его на ток одной фазы. В этом случае действительное значение тока трехфазного КЗ. не должно превышать  $2 \cdot I_{к, макс}$

3. В случаях, когда действительное значение тока короткого замыкания на стороне ВН силового трансформатора оказывается больше, чем приведенное в графе  $2 \cdot I_{к, макс}$  следует предпочесть уменьшить  $Wt$  по сравнению с указанным в соответствующей графе. При этом пропорционально возрастут значения:  $I_{к, макс} \cdot \sqrt{3}$ ,  $I_{к, макс} \cdot 2$  и  $I_{к, мин}$ . Например, вместо  $Wt = 200$  можно предпочесть установить  $Wt = 175$  или  $125$ .

проект (разное количество листов)

М01-6301-3

лист  
48

Копировать

Формат А4

Если условие (4.7) выполняется, вариант "А" может быть принят.

4.2.3. Возможность применения СВТ по варианту "В" на ГПС с трансформаторами, имеющими расщепленную обмотку низшего напряжения, не ограничивается мощностью энергосистемы, т.е. не зависит от уровня токов коротких замыканий как на стороне ВН, так и на стороне НН силовых трансформаторов.

#### 4.3. Расчет СВТ по варианту "Б"

4.3.1. Производится проверка соответствия нагрузок на блоки питания СВТ их номинальным выходным параметрам. Должны удовлетворяться следующие условия:

$$P_H \leq P_{БПН} = 12000 \text{ Вт} \quad (4.8)$$

$$P_{\Sigma 3} \leq P_{БПТ} = 1200 \text{ Вт} \quad (4.9)$$

$$P_{\Sigma A} \leq P_{БПН} = 2500 \text{ Вт} \quad (4.10)$$

Если не выполняется неравенство (4.9), следует перевести наиболее энергоемкие цепи электромагнитов отключения выключателей на питание от предварительно заряженных конденсаторов. При этом  $P_{\Sigma 3}$  значительно уменьшается и неравенство (4.9) обычно удовлетворяется.

При невыполнении неравенства (4.8) в расчете на один блок типа БПНС-2 следует принять 3 блока БПНС-2 в СВТ с использованием одного из них в качестве резервного заменяющего вышедший из строя или находящийся в ревизии блок БПНС-2. Тогда неравенство (4.8) становится таким:

$$\frac{P_H}{2} \leq P_{БПН} = 1000 \text{ Вт} \quad (4.8a)$$

М01-6301-3

Лист

49

Инв. л. лев. Подл. и дата. Введен. упр. инж. (Инициалы и текст) (дата документа)  
 Форма (Ф09-82 л. 2)  
 Возврат (Ф09-79)  
 Нач. ОПП

Выполнение неравенства (4.10) может быть (при необходимости) обеспечено за счет уменьшения числа одновременно отключаемых устройствами автоматики выключателей или за счет увеличения числа блоков БПС-2 в СВТ.

В том случае, когда на ГПП имеются устройства релейной защиты и автоматики, критичные к пульсациям напряжения, имеющимся в напряжении  $\pm 220$  В шинки управления ( $\pm ШУ$ ), и/подключенные поэтому к шинкам "сглаженного" напряжения, кроме условий (4.8)...(4.10) должно быть выполнено:

$$P'_{\Sigma c} = \frac{P_{\Sigma c}}{m} \leq 500 \text{ Вт}, \quad (4.11)$$

где  $P_{\Sigma c}$  - нагрузка цепей "сглаженного" напряжения;

$m$  - число одновременно работающих блоков БПС-2.

4.3.2. Уточненная проверка надежной работы комбинированного блока проводится (при необходимости) сопоставлением значения тока  $I$  н.р., определенного по рис. III-ПБ (черт. М01-6301-4) для реального значения  $P_{\Sigma c}$  с величинами  $I_{к2, \text{мин}} / \sqrt{3}$  и  $I_{к3, \text{мин}} / \sqrt{3}$ .

Если выполняется одно из 2-х условий:

$$I_{к2, \text{мин}} / \sqrt{3} \geq I \text{ н.р.} \quad (4.12)$$

$$I_{к3, \text{мин}} / \sqrt{3} \geq I \text{ н.р.} \quad (4.13)$$

Вариант "Б" принимается окончательно.

Числа витков блока БПТ-1002, коэффициент трансформации трансформаторов тока, выписанные из табл. 4.2 для соответ-

М01-6301-3

Лист  
50

ствующего типа силового трансформатора ГПП и результаты расчетов вносятся в формуляр.

#### 4.4. Расчет СВТ по варианту "А"

4.4.1. Производится проверка соответствия нагрузок на блоки питания БПНС-2 их номинальным выходным параметрам:

$$P'_H = \frac{P_H}{m} \leq P_{\text{ВЛН}} = 1200 \text{ Вт} \quad (4.14)$$

$$P'_Z = \frac{P_{Z2}}{m} \leq P_{\text{ВЗП}} = 2500 \text{ Вт} \quad (4.15)$$

$$P'_A = \frac{P_{ZA}}{m} \leq \frac{P_{\text{ВЗП}}}{m} = 2500 \text{ Вт} \quad (4.16)$$

$$P'_{ZC} = \frac{P_{ZC}}{m} \leq 500 \text{ Вт} \quad (4.17)$$

4.4.2. Сечение жил контрольного кабеля для подключения БПНС-2 к трансформатору напряжения. Выбирается по кривым рис.17 (черт.М01-6301-4). На этом рисунке строится точка с координатами  $P_{Z2}, \ell_m$ , где  $\ell_m$  - расстояние в метрах от трансформатора напряжений до блока БПНС-2). Сечение жил контрольного кабеля выбирается соответствующее ближайшей к точке кривой рис.17, лежащей выше этой точки.

#### 4.5. Расчет СВТ по варианту "Б"

Расчет СВТ по данному варианту сведится к проверке соответствия нагрузки на каждый блок питания возможностям БПНС-2 - по условиям (4.14)...(4.17).

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Во всех вариантах выполнения СВТ нагрузка блоков питания типа БПН-1002, предназначенных для подключения цепей сигнализации, не должна превышать номинальное значение 700 Вт. (см.п.2.4.2)

М01-6301-3

лист  
51

Инв. л. подл. Подп. и дата. Взам. инв. л. Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) Формат Ф09-92 л.м.2 Взам. инв. л. Ф09-79 / Иск. ОТП

5. СИСТЕМА ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА (ВТ)  
НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ.

5.1. Общие положения.

5.1.1. Система выпрямленного оперативного тока на распределительных пунктах (РП), как правило, состоит из (рис.5.1):

а) комбинированных блоков питания (БПТ-1002 + БПНС-2), обеспечивающих оперативный ток на шинках управления (+ШУ) вспомогательных цепей комплектных распределительных устройств 6-10 кВ (блоки  $U_{6A1} + U_{6V1}$  и  $U_{6A2} + U_{6V2}$  на рис.5.1);

б) нестабилизированных блоков питания  $U_{6V3}$  и  $U_{6V4}$  (БПН-1002), питающих цепи сигнализации и оперативной блокировки разъединителей (шинки +ШС и +ШБ);

в) блоков питания и заряда (БПЗ-401) и блоков заряженных конденсаторов (БК-400), обеспечивающих функционирование защиты минимального напряжения на РП с присоединениями высоковольтных электродвигателей (на рисунке не показаны);

г) устройств  $AUG1$  и  $AUG2$  (УКПК или УКП), питающих шинки (+ШП) электромагнитов включения выключателей с электромагнитным приводом.

5.1.2. Использование комбинированного блока БПТ-1002 + БПНС-1002 для питания шинки +ШУ, к которой подключены устройства релейной защиты и автоматики, не рекомендуется по следующим причинам:

= На РП, как правило, предусматриваются устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР), оперативные цепи которых

М01-6301-3

Лист  
52

Шифр по плану, Полюс и дата, Время, иф. на, Чертёжи и текстовые документы, Формат, Времен, / Ивч. ОТП, 089-82 км-2, 09-79

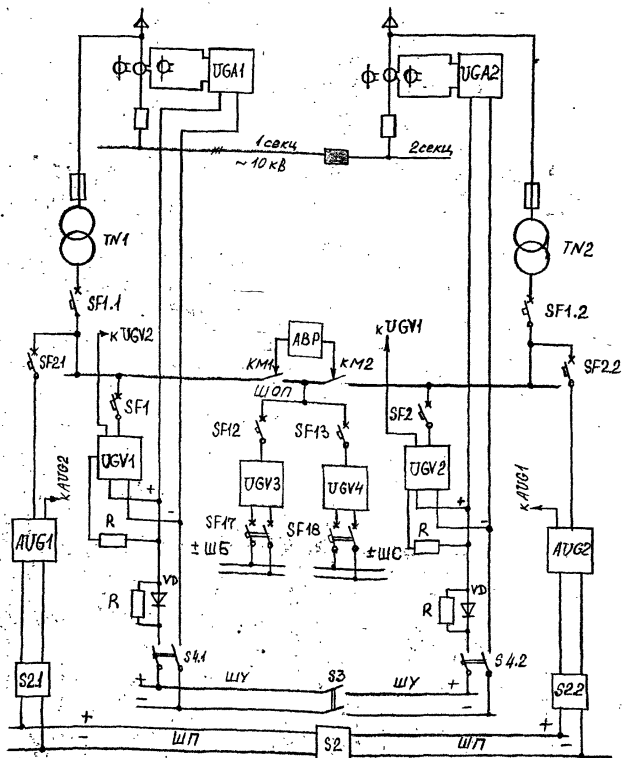


Рис. 5.1. Структурная схема СВТ на РП (перемычки между секциями ±ШУ и ±ШП и устройство контроля изоляции не показаны).

1. Аппаратура в шкафу трансформаторов собственных нужд (ТН1; ТН2):  
 SF1.1; SF1.2; SF2.1; SF2.2 - автоматические выключатели
2. Аппаратура в шкафу низковольтной аппаратуры:  
 KM1; KM2 - контакторы; SF1; SF2; SF12; SF13; SF17; SF18 - автоматические выключатели.

МО1-6301-3

Лист

53

Копировать

Формат А4



(в соответствии с решением № 185 от 12.05.69 г. Главтехуправление Минэнерго СССР) должны питаться от стабилизированных источников.

= На РП с присоединением высоковольтных электродвигателей необходимо обеспечить стабильное напряжение в оперативных цепях во всех эксплуатационных режимах, в том числе - в режимах пуска и самозапуска электродвигателей.

5.1.3. Для возможности взаимного резервирования рекомендуется установка двух групповых блоков.

5.1.4. В связи с тем, что стабилизированный блок напряжения типа БПНС-2 обеспечивает требуемый уровень выходного напряжения при всех несимметричных коротких замыканиях в месте установки блока достаточно, чтобы блок тока БПТ-1002 функционировал только при трехфазных коротких замыканиях. Поэтому в типовых технических решениях предусматривается подключение блоков БПНС-2 к трансформаторам собственных нужд TN1 и TN2, включенным до выключателей высоковольтных вводов на РП, а блоков БПТ-1002 - к трансформаторам тока фазы "В" - с тем, чтобы трансформаторы тока фаз "А" и "С" могли бы быть использованы для релейной защиты и (или) учета электроэнергии. При необходимости, определяемой расчетом, обе вторичные обмотки фазного трансформатора тока соединяются последовательно. Важно отметить, что с точки зрения правильного функционирования защитных аппаратов сети выпрямленного оперативного тока каждый групповой блок подключается к "своей" секции шин  $\Delta$ У в КРУ. Параллельная работа блоков осуществляется замыканием секционного пакетного выключателя (или рубильника - S3) шин.

MO1-6301-3

Лист

54

Формат А4

Диоды УД1 совместно с резисторами R обеспечивают надежную работу цепей ШУ как в нормальном, так и в аварийных (при повреждении одного из групповых блоков или в питающем кабеле) режимах. Резисторы R предназначены для обеспечения связи между блоками и уменьшения перенапряжений, возникающих на выходе блоков при высоких уровнях токов коротких замыканий в первичной сети.

5.1.5. При трех и более независимых источниках электроснабжения (например, для трехсекционной РП с питанием от 3-х независимых источников) целесообразно рассмотреть вопрос об отказе от использования токовых блоков БПН-1002, ограничившись тремя блоками БПНС-2, включенным параллельно на стороне выпрямленного напряжения. В этом случае в резисторах R1 и R2 нет необходимости.

5.1.6. Блоки БПН-1002 подключаются к так называемым шинкам обеспеченного питания (ШОП) 380 В, т.е. к выходу устройства автоматического включения резерва (АВР) в системе собственных нужд РП. Аналогично выполняется и подключение блоков БПВ-401. При необходимости, например, при выходе из строя одного из блоков БПН-1002, шинки ШБ и ШС могут быть объединены.

5.1.7. Устройства УКПК подключаются также, как и блоки БПНС-2. Целесообразно предусматривать параллельную работу УКПК на шинах ШП.

5.1.8. Аппаратура питания цепей ШС, ШБ, шинки минимального напряжения, цепей заряда блоков конденсаторов располагается в шкафу низковольтной аппаратуры (ШНА), входящему в серию КРУ серий КМ1, КМ1Ф. Здесь же находятся токовые блоки БПН-1002 и устройство контроля изоляции оперативных цепей. Шкаф выполнен по схеме вспомогательных цепей 5ББ.350.745.

М01-6301-3

Инв. № подл. Подл. и дата (визит. штамп) (Формат А4)  
Формат А4  
Время (Формат А4)  
Наим. отд.

5.1.9. Блоки БПС-2 подключаются к трансформаторам собственных нужд "де" схемы АБР. Соответствующие автоматические выключатели расположены в ШНД.

5.1.10. Автоматические выключатели для подключения УККК находятся в шкафу трансформатора собственных нужд (схема вспомогательных цепей 5ВВ.350.750).

## 5.2. Особенности СБТ на РП при наличии устройств РЗА, выполненных на микроселектронной элементной базе.

Одной из особенностей СБТ является наличие существенных пульсаций в мривой выпрямленного напряжения. Значение этих пульсаций обычно превышает 3% - предельную величину, при которой еще обеспечивается удовлетворительная работа устройств релейной защиты и автоматики, используемых в качестве элементной базы полупроволниковые приборы, интегральные микросхемы, герконовые реле. Для обеспечения необходимого качества выходного напряжения комбинированных блоков СБТ во всех аварийных режимах работы первичной сети питание указанных устройств РЗА должно осуществляться через встроенный в БПС-2 сглаживающий фильтр, причем блок тока типа БПТ-1002 должен подключаться к выходу стабилизированного (но не сглаженного!) напряжения БПС-2.

Вместе с тем устройства РЗА, установленные в серийных КРУ, не имеют отдельной сети оперативного тока, позволяющей осуществить подключение цепей питания РЗА к выходу "сглаженного" напряжения. Их питание осуществляется от общих с электромагнитами отключения и контактерами включения приводов выключателей шинек оперативного тока ШУ. Соединение выхода фильтра

М01-6301-3

Лист

56

Копировал

Формат А4

блока БПНС-2 с этими шинками не только (в лучшем случае) ограничивает возможность использования установленной мощности БПНС-2, но и в ряде случаев делает невозможной применение СВТ.

Дело в том, что подключение контактами выходных реле защиты нескольких электромагнитов отключения выключателей (например, при действия защиты шин) к шинкам  $\pm$ ШУ, получающим питание от одного фильтра комбинированного блока БПТ-БПНС-2, приводит к существенной перегрузке этого фильтра и, как следствие, к непустимому снижению напряжения на шинках  $\pm$ ШУ.

Наиболее целесообразным представляется в связи с этим замена двухпроводной сети выпрямленного тока на трехпроводную: "[+] ШУ" (плюс сглаженного напряжения), "+ШУ" (плюс несглаженного напряжения) и общий минус сети " -ШУ".

При этом двухполюсные автоматические выключатели в КРУ должны быть заменены на трехполюсные (см. рис. 5.2). От системы  $\pm$ ШУ получают питание электромагниты управления привода выключателя, а от системы [+] ШУ; -ШУ - устройства РЗА, критичные к пульсациям напряжения в сети оперативного тока (такие, например, как ЯРЗ-220I). Организация такого рода сети представляется только целесообразной с началом массового внедрения микроэлектронных устройств РЗА, из-за существенных затрат, снижающих технико-экономическую эффективность СВТ.

До этого времени рекомендуется:

а) реле защиты и автоматики, имеющие возможность осуществления питания как по постоянному (выпрямленному), так и по переменному ( $\sim 100$  В) току (например, реле типа РТЗ-5I), подключать ко вторичным цепям шинных трансформаторов напряжения. Указанное не относится к реле частоты АЧР;

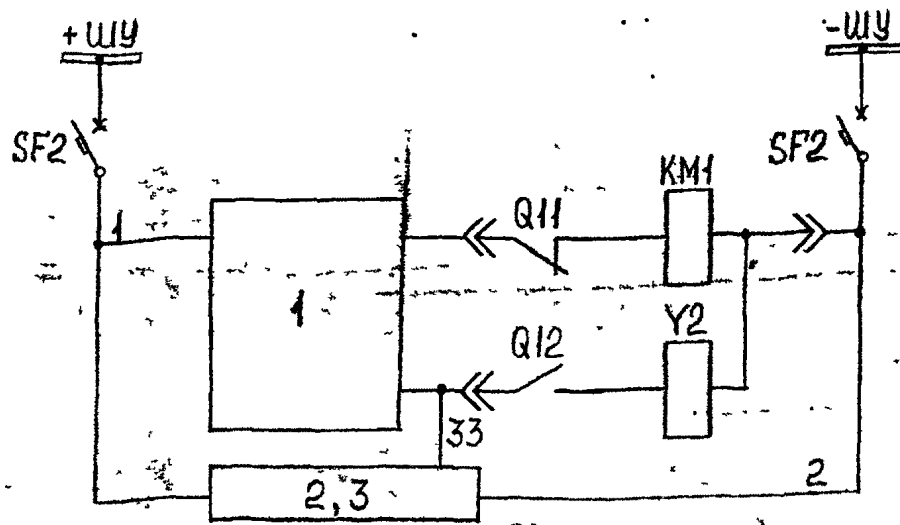
М01-6301-3

лист

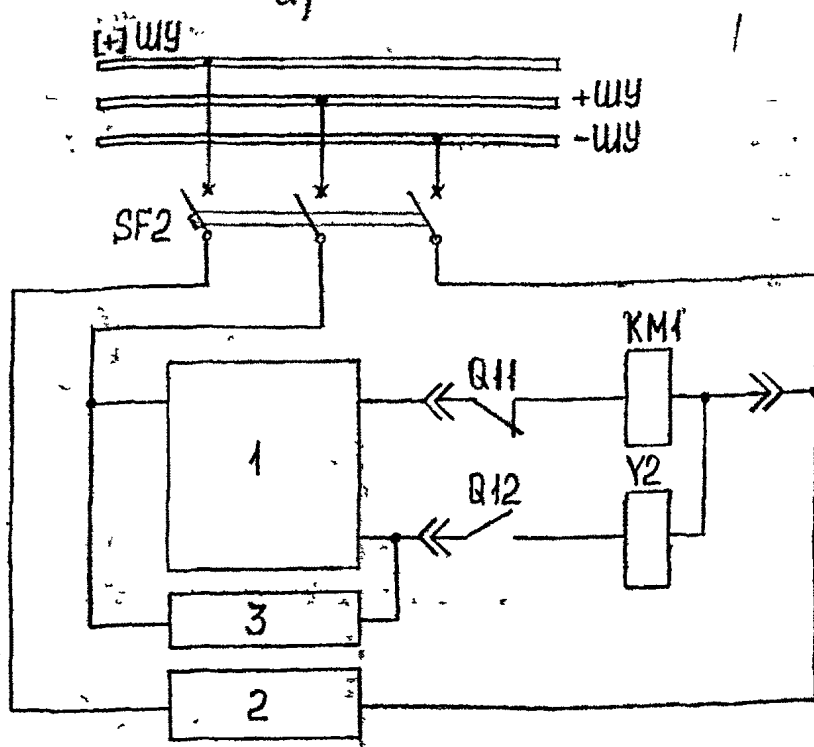
57

Изм. по задан. / проект. и детализ. / введ. в строй. / введ. в строй. / чертёжи и текстовые документы / форма / взамен / нач. ОП

проект (рабочего проекта) [009-82 МТЗ ФУУ-19] 28-600



а)



б)

Рис. 5.2. Варианты выполнения оперативных цепей присоединения (отходящей линии) к КРУ.

а) Релейная защита выполнена на электромеханических реле

б) Релейная защита выполнена на микроэлектронной базе.

1-командоаппараты и цепи реле контроля электромагнитов KM1 и Y2;

2- оперативные цепи релейной защиты ;

3- выходные цепи релейной защиты.

б) реле частоты АЧР, а если возможно, то и всю аппаратура АЧР, подключать к выходу фильтра, встроенного в комбинированный блок. К этому же выходу целесообразно подключать и другие центральные устройства РЗА, не связанные общими цепями с цепями: управление выключателей 6-10 кВ.

Приведенные рекомендации не могут быть, к сожалению, использованы в КРУ с устройствами РЗА серии ЯРЭ220I, так как блок питания, встроенный в ЯРЭ220I, не может быть подключен к источнику переменного напряжения. Решение проблемы использования ЯРЭ-220I на подстанциях и распределительных пунктах с выпрямленным оперативным током возможно следующими способами:

- созданием отдельной шинки "сглаженного напряжения" и установкой в каждом шкафу КРУ с выключателем 6-10 кВ трехполюсного автоматического выключателя (взамен двухполюсного) в оперативных цепях 220 В;
- увеличением мощности встроенного в БПС-2 фильтра с тем, чтобы все устройства РЗА и цепи управления выключателя подключались бы к стороне  $\Delta$  сглаженного напряжения. Этот способ представляется наименее реальным, так как приведение мощности фильтра в соответствие с выходной мощностью БПС-2 существенно увеличило бы габариты фильтра и ухудшило технико-экономические показатели СВТ;
- установкой дополнительного блока БПС-2 с тем, чтобы расчетным режимом питания нагрузки всегда являлся бы режим с двумя рабочими блоками БПС-2 и соответственно с двумя рабочими фильтрами, включенными на параллельную работу. Это увеличивает выходную мощность комбинированного блока по

М01-6301-3

Лист

59

Копирован

Формат А4

009-82 л.п.2 09-79

основного комплекта,  
проект (работы проекта)

цепям сглаженного напряжения до (примерно) 1000 Вт. что, конечно, не в полной мере соответствует полной выходной мощности БПС-2, но облегчает решение задачи питания устройств РЗА совместно с электромагнитами привода выключателей 6-10 кВ.

## 6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ СИСТЕМЫ

### ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА НА РП.

#### 6.1. Исходные данные

##### 6.1.1. Токи короткого замыкания.

Для оценки принципиальной возможности применения СВТ и выполнение расчета условий ее надежной работы должны быть определены наибольшее и наименьшее значение тока трехфазного короткого замыкания на шинах 6-10 кВ РП:  $I_{к, \max}^{(3)}$  и  $I_{к, \min}^{(3)}$

##### 6.1.2. Нагрузка цепей оперативного тока, подключенных к шинкам ДЩУ

Расчет нагрузки производится также как и для СВТ на ГЩ, для трех режимов: одного длительного нормального и двух кратковременных, связанных с работой устройств РЗА на РП. Расчет должен выполняться с учетом изложенного в п.5.2.

6.1.2.1. В длительном нормальном режиме, когда не работают устройства РЗА нагрузка на блоки питания ( $P_n$ ) - определяется мощностью, потребляемой всеми постоянно включенными реле и аппаратами цепей оперативного тока: реле помещения выключателя, резисторами в цепях этих реле, реле-повторителями положения выключателей, цепями питания полупроводниковых реле.

М01-6304-3

Лист  
60

Копировал

Формат А4

основного комплекта  
проектирования (работы проекта)  
№ 09-82 Лт 2 | 09-79

6.1.2.2. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств релейной защиты, нагрузка на комбинированный блок СВТ определяется суммой ( $P_n + P_z$ ), где  $P_z$  — мощность, потребляемая срабатывающими устройствами релейной защиты и электромагнитами отключения выключателей, отключающимися действием этих устройств релейной защиты. На РП, где имеется защита шин и (или) дуговая защита, в качестве основного расчетного режима должен быть рассмотрен случай короткого замыкания на сборных шинах КРУ.

6.1.2.3. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств автоматики, предусмотренных на РП, нагрузка  $P_d$  на блоки питания (БПС-2) определяется мощностью  $P_n$  постоянно-включенных реле и аппаратов и мощностью, потребляемой по цепям  $\pm U$  самими устройствами автоматики (например, АЧР) и другими аппаратами, работающими одновременно с этой автоматикой (например, электромагнитами отключения выключателей, отключаемыми одной очередью АЧР).

6.1.3. Нагрузка цепей "сглаженного" напряжения.

В тех случаях, когда на РП организовано питание устройств РЗА, критичных и пульсациям напряжения на шинах выпрямленного оперативного тока, от отдельных шинек "сглаженного" напряжения (см. п.5.2), должна быть определена нагрузка на эти шинки со стороны подключенных к ним устройств РЗА.

## 6.2. Порядок проверки комбинированного блока питания (БП-1002 + БПС-2)

6.2.1. Производится проверка возможности применения СВТ

М01-6301-3

Лист  
61

Копировал

Формат А4



Таблица 6.1

Данные трансформаторов тока, к которым подключен БПТ-1002			Число витков БПТ-1002  $W_T$	Наименьшее значения тока К.З. на шинах РП $I_{к, мин}, \text{кА}$			Наибольшее значение тока КЗ на шинах РП $I_{к, макс}, \text{кА}$
Тип	$K_T$	Класс сердечн.		Нагрузка блока при К.З. $P_{кз}, \text{Вт}$			
				1000	1200	1500	
1	2	3	4	5	6	7	8
ТЛК-10	1500/5	10P	75	15,4/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2
	1000/5	10P	75	10,4/6,0	13,5/7,8	20,0/11,6	66/38,1
	1000/5	0,5	50	15,7/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2
	600/5	10P	50	9,3/5,4	12,2/7,1	18,0/10,4	59,4/34,3
ТЛШ-10	2000/5	10P	100	15,4/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2
Т10Л-10	600/5	10P	50	9,3/5,4	12,2/7,1	18,0/10,4	59,4/34,3
	800/5	10P	75	8,4/4,9	10,8/6,3	16,9/9,3	52,8/30,5
	1000/5	10P	50	15,4/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2
	1500/5	10P	75	15,4/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2

М01-6301-3

62

Лист

Продолжение табл.6.1

I	2	3	4	5	6	7	8
ТММ	2000/5	0,5	100	15,4/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2
	2000/5	10P	175	8,8/5,1	11,6/6,7	17,2/10,0	56,6/32,7
	3000/5	0,5	175	13,2/7,7	17,4/10,0	25,7/14,8	85/49,1
	3000/5	10P	200	11,6/6,7	15,2/8,8	22,5/13,0	74,2/42,8
ТМ-10К	600/5	10P	50	9,3/5,4	12,2/7,1	18,0/10,4	59,4/34,3
	800/5	10P	50	12,4/7,2	16,2/9,4	24,0/13,9	79,2/45,7
	1000/5	10P	75	10,4/6,0	13,5/7,8	20,0/11,6	66/38,1
	1500/5	10P	75	15,4/8,9	20,3/11,7	30,0/17,3	99/57,2
ТМ-10	800/5	10P	100	6,2/3,6	8,1/4,7	12,0/6,9	39,6/22,8 <sup>#</sup>
	1000/5	10P	100	7,7/4,5	10,1/5,9	15,0/8,7	49,5/28,6 <sup>#</sup>
	1500/5	10P	125	9,3/5,4	12,2/7,1	18,0/10,4	59,4/34,3

Копирабель

М01-6301-3

Формат А4

Продолжение табл.6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ТВЛМ-10	800/5	IOP	I00	6,2/3,6	8,1/4,7	I2,0/6,9	39,6/22,8 <sup>3</sup>
	I000/5	IOP	75	I0,4/6,0	I3,5/7,8	20,0/I7,6	66/38,I
	I500/5	IOP	I25	9,3/5,4	I2,2/7,I	I8,0/I0,4	59,4/34,3

ПРИМЕЧАНИЕ: В числителе дробей, указанных в графах 5...8, даны значения токов  $K, \text{З}$ , соответствующие коэффициенту схемы включения блока тока  $K_{\text{сх}}=1$ , а

в знаменателе - соответствующие  $K_{\text{сх}}= \sqrt{3}$ .

М01-6301-3

на РП из условий надежного функционирования комбинированного блока при трехфазных коротких замыканиях, исходя из значения  $P_{\Sigma \text{в}} = P_{\Sigma} + P_{\text{н}}$  (см. п.6.1.2.2), типа, коэффициента трансформации и вида сердечника трансформатора тока, а также принятого коэффициента схемы включения блока тока. (Рекомендуется принимать в начале  $K_{\text{ох}}=1$ ).

Для этого действительные значения токов КЗ (см. п.6.1.1) сравниваются с приведенными в табл. 6.1 предельными по условиям функционирования значениями  $I_{\text{к,мин}}$  и  $I_{\text{к,макс}}$ . Должны выполняться следующие условия:

$$I_{\text{к,мин}} \geq I_{\text{к,мин}} \quad (6.1)$$

$$I_{\text{к,макс}} \leq I_{\text{к,макс}} \quad (6.2)$$

6.2.2. Значения  $I_{\text{к,мин}}$ , приведенные в таблице, определены исходя из следующих положений и допущений (табл.6.1):

а) вольтамперная характеристика комбинированного блока питания (БП-1002+БНС-2) представляет собой прямоугольник со сторонами:  $U_{\text{н.р}}/U_{\text{ном}} = 0,5$  и  $I_{\text{н.р}}/I_{\text{к,мин}}$ , где  $U_{\text{н.р}}$  и  $I_{\text{н.р}}$  - входные параметры блоков, обеспечивающие требуемый уровень напряжения оперативного тока при работе отдельно стабилизированного блока напряжения (БНС-2) в симметричном трехфазном режиме и токового блока (БП-1002) соответственно;  $U_{\text{ном}}$  - номинальное напряжение электроустановки;  $I_{\text{к,мин}}$  - значение тока трехфазного короткого замыкания на сборных шинах КРУ в минимальном режиме работы питающей сети на шинах;

М01-6301-3

Лист  
65

Копировал

Формат А4

б) вольтамперная характеристика сети представляет собой отрезок прямой, соединяющий точки  $U_{ном} = I$  и  $I_{кж} = I$ , где  $I_{кж}$  - относительное значение тока трехфазного К.З.:

$$I_{кж} = \frac{I_k}{I_{k, мин}}$$

С учетом изложенного в п.п.а) и б) условие надежной работы комбинированного блока принимает следующий вид:

$$(з) \quad I_{k, мин} \geq I_{k, мин} = 2K \cdot I_{н.р.}, \text{ где } K = I, I - \text{коэффициент запаса.}$$

Значение тока надежной работы блока тока определяется, исходя из кривой зависимости намагничивающей силы надежной работы блока тока ( $F_{н.р.}$ ) от нагрузки  $P$  (или  $I$ ) по формуле:

$$I_{н.р.} = \frac{F_{н.р.} \cdot I_{ном,тт}}{W_t \cdot 5 \cdot K_{сх}}$$

где  $I_{ном, тт}$  - номинальный ток трансформаторов тока, на которые включен блок тока;

$W_t$  - число витков обмотки БПТ-1002.

Окончательно условие надежной работы комбинированного блока при трехфазном К.З. определяется формулой:

$$(з) \quad I_{k, мин} \geq I_{k, мин} = \frac{2K \cdot F_{н.р.} \cdot I_{ном,тт}}{5W_t \cdot K_{сх}} \quad (6.3)$$

6.2.3. Если условие (6.1) или, что то же самое, условие (6.3) не выполняется для  $K_{сх} = 1$ , следует проверить соблюдение этих же условий для  $K_{сх} = \sqrt{3}$  (т.е. для комбинированного блока с включением БПТ-1002 на разность фазных токов). Если и в этом случае указанные условия не выполняются, применение СВТ невозможно.

М01-6301-3

Лист  
66

6.2.4. Во избежание перенапряжений, которые могут возникнуть на выходе комбинированного блока при трехфазных коротких замыканиях на шинах РП, величина  $I_{\Sigma} = I_{\Sigma x} \cdot W_T$  (где  $I_{\Sigma x}$  - наибольшее значение тока на входе блока тока при трехфазном коротком замыкании на шинах РП,  $W_T$  - число первичных вилок блока БПТ-1002) не должна превышать значение 24750 (АВ). Значение  $I_{\Sigma x}$  определяется по формуле:

$$I_{\Sigma x} = \frac{I_{k, \text{макс}} \cdot K_{C\kappa}}{K_I}$$

где  $I_{k, \text{макс}}$  - наибольшее значение тока КЗ на шинах РП;

$K_{C\kappa}$  - коэффициент схемы включения БПТ-1002;

$K_I$  - коэффициент трансформации трансформаторов тока, к которым подключен блок БПТ-1002.

Очевидно, что условием отсутствия перенапряжений является:

$$I_{\Sigma, \text{макс}} \leq I_{k, \text{макс}} = \frac{K_I \cdot 24750}{K_{C\kappa} \cdot W_T \cdot K} \quad (6.4)$$

где  $K = I, I$  - коэффициент запаса.

Учитывая, что вторичный ток трансформаторов тока, к которым подключается БПТ-1002, как правило, равен 5 А, формулу (6.4) можно переписать, используя номинальный первичный ток трансформаторов тока -  $I_{\text{ном}}$ :

$$I_{\Sigma, \text{макс}} \leq I_{k, \text{макс}} \frac{I_{\text{ном, тт}} \cdot 4950}{K_{C\kappa} \cdot W_T \cdot I, I} = \frac{I_{\text{ном, тт}} \cdot 4500}{K_{C\kappa} \cdot W_T} \quad (6.5)$$

Значение  $I_{k, \text{макс}}$  даны в табл.6.1 для  $K_{C\kappa}=1$  и для  $K_{C\kappa}=\sqrt{3}$ .

Инв. л. право. Подп. и дата. Взам. инв. № (сертификат и текст в документе основного комплекта проекта (содержит проект)) Форма 009-82 лт2 09-79 Взам. инв. № 09-79

Из этой таблицы следует, что при применении КРУ с номинальным током отключения выключателей 20 кА и 31,5 кА во всех случаях, кроме отмеченных звездочками в графе 8, условие (6.2) выполняется.

6.2.5. Производится проверка соответствия нагрузок на блоки СВТ их номинальным выходным параметрам. Должны выполняться следующие условия:

$$\frac{P_{\Sigma H}}{m} \leq P_{\text{впн}} = 1200 \text{ Вт} \quad (6.6)$$

$$\frac{P_{\Sigma A}}{m} \leq P_{\text{впн}} = 2500 \text{ Вт} \quad (6.7)$$

$$\frac{P_{\Sigma C}}{m} \leq 500 \text{ Вт} \quad (6.8)$$

где  $m$  - число одновременно работающих блоков БПС-2.

Если (6.1), (6.2), (6.6)...(6.8) удовлетворяются, то можно сделать вывод о том, что условия надежной работы СВТ - выполнены.

М01-6301-3

Лист  
68

Копировал

Формат А4

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Указания по области применения различных видов оперативного тока на подстанциях  
Инв. № 7495тм-ТІ "Энергосетьпроект", Москва, 1975 г.
2. Схемы вспомогательных цепей главных понижающих подстанций промышленных предприятий на выпрямленном оперативном токе.  
Инв. № М4053. ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, г. Москва, 1983 г.
3. Схемы и НКУ шкафов блоков питания (отраслевые типовые материалы для проектирования). Альбом I. Принципиальные схемы включения блоков питания и методика расчета обеспеченности питания выпрямленным оперативным током устройств РЗА.  
Инв № 44373 тм-ТІ "Энергосетьпроект" г. Горький, 1989 г.
4. Блок стабилизированного напряжения БПС-2У3 (ТЗ).  
Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИГЭВ.656І6І.020 ТО.
5. Расчеты устройств питания аппаратуры релейной защиты и автоматики подстанций на выпрямленном оперативном токе.  
Инв. № 9944тм-ІІ "Энергосетьпроект" г. Горький, 1977 г.

Инв. по подл.		Дата		Взам. инв. №		Взам. инв. №	
Чертежи и текстовые документы в составе комплекта проекта (рабочего проекта)				Формат	Формат	Угол. отп.	Угол. отп.
				А3	А3	1:1	1:1
				1:1	1:1	1:1	1:1



Содержание приложения.

- I. Кривые зависимостей  $I_{н.р.} (P_{бл})$  для комбинированного блока БПГ<sub>ВН</sub> + ВНС нн  
рис. П.3...П.6..... л.2...7
2. Определение сечения жил контрольных кабелей от ТН<sub>ВН</sub> до ВНС -2, рис. П.7..... л.8

М01-6301-4

Рекомендации по выполнению схем и расчет системы выпрямленного, оперативного тока

Листов 1 8

Приложение.

ВНИИ  
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ  
ИМЕНИ Ч.Б. ЯКУБОВСКОГО  
МОСКВА

Ил. спец. Либерзон

Ил. спец. Кароговский

Копия

СОДМЕТ 1/4

Инв. № лодки Лодка и дата Взам. инв. №  
 Чертежи и текстовые документы нормативной документации  
 Форма взамен у науч. ОТП  
 Ф 14-82 л. м 2 Ф 14-79

$K_T$	100/5	150/5	200/5	400/5
$W_T$	50	75	100	200

$I_{н.р.} (A)$

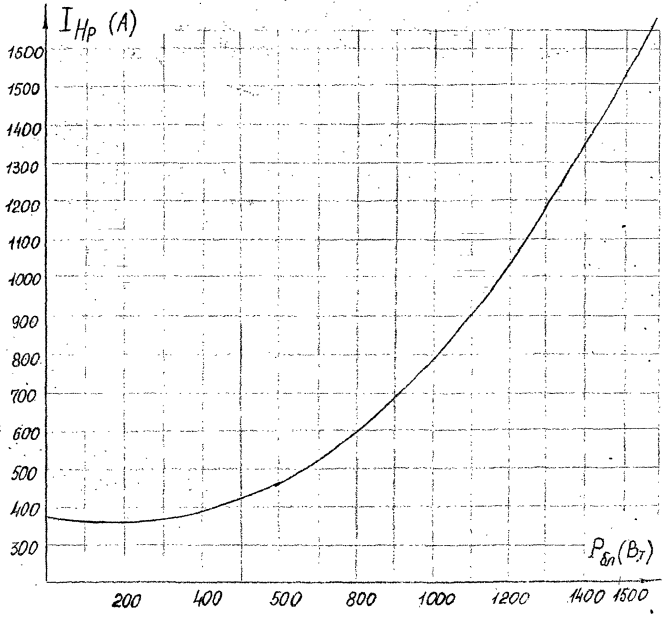


Рис. П1

Примечание Кривые зависимостей  $I_{н.р.}(P_{эл})$  рис П1-П6 даны для комбинированного блока БПТ<sub>вн</sub> + БПНС<sub>нн</sub>

М01-6301-4

$K_I$	300/5
$W_{Tn}$	175

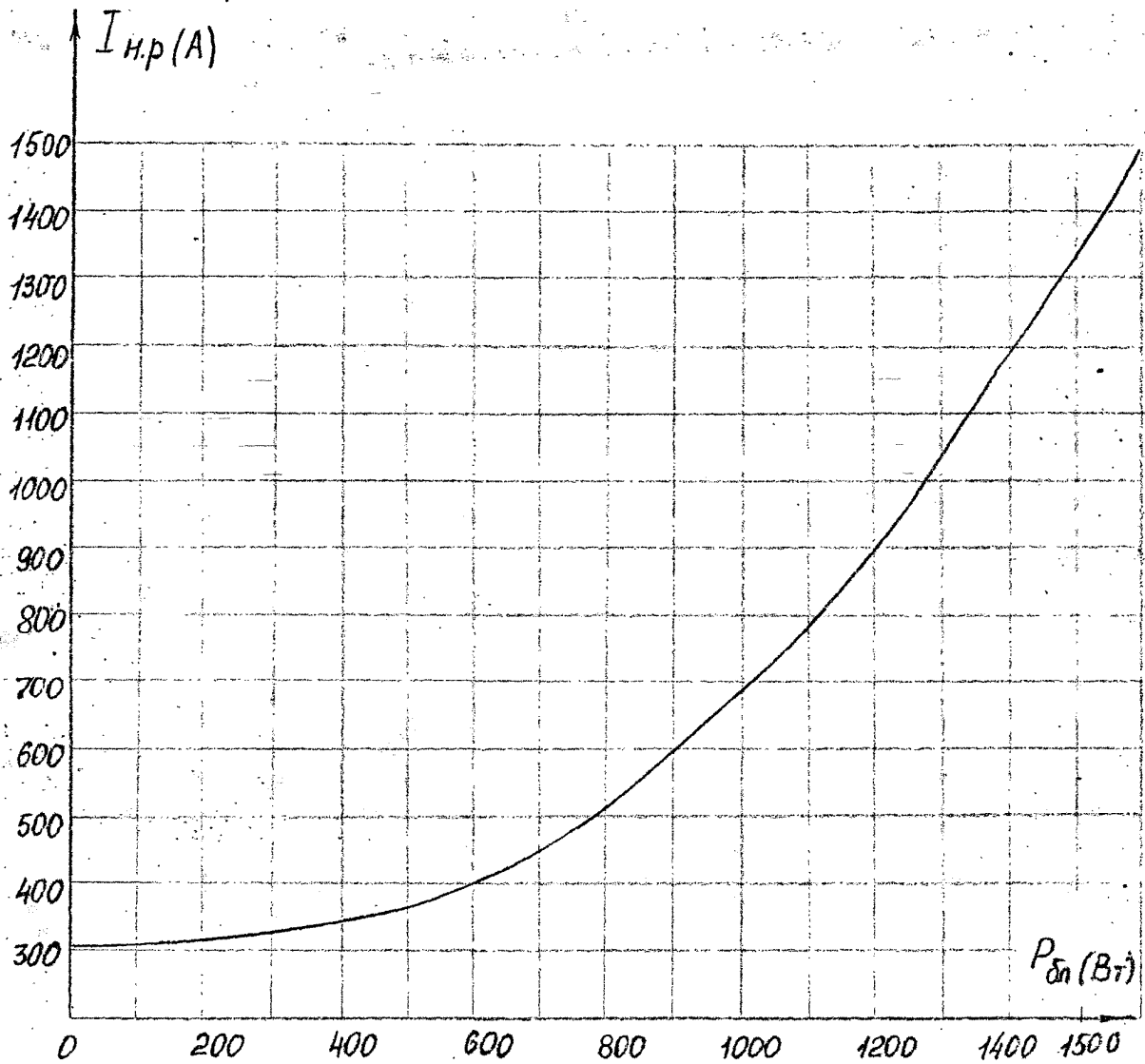


Рис. П2

М01-6301-4

Лист

3

ФОРМАТ А4

$K_I$	600/5
$W_T$	200

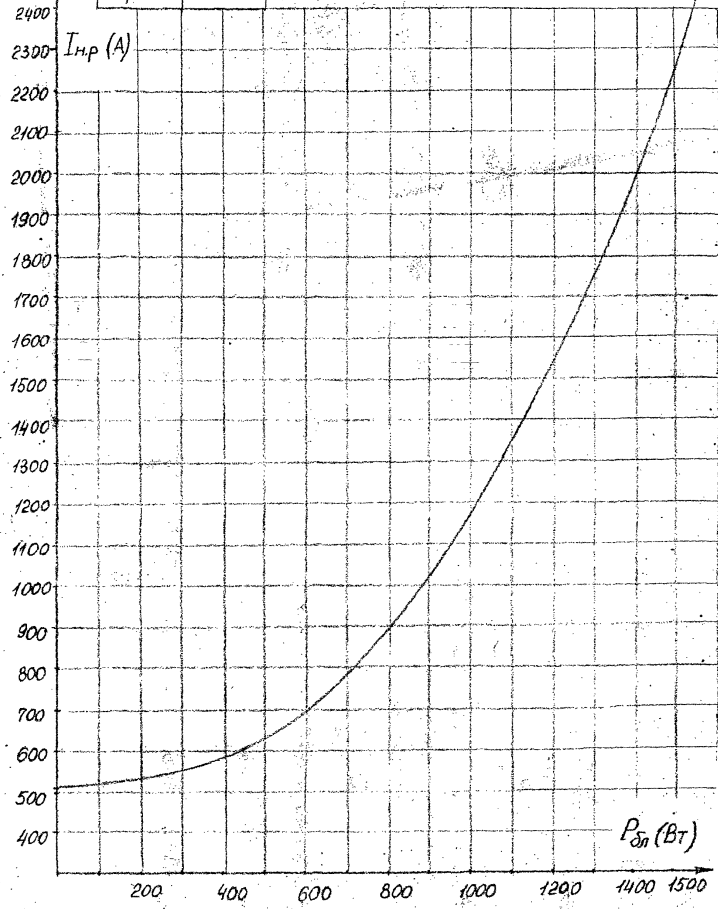


Рис п.3

Шифр подл. и дата вв. шифр  
 Форма взаи. шифр  
 Чертежи и текст в виде документов. нормативной документации  
 Форма взаи. шифр  
 Уточ. ОП

МО1-6301-4

Формат: А4

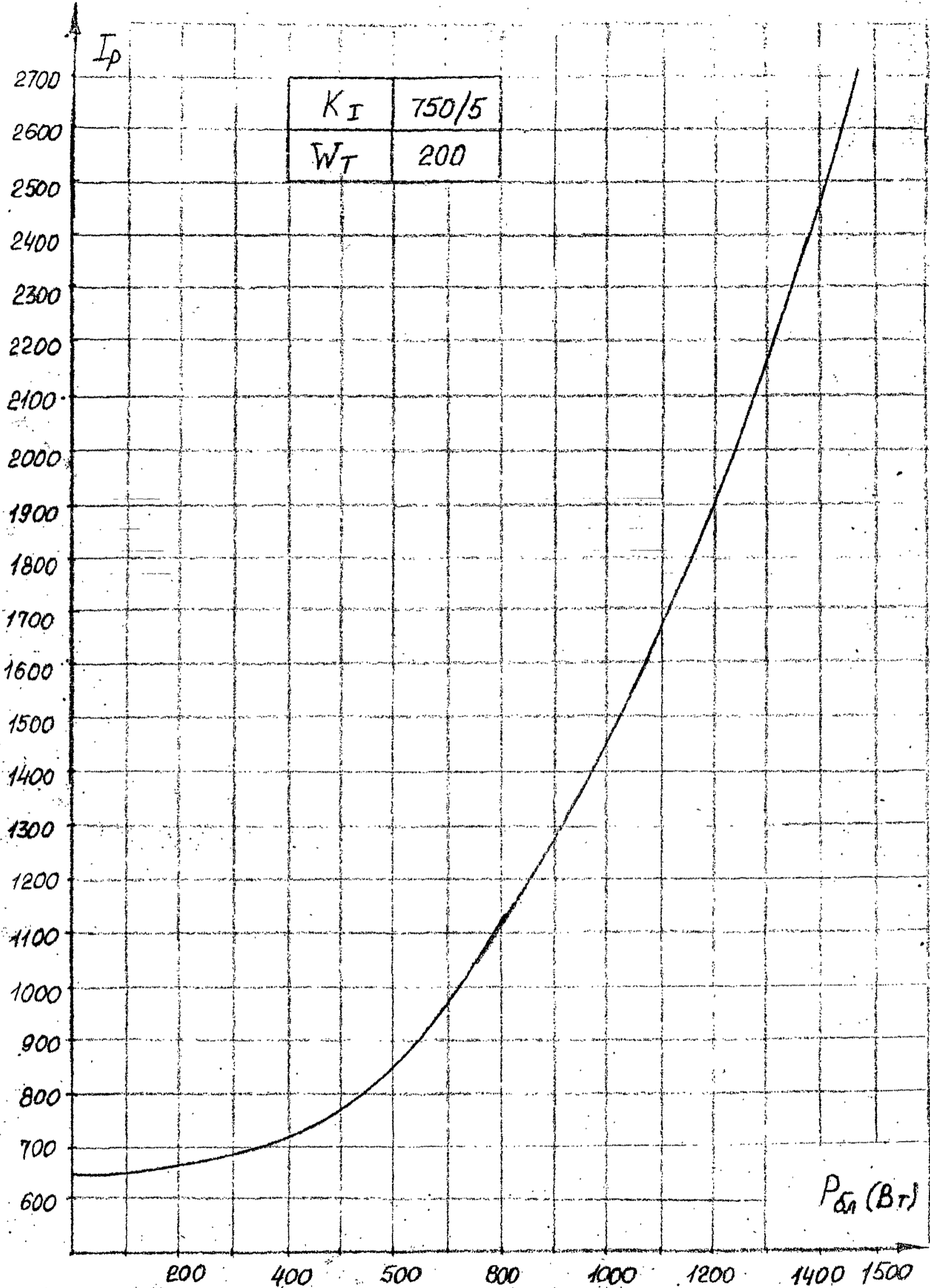


Рис П.4

М01-6301-4

Лист

5

Формат А4

$K_I$	200/5
$W_T$	125

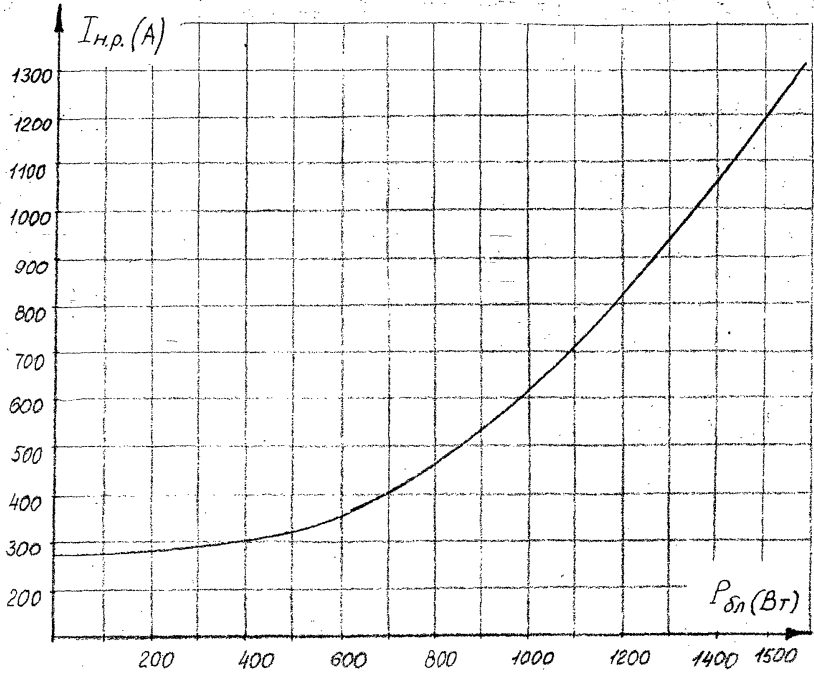


Рис П.5

Ушв. № подл. Подл. ч. дати  
 Взам. инв. №  
 Чертежи и таблицы с использованием нормативной документации. Формат Ф 14-79 стр. 2 Ф 14-78 ЗЛБ-79

М01-6301-4

Лист  
6

$K_I$	300/5
$W_T$	200

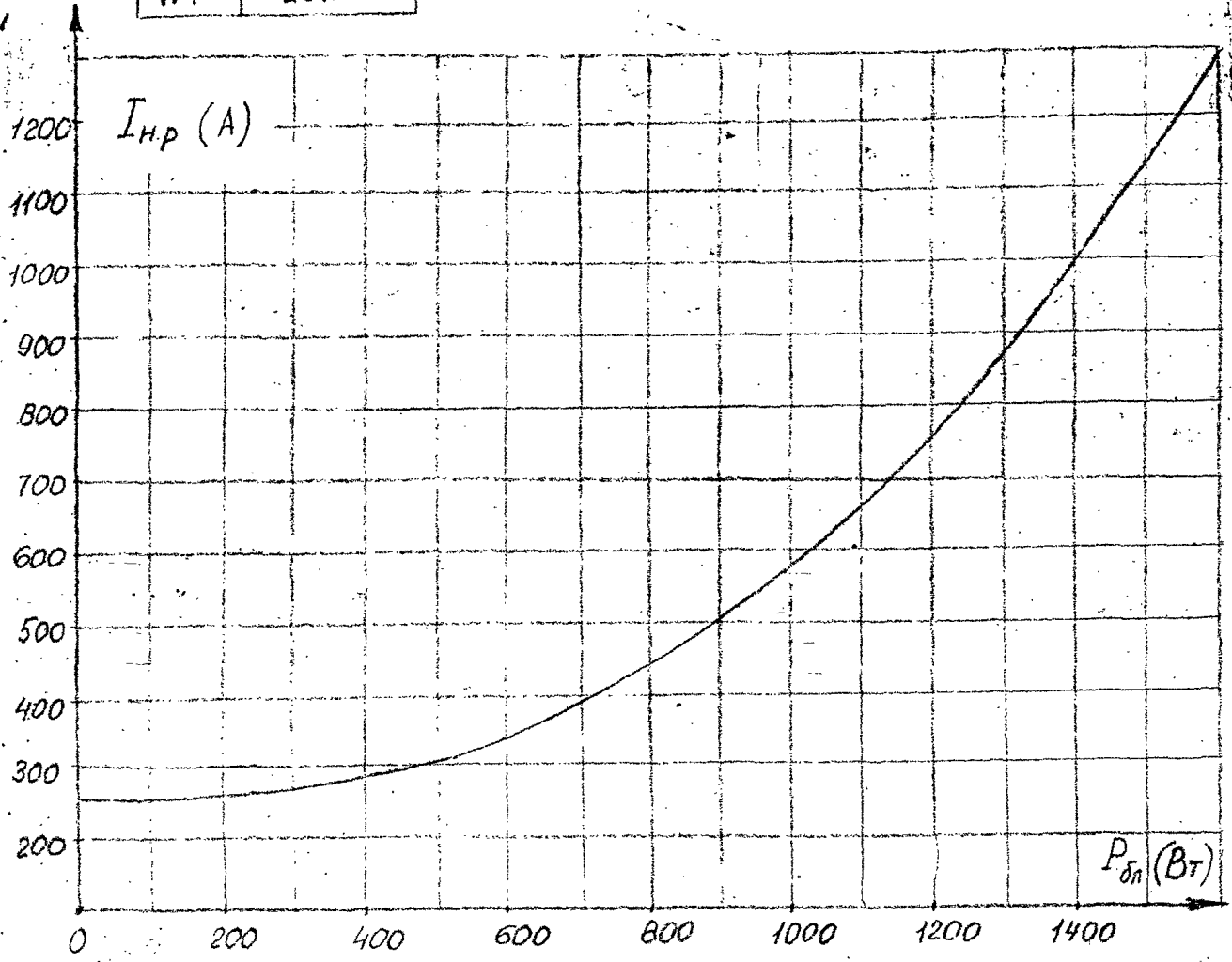
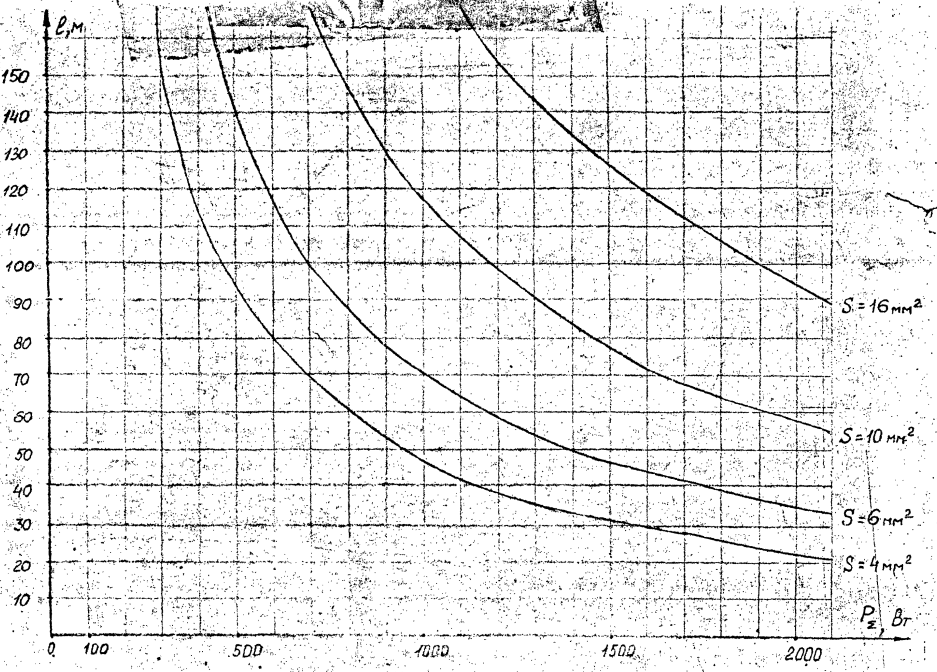


Рис. П.6

МО1-6301-4

Лист  
7

Рис. П-7 Определение сечения жил контрольных кабелей от ТНВ до БПНС-2



МД-6301-4