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

МОСКВА 19 89 г.

М01-6301-1 л1

Нач ТО | Взамен Ф29-85 | Форма Ф29-89 | Обложка | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

gost.e-ecolog.ru

М01-6301-1, л2.
Нач ТО
Взамен Ф29а-85
Форма Ф29а-89
Титульный лист
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

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 А.Г.Смирнов

Отделы ОЭС - ОНЭО

Главный специалист В.И.Корогодский

Главный специалист Э.М.Либерзон

МОСКВА 1989

Обозначение	Наименование	Кол. листов	Примечание
М01-6301-1	Обложка и титульный лист	2	
М01-6301-2	Содержание тома	1	
М01-6301-3	Текстовая часть	69	
М01-6301-4	Приложение	8	

Нач. ОТП

Взамен Ф11-79

Форма Ф11-82 к-ты в-ов

Содержание тома нормативной документации

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ВНИПИ ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ 3.641 г. 30 г. 1986 г.

М01-6301-2

Содержание тома

Стадия	Лист	Листов
-	1	1

ВНИПИ ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ ИМЕНИ Ф.Б.ЯКУБОВСКОГО МОСКВА

Гл. спец. Либерзон

Гл. спец. Короговский

Формат А4

ОГЛАВЛЕНИЕ

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

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта, проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 Ал-т 1 Ал-в 2 | Взамен Ф 09-79 | Нач. ОТП

		М01-6301-3	
		Рекомендации по выполнению схем и расчетов системы выпрямленного опер. тока	Стадия: — / Лист: 1 / Листов: 69
Гл. спец. Либерзон; Гл. спец. Коротовский		Текстовая часть	ВНИПИ ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ имени Ф.Б. ЯКУБОВСКОГО МОСКВА

Копировал Формат А4

I. 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 ВНИПИ Тяжпромэлектропроект им. Ф.Б.Якубовского, типовые решения ВГПИ 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.Либерзона (ОНЭО).

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

I) Распределительный пункт (РП) 6-I0 кВ выполнен из шкафов КРУ серии КМIФ (или КМ-I, или К-I04) по схеме: "два ввода и две секционированные выключателем секции сборных шин".

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

2.I) На ГПП установлены два однотипных силовых двухобмоточных трансформатора с высшим напряжением II0 кВ или 220 кВ.

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

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

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 л-т2 | Взамен Ф09-79 | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата

Копировал Формат А4

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 ГПП, при необходимости могут быть установлены трансформаторы напряжения типа НКФ (если эта установка оказывается допустимой (см. п.3.1) 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.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта, проекта (рабочего проекта)	Форма	Взамен	Нач. ОТП
				Ф09-82 лт2	Ф09-79	

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
НКФ-II0	II0/$\sqrt{3}$	I00/$\sqrt{3}$ I00/3	400	600	I200	2000
НКФ-220	220/$\sqrt{3}$	I00/$\sqrt{3}$ I00/3	400	600	I200	2000

2.6) Трансформаторы собственных нужд ГПП подключены так, как показано на рис.I.I. При необходимости, в схемах Н4÷Н8 место 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 каждой из полуобмоток НН.

3) Питание цепей сигнализации и оперативной блокировки разъединителей должно, как правило, производиться от отдельных блоков питания, не связанных на ст[illegible] не выпрямленного тока с блоками питания (типов БПТ-I002 и БИНС-2), предназначенными для цепей управления, релейной защиты и автоматики.

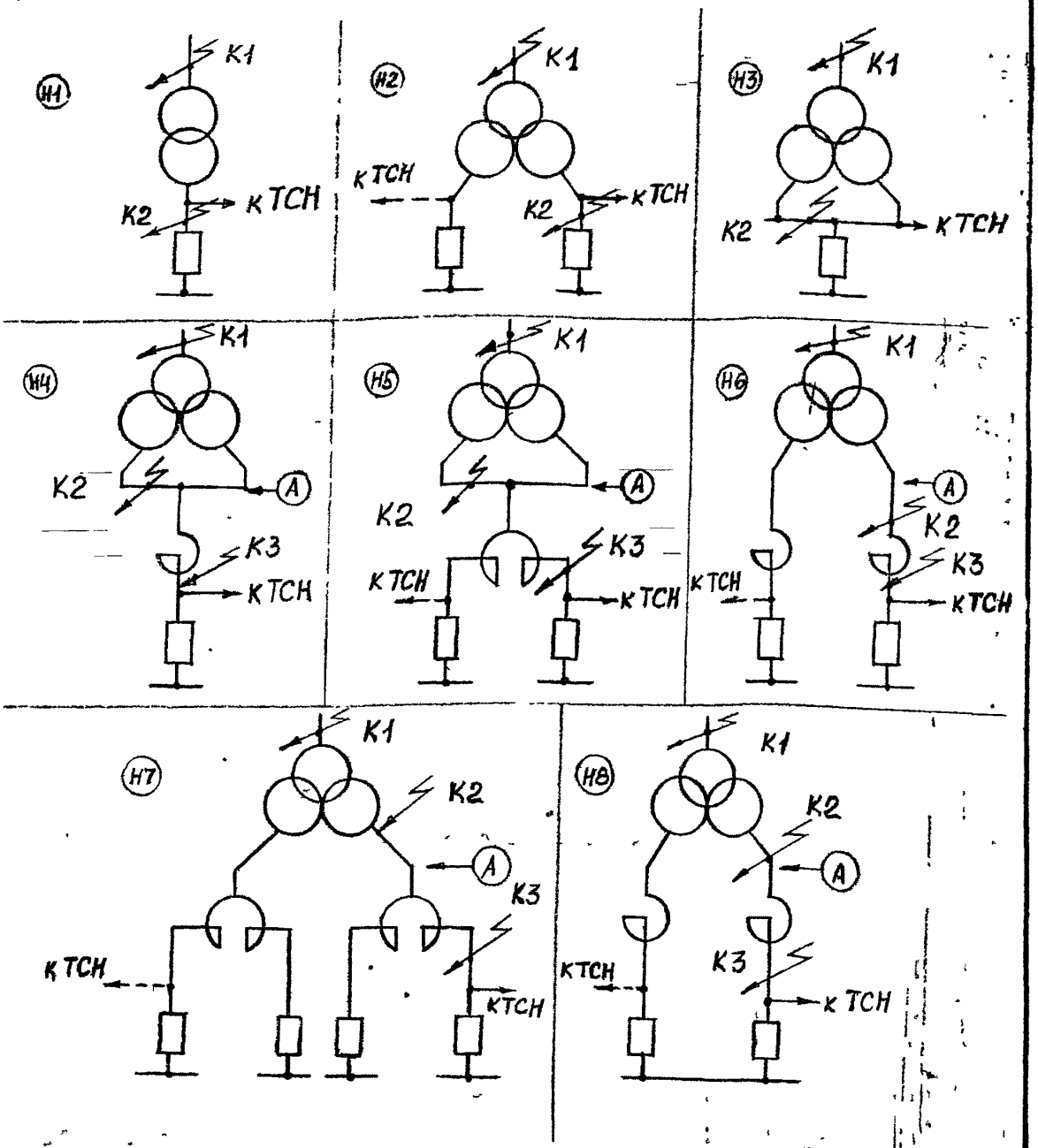


рис 1.1. Схемы электрических соединений ГПП на стороне низшего напряжения силовых трансформаторов (пунктиром показано возможное ответвление к ТСН при применении СВТ по варианту „В"-см. разд. 3)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма Ф09-82 лит 2	Взамен Ф09-79	Нач. ОТП

М01-6301-3

Лист 5

Копировал

Формат А4

2. СИСТЕМА ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА (КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ)

2.I. 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 (АВР, 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:

2.3.1. Блоки питания стабилизированные типа БПНС-2 совместно с токовыми блоками типа БПТ-1002 или без них - для питания цепей релейной защиты, автоматики, дистанционного 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 - для питания ламп сигнализации положения выключателей и 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 БПЗ-401 - для питания цепей оперативной блокировки разъединителей и заряда конденсаторов.

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

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма ф09-82 л-т2 | Взамен ф09-79 | Нач. отд.
Копировал Формат А4

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

2.4.I. Блок питания токовый типа БПТ-I002 (рис. 2.I) состоит из промежуточного насыщающегося трансформатора (Т), выпрямительного моста (*VD*), дросселя (*L*) и конденсатора (С), включенных параллельно вторичной обмотке насыщающегося 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 II0 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±I00) ампервитках первичной обмотки.

б) Выходное напряжение блока при протекании тока I0 А по всем секциям первичной обмотки трансформатора блока соответствует данным таблицы № 2.I.

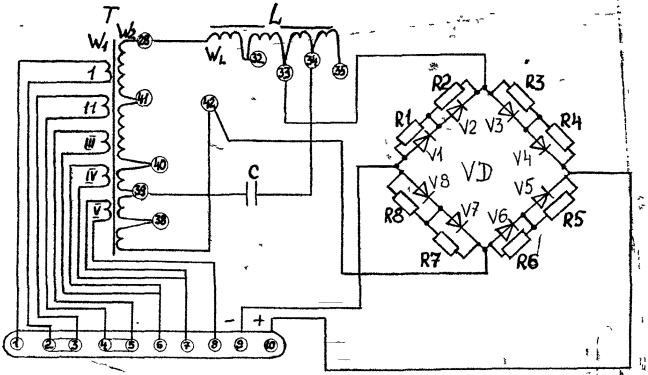


Рис 2.1. Принципиальная схема блока питания типа БПТ-1002
Положение перемычек на схеме показано для номинального выходного напряжения 220В.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма	Взамен	Нач. ОТП
				ф09-82 л-т 2	ф09-79	

Таблица № 2.I

Номинальное напряжение выхода, В	Нагрузка, Вт	Выходное напряжение, В
I	2	3
II0	0 I200	не более I30 не менее 90
220	0 I200	не более 260 не менее I80

в) Блок питания выдерживает протекание через первичную обмотку трансформатора блока тока 50 А в течение 5 с и I20 А в течение I с при нагрузке I200 Вт.

г) При отсутствии нагрузки блок БПТ-I002 выдерживает в длительном режиме:

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

тока I0 А - после наступления феррорезонанса и полном числе витков первичной обмотке трансформатора блока.

д) Потребляемая мощность - не более 2000 ВА.

е) Выходная мощность блока:

- в длительном режиме - 770 Вт;
- в кратковременном режиме - I200 Вт.

2.4.2. Блок питания напряжения типа БПН-I002 (рис.2.2).

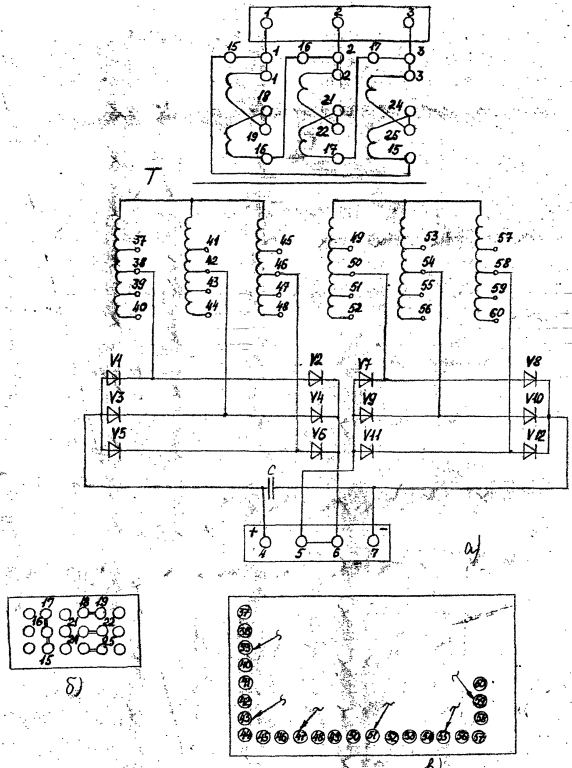


Рис 2.2. Блок питания типа БПН-1002
а) принципиальная схема (Uвых =220В)
б) регулировка витков при Uвх =380В
в) регулировка витков при Uвх =220В

Блок питания типа БПН-I002 состоит из трансформатора напряжения (Т), выпрямительного моста (VI-VI2) и конденсатора (С).

Для установки номинального выходного напряжения блока (II0 или 220 В), а также уровня входного напряжения блока (II0 В, 220 В, 380 В, I00 В, I27 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.I.

б) Потребление блока типа БПН-I002 при номинальном входном напряжении составляет:

не более 25 ВА на фазу – при отсутствии нагрузки;

не более I350 ВА на фазу при нагрузке 2420 Вт.

в) БПН в длительном режиме работы допускает включение на напряжение, равное II0% U ном (для общепромышленного исполнения) и I05% U ном (для тропического 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 самонасыщением.

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

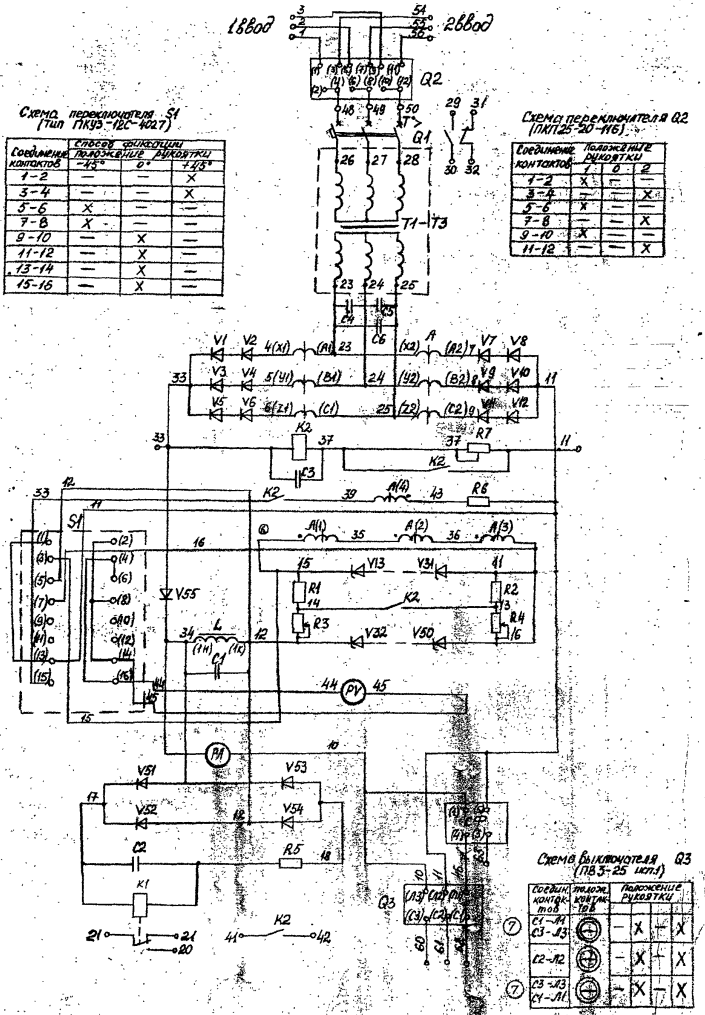


рис 2.3а. Блок питания БПНС-2
Схема принципиальная.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам. инв.№ | Нач. ОТП | Взамен | Форма Ф14-82 л.т2 Ф14-79

Чертежи и текстовые документы нормативной документации

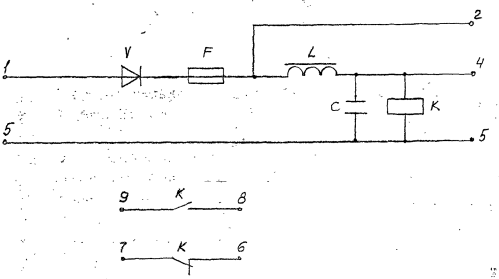


рис 2.3.6. Схема электрическая принципиальная сглаживающего фильтра блока БПНС-2

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 микроэлектронной элементной базе.

В блоке предусмотрены:

а) защита от обрыва основной обмотки управления магнитного усилителя (выходное реле защиты - К2);

б) реле К1 - контроля длительного неполнофазного режима питания;

в) конденсаторы С4-С6, 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 стабилитронов (пробитых без разрыва цепи). Характеристики блока таковы, что пробой двух-трех стабилитронов в плече моста не приводит к выходу из строя блока. Тестовый контроль позволяет без отключения блока от сети определять количество поврежденных стабилитронов и своевременно заменять их;

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

е) пакетный переключатель Q.3, предназначенный для отключения внешних цепей на стороне выпрямленного напряжения блока;

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма ф.09-82 л-т2 | Взамен ТП09-79 | Нач. ОТП

ж) трехполюсный автоматический выключатель QI типа АП50-3Т (без максимального расцепителя), обеспечивающий отключение коротких замыканий на выходе блока не менее чем за I,5-2 с.

ПРИМЕЧАНИЕ: По имеющимся сведениям, не отраженным в Техническом описании и инструкции по эксплуатации БПНС-2, выключатель АП50-3Т заменен на АП50-3МТ ($I_{ном}$=63; $K_{отс}$=II).

Другие технические данные БПНС-2 приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Технические данные стабилизированного блока напряжения типа БПНС-2

Параметры	Значение при частоте	
	50 Гц	60 Гц
I	2	3
Номинальное напряжение, В:		
входное	I00, 230, 240, 400, 415, 550	II5, 220, 230, 380, 400, 415, 440
выходное	220	
Диапазон допустимого изменения входного напряжения при трехфазном питании и изменении нагрузки от 40 Ом-∞ % $U_{ном}$	50-II0	

Копировал Формат А4

Продолжение табл.2.2

I	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 ∞, % U ном	70-II0	
То же, при нагрузке 30 Ом, % U ном	75-II0	
Выходная мощность блока, Вт длительная при напряжении 220 В в течение 30 с в течение I с	I200 2000 2500	
Номинальный ток, А (напряжение питания, В расцепителей выключателя).	4/550; 440; 4I5; 400; 380/; 6,4/240, 230, 220/; I6/II5; I00/.	

2.4.4. Блок питания и заряда типа БПЗ-40I (рис. 2.4) состоит из промежуточного трансформатора TV, конденсаторов CI и C2, выпрямительного моста VI, диода V2, поляризованного реле К и резисторов RI и R2.

При включении устройства в сеть с номинальным напряжением I27 В; II0 В или I00 В секции первичных обмоток $W1'$ и $W1''$.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 лт2 | Взамен Ф09-79 | Нач. ОТП

соединяются параллельно, а накладки XI и X2 устанавливаются соответственно в положение I, IУ или УI. Отводы II, III 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-401 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.

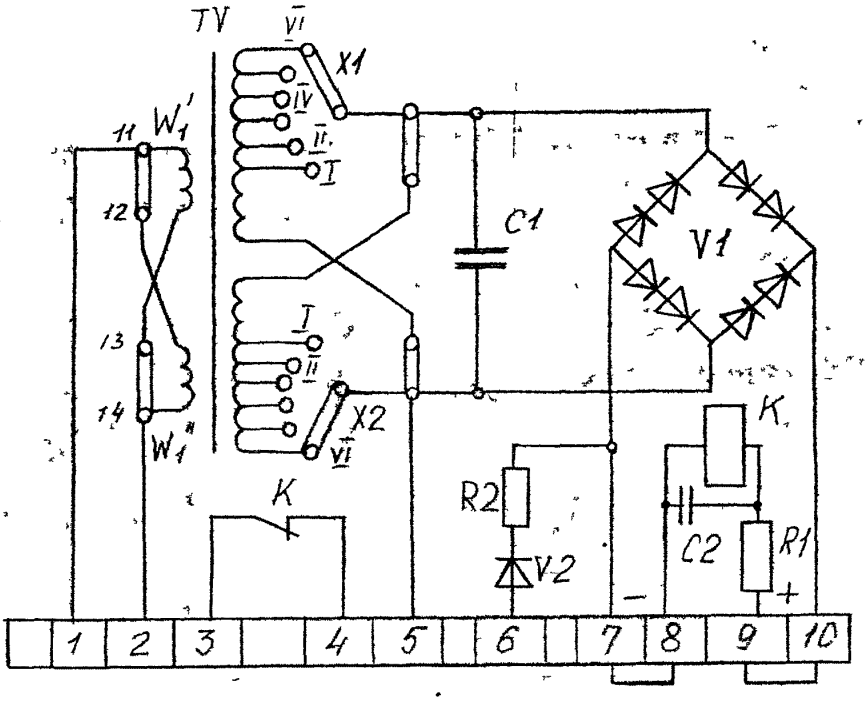
Резистор R1 служит для обеспечения термической стойкости реле К.

Через диод У2 и резистор R2 можно осуществить медленный заряд блоков конденсаторов.

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

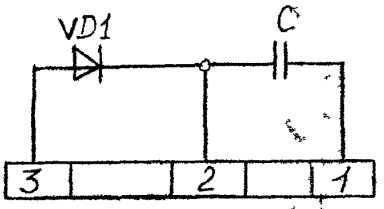
Номинальное входное напряжение: 100, 110, 127 и 220 В.

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



Блок питания и заряда
типа БПЗ-401

Рис 2.4



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

Рис 2.5

Номинальная частота - 50 Гцн

Номинальное выходное напряжение 110, 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 VDI и конденсаторов I0 мк Ф ± I0%, 400 В. Емкость конденсаторов БК-40I равна 30 мк Ф, блока БК-402 - 80 мкФ, блока БК-403 - 200 мкФ.

2.4.6. Устройство комплектное питания типа УКП.

В группу устройств питания входят следующие типоисполнения: УКП-К-380; УКП-I-380; УКП-I-220 и УКП-2.

Устройства типа УКП-К (...) рассчитаны на питание электромагнитов включения с током потребления до I50 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 встроенной в УКП-К катушке индуктивности.

Устройства типа УКП-I 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-

пасенной в его подвижных частях до момента возникновения короткого замыкания.

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

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

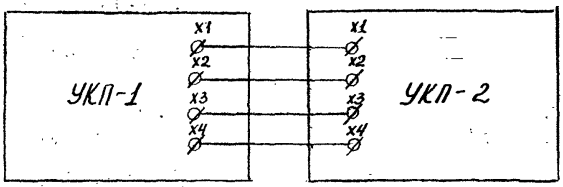


Рис.2.6. Схема соединения УКП-1 и УКП-2.

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

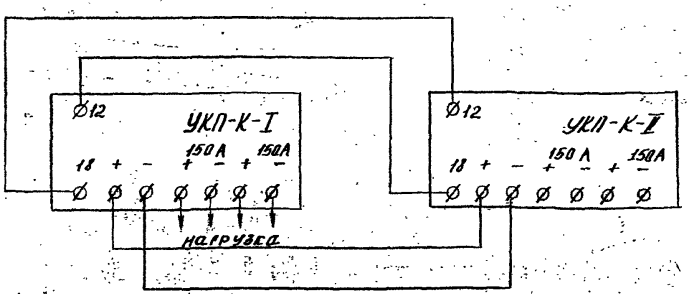


Рис.2.7. Схема соединения устройств УКП-К на параллельную работу.

Инв.№подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 л-т2 | Взамен Ф09-79 | Нач. ОТП

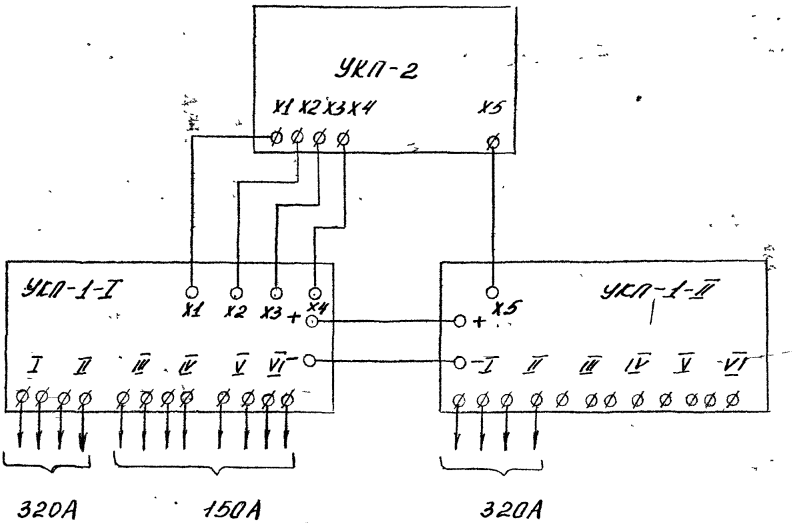


Рис.2.8. Схема соединения устройств УКП-I совместно с устройством УКП-2 для параллельной работы.

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.I. Вариант "А" (рис.3.I)

Особенностью выполнения СВТ по данному варианту является питание оперативных цепей защиты, автоматики и управления от стабилизированных блоков типа БПНС-2, подключенных ко 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-II0 или НКФ-220.

Установка трансформаторов напряжения на стороне II0-220кВ ГПП специально для подключения блоков типа БПНС-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.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 л-т2 | Взамен | Ф09-79

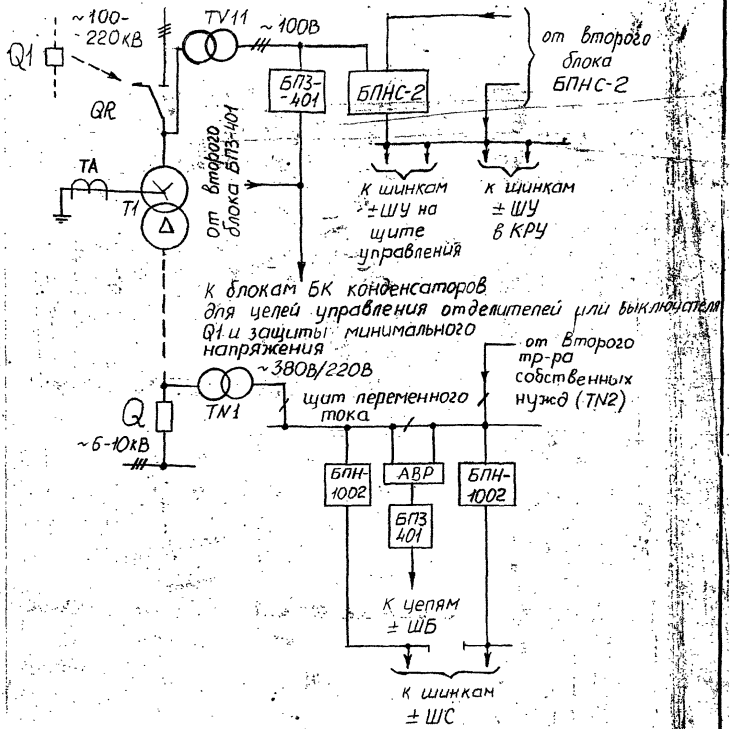
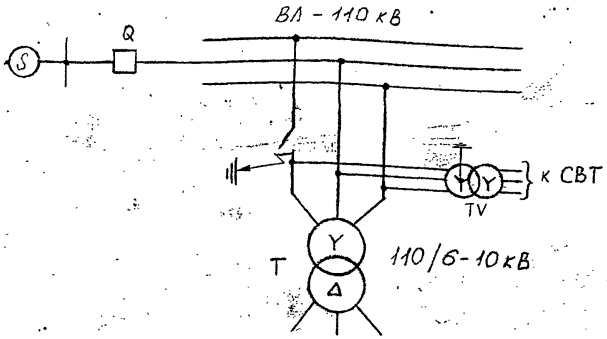


Рис. 3.1

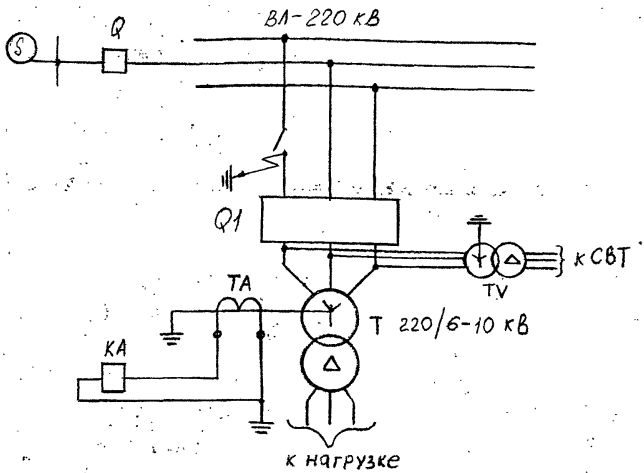
Выполнение СВТ по варианту "А"

Примечания: 1) При отсутствии отделителя QR и выключателя Q1 блок БПЗ-401 показанный подключенным к ТV1 - не устанавливается.

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



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



б) Выполнение подключения трансформатора напряжения TV на ГПП, имеющих силовые трансформаторы T 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 подействовать 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 этомаломасляный 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 бестоковую паузу, вызванную отключением выключателя питающей линии из-за повреждения трансформатора ГПП, используется блок питания и заряда типа БПЗ-401, подключенный, также как и блок типа БПНС-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 (TNI) либо отсутствует, либо недостаточно для обеспечения быстрого заряда конденсаторов, предназначенных для отключения отделителя в бестоковую паузу при повреждении силового трансформатора.

Те же блоки типа БПЗ-401 могут быть 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 ±ШС, и блок питания и заряда, необходимый для организации питания цепей блокировки разъединителей от шинок ±ШБ, 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), сводятся 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 (Хс) и силового трансформатора (Хт):

$$\frac{Xc}{Xt} \leqslant 0{,}9 \quad (3.1)$$

В качестве Xт 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 БПНС-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 ±ШУ нагрузки оперативных цепей в длительном режиме работы ГПШ ($P_н$) не должна превышать номинальную выходную мощность блока питания ($P_{БПН}$ = 1200 Вт). Расчетным является такой режим работы СВТ, при котором значение $P_н$ оказывается наибольшим (обычно при одном отключенном, например, для ревизии, блоке БПНС-2).

в) Мощность, потребляемая устройствами релейной защиты и автоматики, подключенными к выходу фильтра блока БПНС-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 ±ШУ, и мощности нагрузки, постоянно подключенной к этим шинкам, не должна превышать значения $P_{доп}$ = 2500 Вт.

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

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

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

2. Мощность, кратковременно подключаемая к шинкам ±ШУ, 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 расщепленную 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 ±ШУ обычно оказывается большей допустимого значения для блока БПНС-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 БПНС-2 подключаются размещенные на щите реле ГПП устройства релейной защиты, использующие в качестве элементной базы полупроводниковые приборы и ин-

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 БПНС-2, питающихся от разных секций шин щита переменного тока 380/220 В, и двух блоков типа БПТ-1002, каждый из которых подключается к специально выделенным вторичным обмоткам встроенных трансформаторов тока стороны 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 QI, а также для защиты минимального напряжения, подключаются также как и блоки питания типа БПНС-2. Для осуществления быстрого заряда конденсаторов, необходимого в случае включения поврежденного одиночного силового трансформатора ГПП, выходные цепи каждого блока БПТ-1002 связываются с выходными цепями каждого блока БПЗ-401.

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

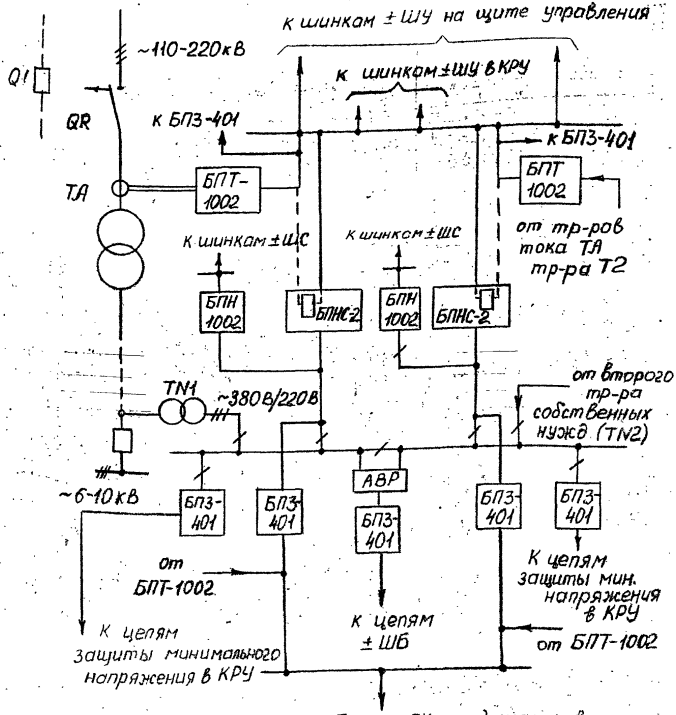


Рис. 3.3.

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 БПНС-2

3) Не показаны цепи сглаженного выходного напряжения блока БПНС-2.

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 (Рв) на шинки ±ШУ при работе защиты

$$I^{(3)}_{к.з2} \geqslant I_{н.р.},$$

где: $I_{н.р.}$ - значение тока надежной работы комбинированного блока. Определяется по рис. III-П6 черт. М01-6301-4

б) Намагничивающая сила первичной обмотки блока БПТ-1002, 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 $I^{/2/}_{к\,макс}$ не должна превышать $F_{доп}$ = 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 ±ШУ нагрузки оперативных цепей в длительном режиме работы ГПП (Рн) не должна превышать номинальную выходную мощность блока питания БПНС-2 ($Р_{БПН}$ = 1200 Вт). Расчетным является такой режим работы СВТ,

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

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

д) Сумма (P_{Σ_3}) мощности, кратковременно подключаемой к шинкам ±ШУ при работе релейной защиты ($P_з$), и мощности, постоянно подключенной к этим шинкам ($P_н$), не должна превышать выходную мощность блока типа БПТ-1002 в кратковременном режиме $P_{БПТ}$ = 1200 Вт.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если с учетом мощности отключающих электромагнитов выключателей, на которые воздействуют устройства защиты значение P_{Σ_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 схем 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.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма ф09-82 л-т2 | Взамен ф09-79 | Нач. ОТП

в) 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 $P_{БПН}$ = 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 (ЧАПВ) и автоматического включения резерва (АВР). Работа автоматики должна рассматриваться в условиях отключенного, например, для ревизии, одного блока БПНС-2.

Также, как и в варианте "А", к выходу фильтров блоков БПНС-2 подключаются размещенные на щите 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

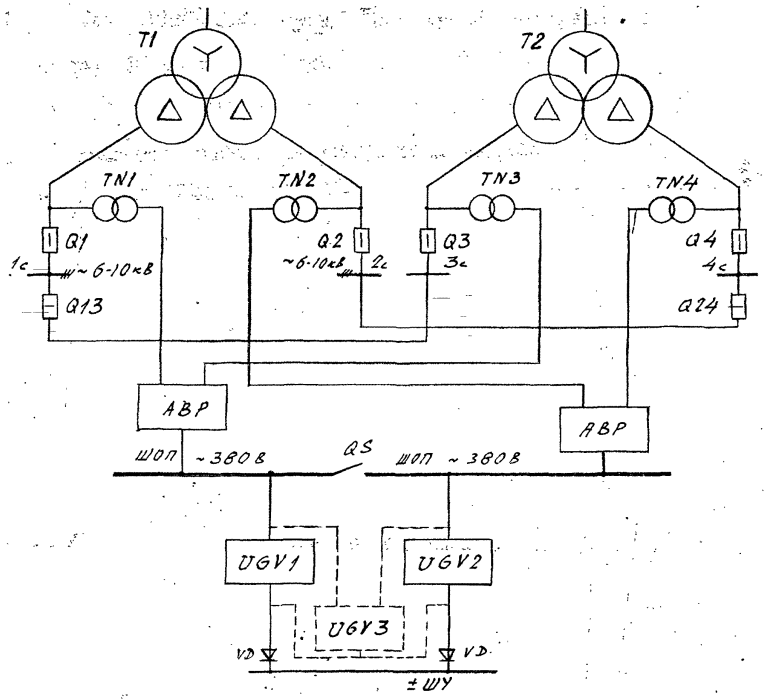


Рис 3.4. Структурная схема организации СВТ по Варианту "В".

UGV1...3 - блоки типа БПНС-2.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта рабочего проекта | Форма ф09-82 лист 2 | Взамен ф09-79 | Нач. ОТП

380 В каждой пары трансформаторов собственных нужд образуют (по схеме холодного резерва с АВР) две системы шинок обеспеченного питания, к которым подключаются стабилизированные блоки питания типа БПНС-2.

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

а) отсутствием, как показал опыт эксплуатации, трехфазных коротких замыканий в баке силовых трансформаторов;

б) работоспособностью блоков БПНС-2 при любых несимметричных КЗ;

в) работоспособностью хотя бы одного блока типа БПНС-2 для симметричных КЗ в любых точках стороны 6-10 кВ ГПП.

Несмотря на высокую надежность блоков БПНС-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 - *UGV3*), 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-

ренными выше вариантами "А" и "Б".

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма ф09-82 лт2	Взамен ф09-79	Нач. ОТП

4. ПОРЯДОК ВЫБОРА И РАСЧЕТОВ СИСТЕМЫ ВЫПРЯМЛЕННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА НА ГПП.

4.I. Исходные данные для выбора варианта СВТ

4.I.I. 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.I).

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:

$I^{(3)}_{к1,макс}$, $I^{(2)}_{к1,макс}$, $I^{(1)}_{к1,макс}$ - 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.

$I^{(3)}_{к1,мин}$ - то же, но в минимальном режиме работы питающей системы при трехфазном КЗ, кА;

$I^{(3)}_{к2,мин}$ - значение тока фазы стороны ВН силового трансформатора при трехфазном к.з. в точке К2 в минимальном режиме

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

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

4.I.2. Нагрузка цепей оперативного тока, подключенных к шинкам ±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.I.2.I. В длительном нормальном режиме, когда не работают устройства релейной защиты и автоматики, нагрузка (Рн) – 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-I и реле тока типа РТЗ-5I, потребляющими мощность не только в режиме срабатывания, но и в режиме ожидания (если питание этих реле осуществляется от общих шинок ±ШУ).

4.I.2.2. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств защиты, установленных на ГПП, нагрузка ($Р_{\Sigma з}$) определяется мощностью всех постоянно включенных реле и аппаратов цепей оперативного тока элементов ГПП (Рн)

и мощностью (Рз), 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.I.2.3. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств автоматики, установленных на ГПП, нагрузка P_A определяется мощностью всех постоянно подключенных к ШУ реле и аппаратов цепей оперативного тока элементов ГПП(Рп) и мощностью, потребляемой по цепям ШУ устройствами автоматики и другими аппаратами, работающими одновременно с этой автоматикой. (Например – электромагнитами отключения выключателей, отключаемых одной очередью АЧР).

4.I.3. Нагрузка цепей "сглаженного" напряжения

Расчет нагрузки цепей оперативного тока устройств релейной защиты и автоматики, подключенных к выходу фильтра блока БПНС-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.I.I) с предельными по условиям надежного функционирования СВТ величинами: приведенными в таблице 4.2.

4.2.I. В начале оценивается возможность применения варианта "Б"

а) Прежде всего проверяется возможность подключения блока тока БПТ-I002 с точки зрения исключения возникновения опасных перенапряжений на выходе комбинированного блока (БПТ-I002 + + БПНС-2) при расчетных видах КЗ в месте установки БПТ-I002. К расчетным видам КЗ относятся:

- несимметричные КЗ, в тех случаях, когда БПТ-I002 подключается к встроенным в силовой трансформатор трансформаторам тока;
- трехфазные КЗ в тех случаях, когда БПТ-I002 подключается к выносным (не встроенным в силовой трансформатор) трансформаторам тока.

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

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

$$I_{вх} \cdot W_т \leq 24750 \qquad (4.I)$$

где $I_{вх}$ - наибольшее значение тока в первичной обмотке блока БПТ-I002; $W_т$ - число первичных витков БПТ-I002.

В табл.4.I даны формулы для определения наибольших значений тока $I_{вх}$ для различных схем включения БПТ-I002: на разность токов фаз ($K_{сх} = \sqrt{3}$) и на ток фазы ($K_{сх}=I$).

Принимая сопротивления прямой и обратной последовательности питающей системы одинаковыми и $I^{(I)}_{кI,макс} \leq \frac{\sqrt{3}}{2} I^{(з)}_{к,макс}$, из (4.I) и табл.4.I получим, что во избежание перенапряжений должно выполняться:

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 лист2 | Взамен Ф09-79 | Нач. отд.

= при Ксх = $\sqrt{3}$,

$$I_{к,макс}^{(з)} \leq I_{к,макс} = \frac{K_I \cdot 24750}{\sqrt{3} \cdot Wт \cdot K}, \quad (4.2)$$

где K = I,I - коэффициент запаса.

= при $K_{сх} = I$

$$I_{к,мин}^{(з)} \leq 2 \cdot I_{к,макс} \quad (4.3)$$

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

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

Значения Iк,макс приведены в табл.4.2.

б) После проверки выполнения условия а) необходимо убедиться в том, что БПТ-I002 надежно функционирует при трехфазных К.З. на стороне НН силового трансформатора ГПП, сопровождающихся снижением напряжения в месте подключения БПНС-2 более чем на 50% $U_{ном}$. Указанная проверка осуществляется сопоставлением значений токов $I_{к2,мин}^{(з)}$ или $I_{кз,мин}^{(з)}$ со значением $I_{нр}$, полученным из условий работы комбинированного блока БПТ-I002+БПНС-2 при трехфазных К.З:

$$I_{к,мин}^{(з)} \geq I_{к,мин} = 2K \cdot Iн.р, \text{ где}$$

K = I,I - коэффициент запаса

$$I\ н.р\ \frac{Fн.р \cdot Iном.т.т}{Wт \cdot 5 \cdot Ксх}$$

где Fн.р - намагничивающая сила, надежной работы БПТ-I002 при полной нагрузке блока (I200 Вт);

I ном.т.т - номинальный ток трансформаторов тока, к которым подключен БПТ-I002.

Окончательно условие надежной работы выглядит следующим образом:

$$I^{(з)}_{к2,мин} \geqslant I_{к.мин} = \frac{2k \cdot F_{н.р} \cdot I_{ном.тт}}{5 W_т \cdot K_{сх}} \qquad (4.5)$$

$$I^{(з)}_{кз,мин} \geqslant I_{к,мин} \qquad (4.6)$$

Значения Iк,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.I.I) 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 СВТ.

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

$$I^{(з)}_{кI\ мин} \geqslant I^{(з)}_{кI,\ ВН,\ мин} \qquad (4.7)$$

где: $I^{(з)}_{кI,ВН,мин}$ - 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 БПНС-2 (определяется по табл.4.2)

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам. инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма ф09-82 лт2 | Взамен ф09-79 | Нач. ОТП

Таблица 4.I

Значение тока в первичной обмотке блока БПТ-I002 для различных схем его включения на трансформаторы тока стороны ВН силового трансформатора ГШ

Вид К.З.	Значение первичного тока при К.З. на стороне ВН	БПТ-I002 включен на разность токов фаз Ксх = $\sqrt{3}$	БПТ-I002 включен на фазный ток Ксх=I
I	2	3	4
$K^{(3)}$	$I_{кI,макс}^{(3)}$	$\frac{\sqrt{3}\, I_{кI,макс}^{(3)}}{K_I}$	$\frac{I_{к,макс}^{(3)}}{K_I}$
$K^{(2)}$	$I_{кI,макс}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{кI,макс}^{(3)}$	$\frac{\sqrt{3}\, I_{кI,макс}^{(3)}}{K_I}$	$\frac{I_{к,макс}^{(2)}}{K_I} = \frac{\sqrt{3}\, I_{к,макс}^{(3)}}{2 \cdot K_I}$
$K^{(I)}$	$I_{кI,макс}^{(I)}$	$\frac{I_{кI,макс}^{(I)}}{K_I}$	$\frac{I_{к,макс}^{(I)}}{K_I}$

ПРИМЕЧАНИЕ: K_I – коэффициент трансформации трансформаторов тока.

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

Таблица 4.2

Данные силового трансформатора ГПП				Вариант "А"	Вариант "Б"						
					Данные тр-ров тока		Количество витков БП	Предельные значения величин			
Тип	$S_{ном}$, МВА	$U_{ном,вн}$, кВ	соедин. обмоток НН	Значение (3) (2) $I_{к,вн,мин}$ кА	Тип	K_I	$W_т$	$I_{к,макс}$ кА	$I_{к,макс}\sqrt{3}$ кА	$2 \cdot I_{кмакс}$ кА	$I_{к,мин}$ кА
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
ТДН	I6	II5	Д	I,23	ТВТ-II0	I50/5	75	5,2	9,0	I0,4	2/I,I6
						200/5	I00	5,2	9,0	I0,4	2/I,I6
ТРДН	25	II5	Д/Д	0,95	ТВТ-II0	200/5	не может быть применен				
						300/5					
			Д//Д	I,9I	ТВТ-II0	200/5	I00	5,2	9,0	I0,4	2/I,I6
						300/5	I75	4,46	7,7	8,9	I,7I/I,0

Продолжение табл.4.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
ТРДН	32	II5	Д/Д	I,23	ТВТ-II0	300/5	I75	4,46	7,7	8,9	I,7I/I,0
			Д//Д	2,47		300/5	I75	4,46	7,7	8,9	I,7I/I,0
ТРДН	40	II5	Д/Д	I;57	ТВТ-II0	300/5	I75	4,46	7,7	8,9	I,7I/I,0
						400/5	200	5,2	9,0	I0,4	2/I,I6
			Д//Д	3,I4	ТВТ-II0	300/5	I75	4,46	7,7	8,9	I,7I/I,0
						400/5	200	5,2	9,0	I0,4	2/I,I6
ТРДЦН	63	II5	Д/Д	2,4I	ТВТ-II0	600/5	200	7,8	I3,5	I5,6	3/I,73
			Д//Д	4,80		600/5	200	7,8	I3,5	I5,6	3/I,73
ТРДЦН	80	II5	Д/Д	3,09	ТВТ-II0	600/5	200	7,8	I3,5	I5,6	3/I,73
						750/5	200	9,7	I6,8	I9,4	3,75/2,26

Продолжение табл.4.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
ТРДЦН	80	115	Д//Д	6,I8	ТВТ-II0	600/5	200	7,8	I3,5	I5,6	3/I,73
						750/5	200	9,7	I6,8	I9,4	3,75/2,I6
ТРДНГ	32	230	Д/Д	0,38	ТВТ-220	200/5	не может быть применен				
			Д//Д	0,76		200/5	I25	4,I	7,0	8,3	-
ТРДЦНГ	63	230	Д/Д	0,76	ТВТ-220	300/5	200	3,9	6,7	7,8	I,5/0,87
			Д//Д	I,5I		300/5	200	3,9	6,7	7,8	I,5/0,87
ТДЦ	80	242	Д	2,09	ТВТ-220	300/5	200	3,9	6,7	7,8	I,5/0,87
						400/5	200	5,2	9,0	I0,4	2/I,I6

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 $K_{сх}=1$

   в знаменателе - для $K_{сх}=\sqrt{3}$

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 К.З. 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 $2 \cdot I_{кмакс}$ следует попробовать уменьшить $W_т$ по сравнению с указанным в соответствующей графе. При этом пропорционально возрастут значения: $I_{кмакс}$ $\sqrt{3}\ I_{кмакс}$; $2\ I_{кмакс}$ и $I_{кмин}$. Например, вместо $W_т = 200$ можно попробовать установить $W_т = 175$ или 125.

Копировал

Формат А4

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

Копировал (рабочего проекта)

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

4.2.3. Возможность применения СВТ по варианту "В" на ГПП 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:

$$P_{Н} \leq P_{БПН} = 12000 \text{ Вт} \qquad (4.8)$$

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

$$P_{\leq А} \leq P_{БПН} = 2500 \text{ Вт} \qquad (4.10)$$

Если не выполняется неравенство (4.9), следует перевести наиболее энергоемкие цепи электромагнитов отключения выключателей на питание от предварительно заряженных конденсаторов. При этом $P_{\leq 3}$ 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:

$$\frac{P_{Н}}{2} \leq P_{БПН} = 1000 \text{ Вт} \qquad (4.8а)$$

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам. инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Ф09-92 лт 2 | Ф09-79 | Взамен | Нач. ОТП

Копировал Формат А4

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

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

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

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

m - число одновременно работающих блоков БПНС-2.

4.3.2. Уточненная проверка надежной работы комбинированного блока проводится (при необходимости) сопоставлением значения тока I н.р., определенного по рис. III-16 (черт. М01-6301-1) для реального значения Рз, с величинами $I^{/з/}_{к2,мин}$ и $I^{/з/}_{кз,мин}$.

Если выполняется одно из 2-х условий:

$$I^{/з/}_{к2,мин} \geqslant I_{н.р} \qquad (4.12)$$

$$I^{/з/}_{кз,мин} \geqslant I_{н.р} \qquad (4.13)$$

Вариант "Б" принимается окончательно.

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

ствующего типа силового трансформатора ГШ и результаты расчетов вписываются 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:

$$P'_н = \frac{P_н}{m} \leq P_{БПН} = 1200 \text{ Вт} \qquad (4.14)$$

$$P'_з = \frac{P_{зз}}{m} \leq P_{общ} = 2500 \text{ Вт} \qquad (4.15)$$

$$P'_л = \frac{P_{зл}}{m} \leq \frac{P_{общ}}{m} = 2500 \text{ Вт} \qquad (4.16)$$

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

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 $P_{зз}$, $\ell_м$, где $\ell_м$ - 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 "В"

Расчет СВТ по данному варианту сводится 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.2.12

Инв.№подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 лист 2 | Взамен Ф09-79 | Нач. ОТП

Копировал Формат А4

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

5.I. Общие положения.

5.I.I. Система выпрямленного оперативного тока на распределительных пунктах (РП), как правило, состоит из (рис.5.I):

а) комбинированных блоков питания (БПТ-I002 +/БПНС-2), обеспечивающих оперативный ток на шинках управления (±ШУ) вспомогательных цепей комплектных распределительных устройств 6-I0 кВ (блоки $UGA1+UGV1$ и $UGA2+UGV2$ на рис.5.I);

б) нестабилизированных блоков питания $UGV3$ и $UGV4$ (БПН-I002), питающих цепи сигнализации и оперативной блокировки разъединителей (шинки ±ШС и ±ШБ);

в) блоков питания и заряда (БПЗ-40I) 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.I.2. Использование комбинированного блока БПТ-I002+ +БПН-I002 для питания шинок ±ШУ, к которым подключены устройства релейной защиты и автоматики, не рекомендуется по следующим причинам:

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

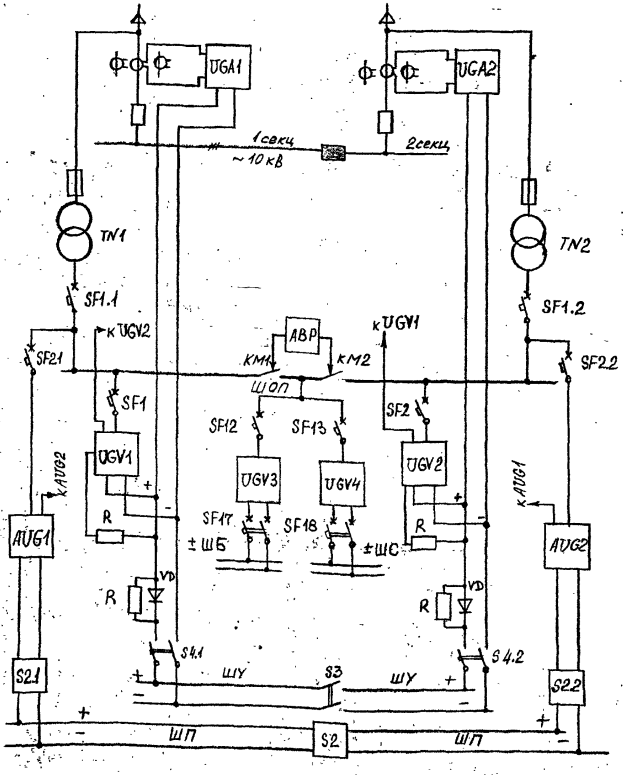


Рис. 5.1. Структурная схема СВТ на РП (перемычки между секциями ±ШУ и ±ШП и устройство контроля изоляции не показаны).

1. Аппаратура в шкафу трансформаторов собственных нужд (TN1; TN2): 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.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма Ф09-82 лит 2	Взамен Ф09-79	Нач. ОТП

М01-6301-3

Лист 53

Копировал

Формат А4

(в соответствии с решением № I85 от I2.05.69 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.I.3. Для возможности взаимного резервирования рекомендуется установка двух групповых блоков.

5.I.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-I002 функционировал только при трехфазных коротких замыканиях. Поэтому в типовых технических решениях предусматривается подключение блоков БПНС-2 к трансформаторам собственных нужд TNI и TN2, включенным до выключателей высоковольтных вводов на РП, а блоков БПТ-I002 – 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 шинок ±ШУ в КРУ. Параллельная работа блоков осуществляется замыканием секционного пакетного выключателя (или рубильника – SS) шинок.

Диоды VDI 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.I.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 БПТ-I002, ограничившись тремя блоками БПНС-2, включенным параллельно на стороне выпрямленного напряжения. В этом случае в резисторах RI и R2 нет необходимости.

5.I.6. Блоки БПН-I002 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 БПЗ-401. При необходимости, например, при выходе из строя одного из блоков БПН-I002, шинки ±ШБ и ±ШС могут быть объединены.

5.I.7. Устройства УКПК подключаются также, как и блоки БПНС-2. Целесообразно предусматривать параллельную работу УКПК на шинах ±ШП.

5.I.8. Аппаратура питания цепей ±ШС, ±ШБ, шинок минимального напряжения, цепей заряда блоков конденсаторов располагается в шкафу низковольтной аппаратуры (ШНА), входящему в серию КРУ серий КМI, КМIФ. Здесь же находятся токовые блоки БПТ-I002 и устройство контроля изоляции оперативных цепей. Шкаф выполнен по схеме вспомогательных цепей 5ВБ.350.745.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 лист 2 | Взамен Ф09-79 | У Нач. ОТП

Копировал Формат А4

5.I.9. Блоки БПНС-2 подключаются к трансформаторам собственных нужд "де" схемы АВР. Соответствующие автоматические выключатели расположены в ШНА.

5.I.IO. Автоматические выключатели для подключения УКПК находятся в шкафу трансформатора собственных нужд (схема вспомогательных цепей 5ВБ.350.750).

5.2. Особенности СВТ на РП при наличии устройств РЗА, выполненных на микроэлектронной элементной базе.

Одной из особенностей СВТ является наличие существенных пульсаций в кривой выпрямленного напряжения. Значение этих пульсаций обычно превосходит 3% - предельную величину, при которой еще обеспечивается удовлетворительная работа устройств релейной защиты и автоматики, использующих в качестве элементной базы полупроводниковые приборы, интегральные микросхемы, герконовые реле. Для обеспечения необходимого качества выходного напряжения комбинированных блоков СВТ во всех аварийных режимах работы первичной сети питание указанных устройств РЗА должно осуществляться через встроенный в БПНС-2 сглаживающий фильтр, причем блок тока типа БПТ-I002 должен подключаться к выходу стабилизированного (но не сглаженного!) напряжения БПНС-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 контакторами включения приводов выключателей шинок оперативного тока ±ШУ. Соединение выхода фильтра

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 действии защиты шин) к шинкам ±ШУ, получающим питание от одного фильтра комбинированного блока БПТ+БПНС-2, приводит к существенной перегрузке этого фильтра и, как следствие, к недопустимому снижению напряжения на шинках ±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 ±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 ЯРЭ-2201). Организация такого рода сети представляется целесообразной только 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 (~ 100 В)току (например, реле типа РТЗ-51), подключать ко вторичным цепям шинных трансформаторов напряжения. Указанное не относится к реле частоты АЧР;

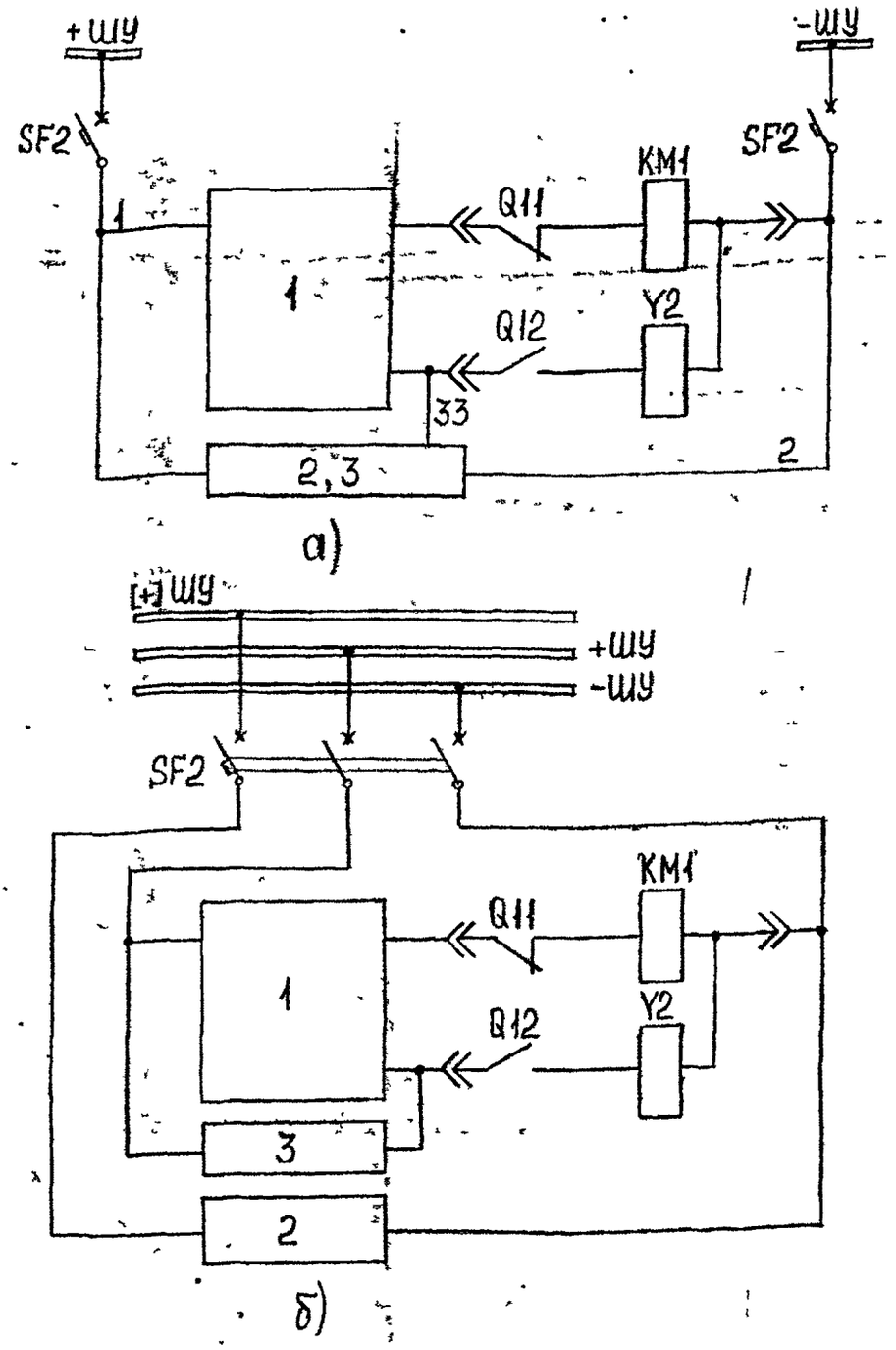


Рис. 5.2. Варианты выполнения оперативных цепей присоединения (отходящей линии) к КРУ.

а) Релейная защита выполнена на электромеханических реле

б) Релейная защита выполнена на микроэлектронной базе.

1 - командоаппараты и цепи реле контроля электромагнитов КМ1 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 ЯРЭ2201, так как блок питания, встроенный в ЯРЭ2201, не может быть подключен к источнику переменного напряжения. Решение проблемы использования ЯРЭ-2201 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 БПНС-2 фильтра с тем, чтобы все устройства РЗА и цепи управления выключателя подключались бы к стороне ±ШУ сглаженного напряжения. Этот способ представляется наименее реальным, так как приведение мощности фильтра в соответствие с выходной мощностью БПНС-2 существенно увеличило бы габариты фильтра и ухудшило технико-экономические показатели СВТ;
- установкой дополнительного блока БПНС-2 с тем, чтобы расчетным режимом питания нагрузки всегда являлся бы режим с двумя рабочими блоками БПНС-2 и соответственно с двумя рабочими фильтрами, включенными на параллельную работу.

Это увеличивает выходную мощность комбинированного блока по

основного комплекта проекта (рабочего проекта) ф09-82 л-т2 ф09-79

Копировал Формат А4

цепям сглаженного напряжения до (примерно) 1000 $В_т$, что, конечно, не в полной мере соответствует полной выходной мощности БПНС-2, не 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: $I_{к,макс}^{(3)}$ и $I_{к,мин}^{(3)}$

6.1.2. Нагрузка цепей оперативного тока, подключенных к шинкам ±ШУ

Расчет нагрузки производится также как и для СВТ на ГПП, 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 ($Р_н$) - определяется мощностью, потребляемой всеми постоянно включенными реле и аппаратами цепей оперативного тока: реле положения выключателя, резисторами в цепях этих реле, реле-повторителями положения выключателей, цепями питания полупроводниковых реле.

6.I.2.2. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств релейной защиты, нагрузка на комбинированный блок СВТ определяется суммой (Рн + Рз), где Рз – 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.I.2.3. В кратковременном режиме, связанном с работой устройств автоматики, предусмотренных на РП, нагрузка P_A на блоки питания (БПНС-2) определяется мощностью P_H постоянно-включенных реле и аппаратов и мощностью, потребляемой по цепям ±ШУ самими устройствами автоматики (например, АЧР) и другими аппаратами, работающими одновременно с этой автоматикой (например, электромагнитами отключения выключателей, отключаемыми одной очередью АЧР).

6.I.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 шинок "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 (БПТ-I002 + БПНС-2)

6.2.I. Производится проверка возможности применения СВТ

основного комплекта проекта (рабочего проекта) Ф09-82 л-т2 Ф09-79

Таблица 6.I

Данные трансформаторов тока, к которым подключен БП-I002			Число витков БП-I002	Наименьшее значение тока К.З. на шинах РП $I_{к,мин}$, кА			Наибольшее значение тока КЗ на шинах РП $I_{к,макс}$, кА
Тип	K_I	Класс сердечн.	$W_т$	Нагрузка блока при К.З. $P_{хз}$, ВА			
				I000	I200	I500	
I	2	3	4	5	6	7	8
ТЛК-I0	I500/5	I0Р	75	I5,4/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2
	I000/5	I0Р	75	I0,4/6,0	I3,5/7,8	20,0/II,6	66/38,I
	I000/5	0,5	50	I5,7/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2
	600/5	I0Р	50	9,3/5,4	I2,2/7,I	I8,0/I0,4	59,4/34,3
ТЛШ-I0	2000/5	I0Р	I00	I5,4/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2
ТПОЛ-I0	600/5	I0Р	50	9,3/5,4	I2,2/7,I	I8,0/I0,4	59,4/34,3
	800/5	I0Р	75	8,4/4,9	I0,8/6,3	I6/9,3	52,8/30,5
	I000/5	I0Р	50	I5,4/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2
	I500/5	I0Р	75	I5,4/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2

Продолжение табл.6.I

I	2	3	4	5	6	7	8
ТПШЛ	2000/5	0,5	I00	I5,4/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2
	2000/5	I0P	I75	8,8/5,I	II,6/6,7	I7,2/I0,0	56,6/32,7
	3000/5	0,5	I75	I3,2/7,7	I7,4/I0,0	25,7/I4,8	85/49,I
	3000/5	I0P	200	II,6/6,7	I5,2/8,8	22,5/I3,0	74,2/42,8
ТПМ-I0К	600/5	I0P	50	9,8/5,4	I2,2/7,I	I8,0/I0,4	59,4/34,3
	800/5	I0P	50	I2,4/7,2	I6,2/9,4	24,0/I3,9	79,2/45,7
	I000/5	I0P	75	I0,4/6,0	I3,5/7,8	20,0/II,6	66/38,I
	I500/5	I0P	75	I5,4/8,9	20,3/II,7	30,0/I7,3	99/57,2
ТПМ-I0	800/5	I0P	I00	6,2/3,6	8,I/4,7	I2,0/6,9	39,6/22,8*
	I000/5	I0P	I00	7,7/4,5	I0,I/5,9	I5,0/8,7	49,5/28,6*
	I500/5	I0P	I25	9,3/5,4	I2,2/7,I	I8,0/I0,4	59,4/34,3

Продолжение табл.6.I

I	2	3	4	5	6	7	8
ТВЛМ-I0	800/5	I0Р	I00	6,2/3,6	8,I/4,7	I2,0/6,9	39,6/22,8
	I000/5	I0Р	75	I0,4/6,0	I8,5/7,8	20,0/I7,6	66/38,I
	I500/5	I0Р	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 К.З, соответствующие коэффициенту схемы включения блока тока $K_{сх}$=I, а

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

на РП из условий надежного функционирования комбинированного блока при трехфазных коротких замыканиях, исходя из значения $P_{\Sigma з} = Pз + Pн$ (см. п.6.I.2.2), типа, коэффициента трансформации и вида сердечника трансформатора тока, а также принятого коэффициента схемы включения блока тока. (Рекомендуется принимать в начале $K_{сх}$=I).

Для этого действительные значения токов КЗ (см. п.6.I.I) сравниваются с приведенными в табл. 6.I предельными по условиям функционирования значениями $I_{к.мин}$ и $I_{к,макс}$. Должны выполняться следующие условия:

$$I^{(з)}_{к,мин} \geqslant I_{к,мин} \qquad (6.I)$$

$$I^{(з)}_{к,макс} \leqslant I_{к,макс} \qquad (6.2)$$

6.2.2. Значения Iк.мин, приведенные в таблице, определены исходя из следующих положений и допущений (табл.6.I):

а) вольтамперная характеристика комбинированного блока питания (БПТ-I002+БПНС-2) представляет собой прямоугольник со сторонами: Uн.р/ Uном = 0,5 и Iн.р/Iк,мин, где U н.р и Iн.р - входные параметры блоков, обеспечивающие требуемый уровень напряжения оперативного тока при работе отдельно стабилизированного блока напряжения (БПНС-2) в симметричном трехфазном режиме и токового блока (БПТ-I002) соответственно;
Uном - номинальное напряжение электроустановки;
Iк,мин - значение тока трехфазного короткого замыкания на сборных шинах КРУ в минимальном режиме работы питающей сети на шинах;

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

$$I_{кж} = \frac{I_к}{I_{к,мин}}$$

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

$$I^{(3)}_{к,мин} \geqslant I_{к,мин} = 2K \cdot I_{н.р}, \text{ где } K=1,1 \text{ - коэффициент запаса.}$$

Значение тока надежной работы блока тока определялось, исходя из кривой зависимости намагничивающей силы надежной работы блока тока ($F_{н.р}$) от нагрузки Р з [illegible] по формуле:

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

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

$W_т$ - число витков обмотки БПТ-1002.

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

$$I^{(3)}_{к,мин} \geqslant I_{к,мин} = \frac{2K \cdot F_{нр} \cdot I_{ном,тт}}{5W_т \cdot K_{сх}} \qquad (6.3)$$

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.

6.2.4. Во избежание перенапряжений, которые могут возникать на выходе комбинированного блока при трехфазных коротких замыканиях на шинах РП, величина $F = I_{вх} \cdot W_т$ (где $I_{вх}$ – наибольшее значение тока на входе блока тока при трехфазном коротком замыкании на шинах РП, $W_т$ – число первичных витков блока БПТ-1002) не должна превосходить значение 24750 (А.В.). Значение $I_{вх}$ определяется по формуле:

$$I_{вх} = \frac{I_{к,макс} \cdot K_{сх}}{K_I}$$

где $I_{к,макс}$ – наибольшее значение тока КЗ на шинах РП;

$K_{сх}$ – коэффициент схемы включения БПТ-1002;

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

Очевидно, что условием отсутствия перенапряжений является:

$$I^{(з)}_{к,макс} \leq I_{к,макс} = \frac{K_I \cdot 24750}{K_{сх} \cdot W_т \cdot K}, \qquad (6.4)$$

где $K = 1{,}1$ – 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 – $I_{ном;п}$:

$$I^{(з)}_{к,макс} \leq I_{к,макс} \frac{I_{ном,тт} \cdot 4950}{K_{сх} \cdot W_т \cdot 1{,}1} = \frac{I_{ном,тт} \cdot 4500}{K_{сх} \cdot W_т} \qquad (6.5)$$

Значение $I_{к,макс}$ даны в табл.6.1 для $K_{сх}=1$ и для $K_{сх}=\sqrt{3}$.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма ф09-82 л-т2 | Взамен ф09-79 | Нач. ОТП

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:

$$\frac{P_{\text{кн}}}{m} \leq P_{\text{блн}} = 1200 \text{ Вт} \qquad (6.6)$$

$$\frac{P_{\text{кА}}}{m} \leq P_{\text{блн}} = 2500 \text{ Вт} \qquad (6.7)$$

$$\frac{P_{\text{кс}}}{m} \leq 500 \text{ Вт} \qquad (6.8)$$

где m - число одновременно работающих блоков БШС-2.

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

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Указания по области применения различных видов оперативного тока на подстанциях
   Инв. № 7495тм-ТI "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 №11373 тм-Т1 „Энергосетьпроект" г. Горький, 1989 г

4. Блок стабилизированного напряжения БПНС-2У3 (Т3).
   Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИГЕВ.656161.020 ТО.

5. Расчеты устройств питания аппаратуры релейной защиты и автоматики подстанций на выпрямленном оперативном токе.
   Инв. № 9944тм-II "Энергосетьпроект" г.Горький, 1977 г.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма ф09-82 л-т2 | Взамен ф09-79 | Нач. ОТП

Содержание приложения.

I. Кривые зависимостей $I_{н.р.}$ ($P_{бл}$) для комбинированного блока $БПТ_{вн}$ + $БПНС_{нн}$
рис.П1...П6..... л.2...7

2. Определение сечения жил контрольных кабелей от $ТН_{вн}$ до БПНС -2 ,рис.П7.....л.8

				М01-6301-4			
				Рекомендации по выполнению схем и расчетов системы выпрямленного оперативного тока	Стадия	Лист	Листов
						1	8
Гл. спец.	Либерзон			Приложение.	ВНИПИ ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ ИМЕНИ Ф.Б.ЯКУБОВСКОГО МОСКВА		
Гл. спец.	Корогодский						

Копировал Формат А4

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

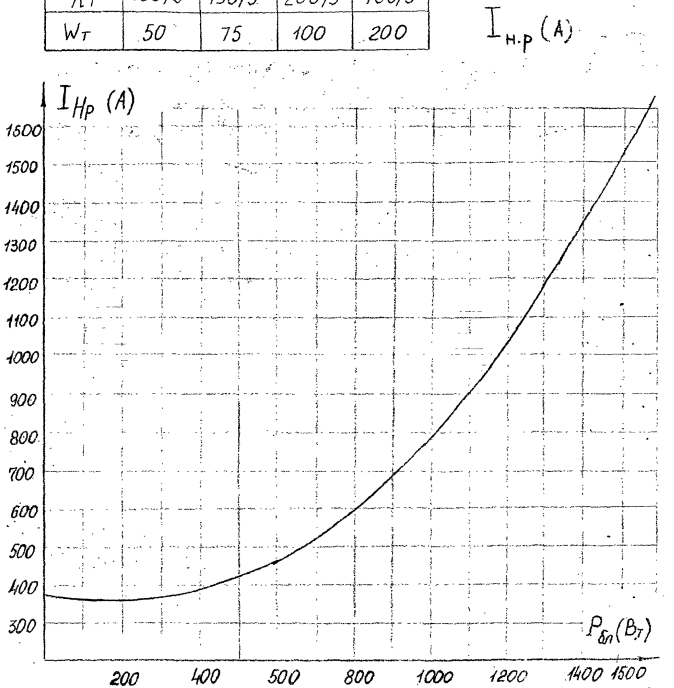


Рис. П1

Примечание Кривые зависимостей $I_{н.р}(P_{бл})$ рис П1-П6 даны для комбинированного блока $БПТ_{вн} + БПНС_{нн}$

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №
Чертежи и текстовые документы нормативной документации
Форма Ф14-82 л-т2 | Взамен Ф14-79 | Нач. ОТП

K_I	300/5
$W_{т.п}$	175

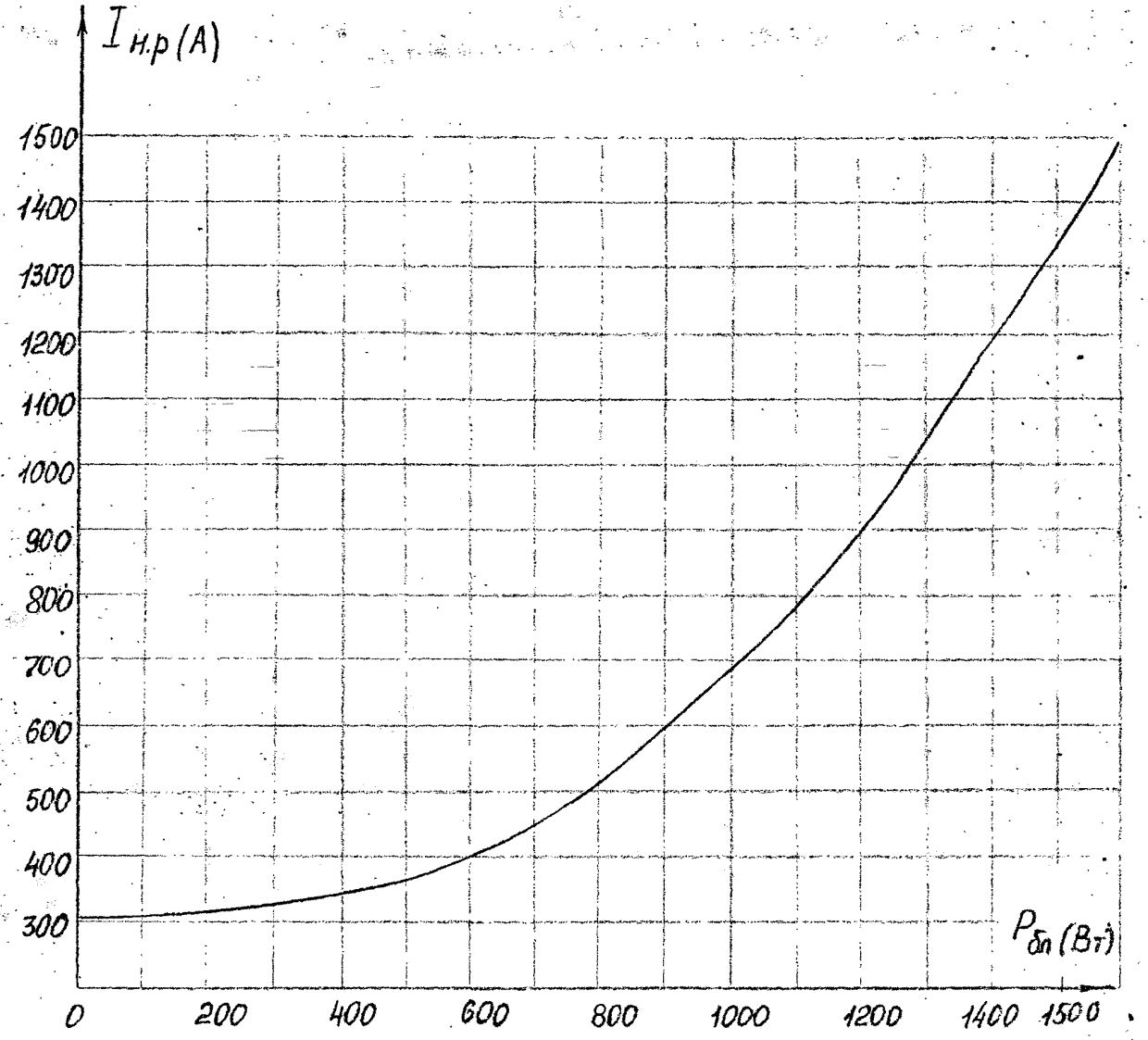


Рис. П2

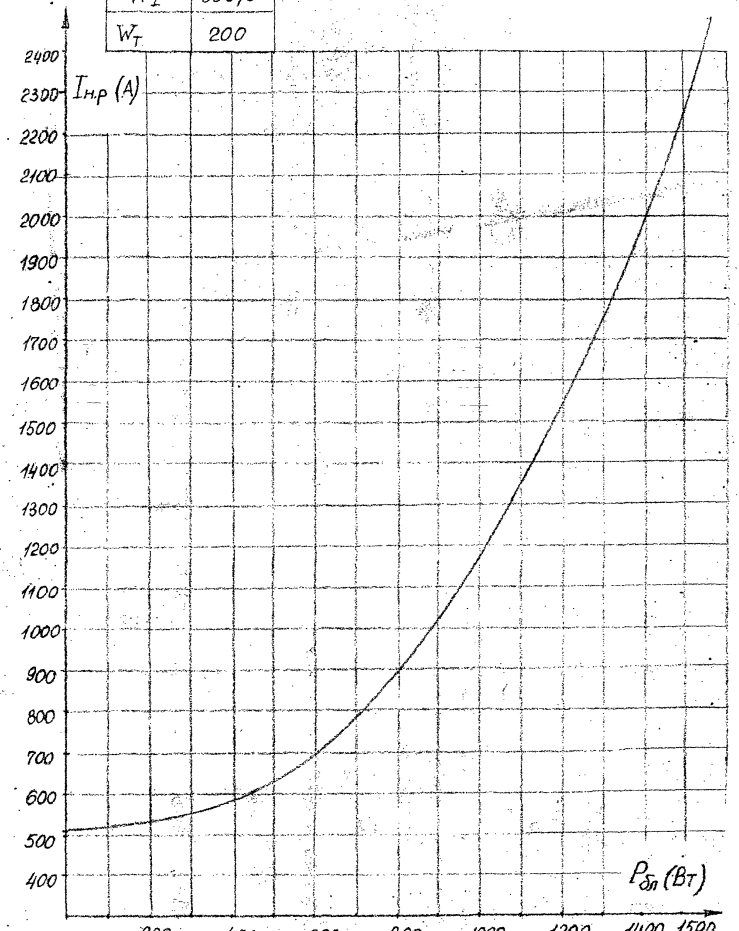


Рис п.3

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы нормативной документации	Форма Ф14-82 л-т2	Взамен Ф14-79	Нач. ОТП

М01-6301-4

Формат А4

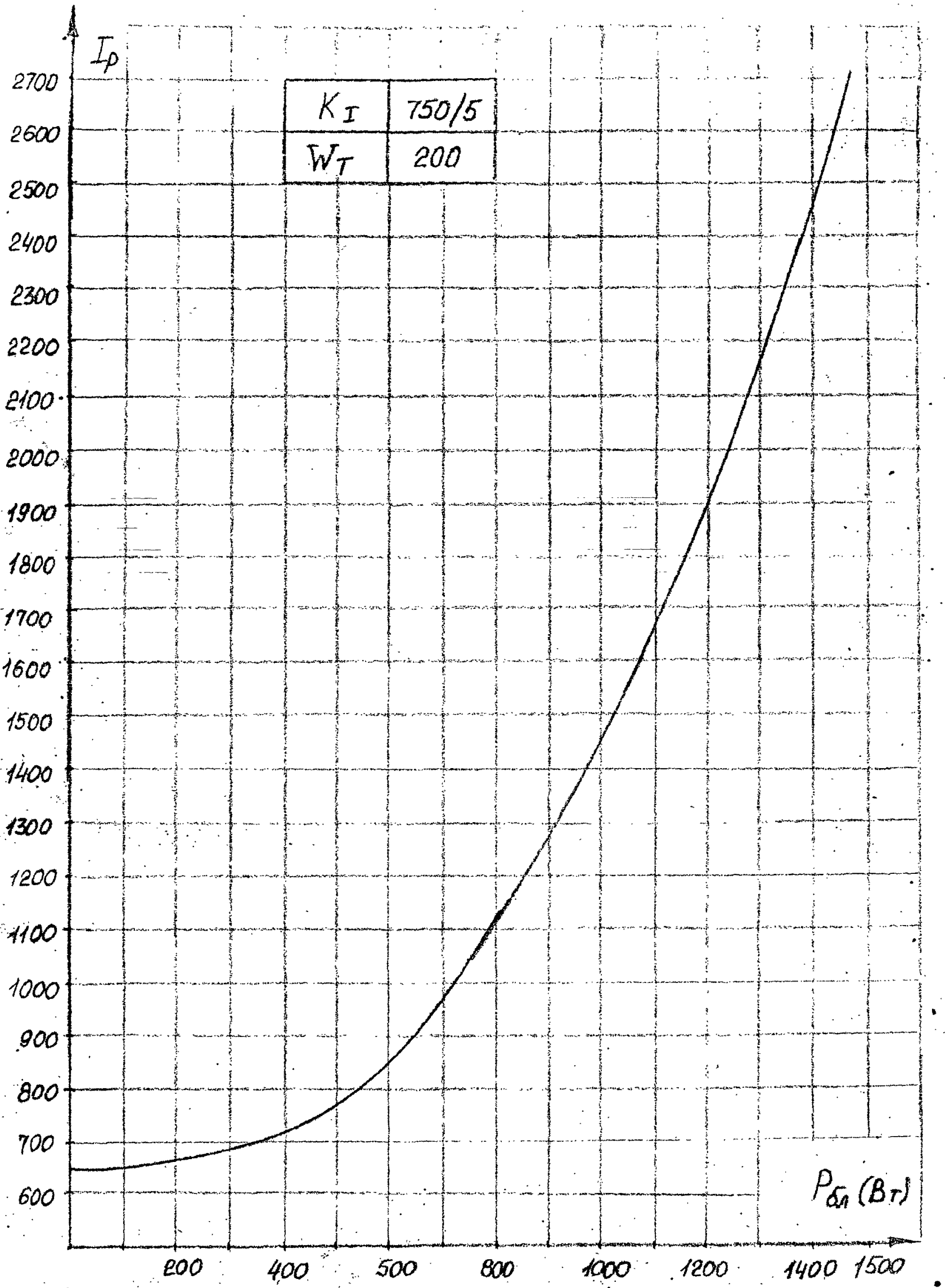


Рис П.4

Документы нормативной документации | Ф14-82 л-т2 | Ф14-19

K_I	200/5
W_T	125

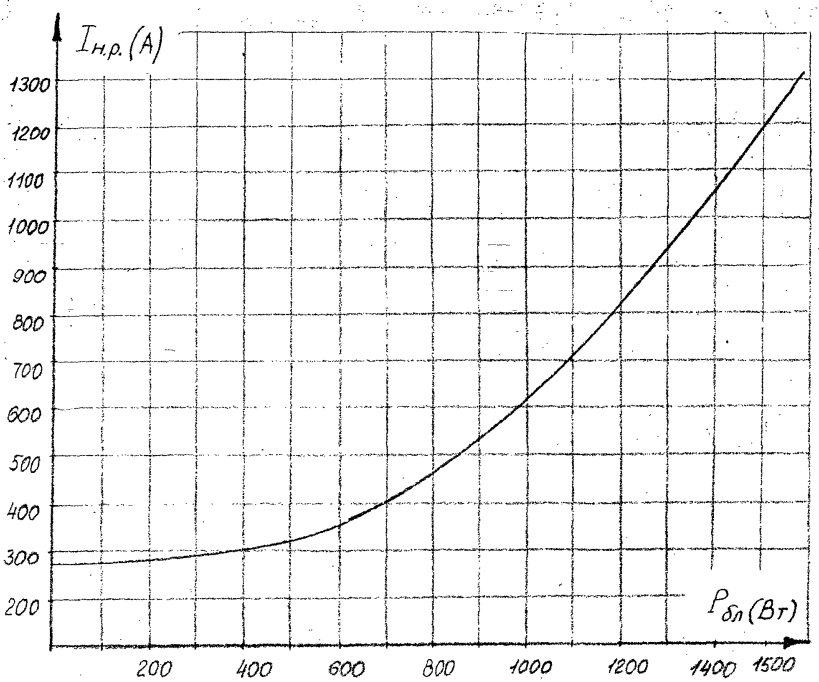


Рис П.5

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и тексты в материалах нормативной документации. | Форма Ф14-79 л-т2 | Взамен Ф14-78 | Нач. ОТП

K_I	300/5
W_T	200

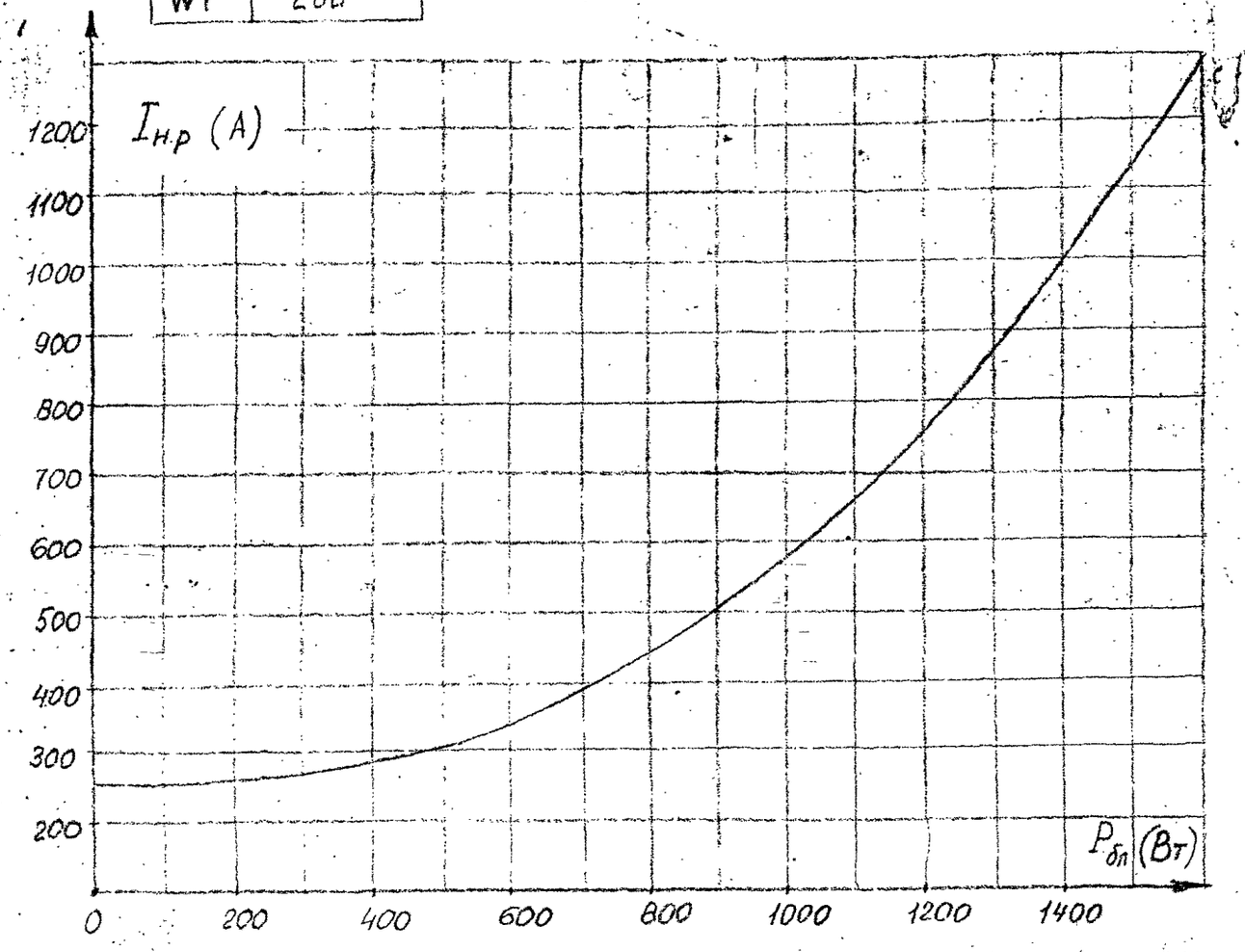


Рис. П.6

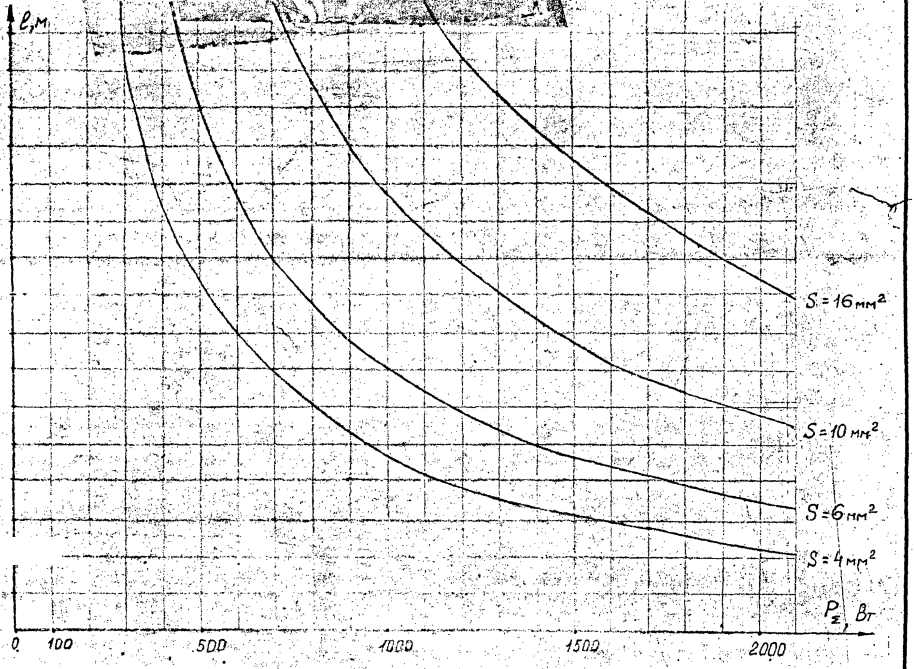


Рис. П.7 Определение сечения жил контроль кабелей от $ТН_{вн}$ до БПНС-2

gost.e-ecolog.ru