ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-164

СХЕМЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЧЕРТЕЖИ УСТРОЙСТВ ОТБОРА НАПРЯЖЕНИЯ

АЛЬБОМ II

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ, РАСЧЕТНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

gost.e-ecolog.ru

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-164

1186тм-т.2

СХЕМЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЧЕРТЕЖИ УСТРОЙСТВ ОТБОРА НАПРЯЖЕНИЯ

АЛЬБОМ II

СОСТАВ ПРОЕКТА

АЛЬБОМ I ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

АЛЬБОМ II ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ, РАСЧЕТНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

РАЗРАБОТАН
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫМ ОТДЕЛЕНИЕМ
ИНСТИТУТА „ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ"

УТВЕРЖДЕН И
ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ
МИНЭНЕРГО СССР
ПРОТОКОЛ N53 ОТ 28.12.81

ЗАМ. ГЛАВНОГО ИНЖЕНЕРА СЗО /В.В. КАРПОВ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА /Г.Л. ЭСКИН/

Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II

№ 1766 ТМ-Т2-3

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта		
Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	Изм. 1
2	Принципиальная схема отбора напряжения для АПВ и синхронизации от конденсаторов связи СМР-66, СМР-110, СМР-166.	
3	Параметры элементов шкафа отбора напряжения и элементов схемы отбора.	Изм. 1
4	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-201 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-66/$\sqrt{3}$ и СМР-110/$\sqrt{3}$.	
5	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-166.	
6	Технические данные на изготовление высокочастотного дросселя типа ДР-201.	
7	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-66/$\sqrt{3}$ и СМР-110/$\sqrt{3}$ (Вариант использования реле РН-55/90 с заводской шкалой уставок $\delta = 20° \div 40°$)	
8	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-66/$\sqrt{3}$ и СМР-110/$\sqrt{3}$ (Вариант использования реле РН-55/90 с удвоенной шкалой уставок $\delta = 40° \div 80°$)	
9	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-166/$\sqrt{3}$	
10	Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-66/$\sqrt{3}$ и СМР-110/$\sqrt{3}$.	
11	Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-66/$\sqrt{3}$ и СМР-110/$\sqrt{3}$.	
12	Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-166/$\sqrt{3}$	
13	Пример установки шкафов отбора напряжения.	

Удостоверяю, что проект соответствует действующим нормам и правилам, а эксплуатация сооружений с пожароопасными и взрывоопасным характером производства безопасна при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

Главный инженер проекта /Эскин Г.Л/

Изм.	Разр.		
Изм. 1	Разр. 5-85	12.03.85	
Нач. отдела	Горев		11.11.81
ГИП	Эскин		11.11.81
Рук. группы	Гофман		11.11.81
Проверил	Гофман		11.11.81
Инженер	Хрипункова		11.11.81

ТП 407-0-164 ЭП

Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.

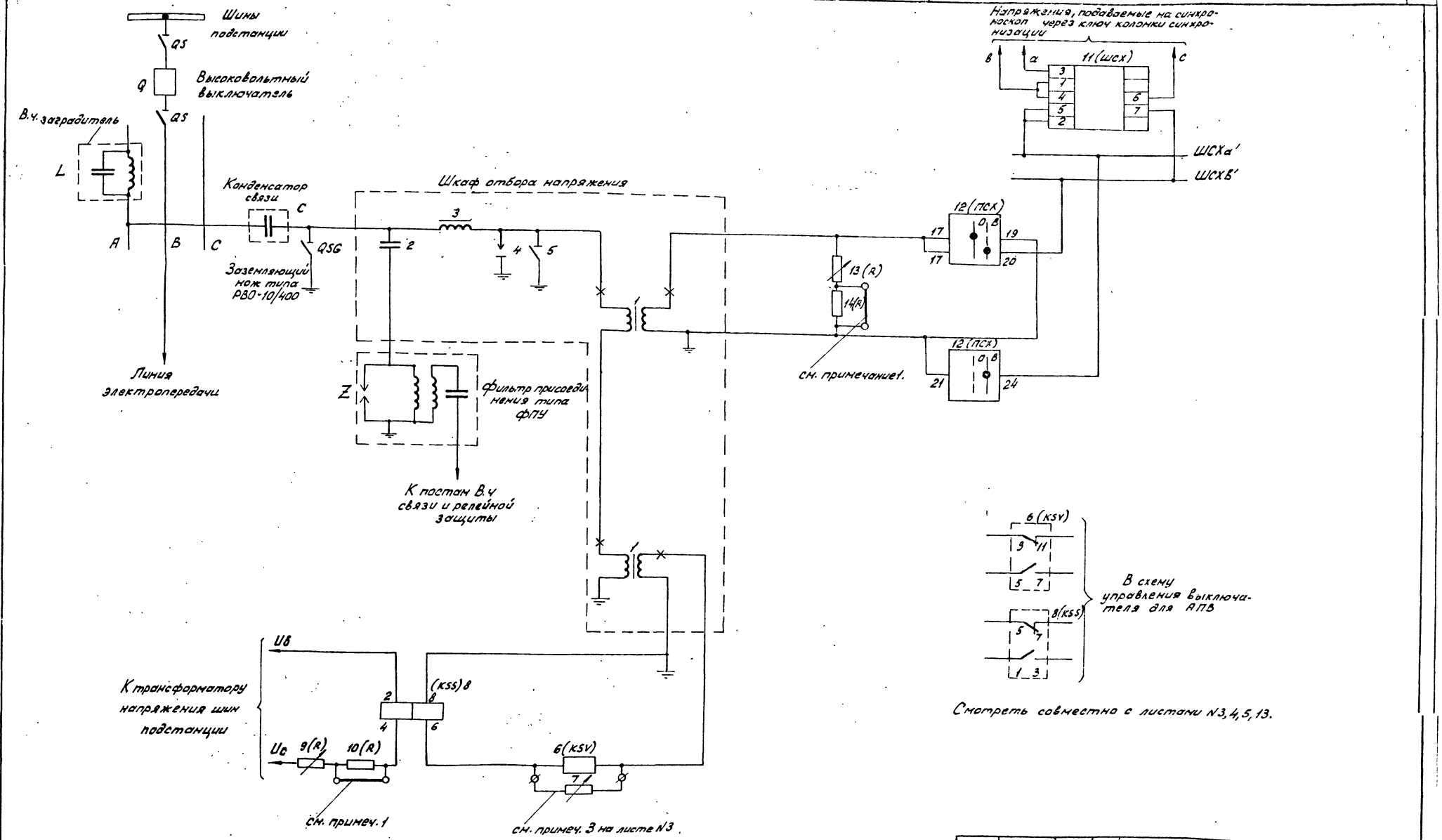
Стадия	Лист	Листов
	1	

Общие данные

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград

Копировал: формат А2

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



Примечание

1. Сопротивления 10(R) и 14(R) должны быть зашунтированы при применении I и III вариантов соединения обмоток трансформатора отбора типа ТОН-201 и I варианта соединения обмоток трансформатора отбора типа ТОН-202.

				ТП 407-0-164	ЭП
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.	
Нач. отд.	Горев		11.11.87		Стадия: Р; Лист: 2; Листов:
ГИП	Эскин		11.11.87		
Рук. гр.	Гофман		11.11.87	Схема отбора напряжения для АПВ и синхронизации от конденсаторов связи СНР-66/√3, СНР-110/√3 – СНР-166/13.	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград
Проверил	Гофман		11.11.87		
Инженер	Хрипунков		11.11.87		

Копировал:

Формат А2

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

Таблица 1

Обозначение и тип конденсатора	Класс напряжения линии электропередачи, кВ				
	110	150	220	330	500
	Количество конденсаторов, шт.				
СМР-66/√3-0,0044У1	—	3	—	—	—
СМР-110/√3-0,0064У1	1	—	2	3	—
СМР-166/√3-0,014У1	—	—	—	2	3

Количество и типы высокочастотных конденсаторов связи, устанавливаемых на линиях электропередачи.

Таблица 2

Обозначение и тип конденсатора	Наименование параметра				
	Напряжение номинальное частоты 50 гц, действующее значение, кВ	Наибольшее рабочее напряжение, действующее значение, кВ	Емкость номинальная, мкФ	Длина пути утечки внешней изоляции, см не менее	Предельное отклонение емкости, %
СМР-66/√3-0,0044У1	66/√3	44	0,0044	87	+10 -5
СМР-110/√3-0,0064У1	110/√3	78	0,0064	285	+10 -5
СМР-166/√3-0,014У1	166/√3	110	0,014	270	±5

Параметры высокочастотных конденсаторов связи.

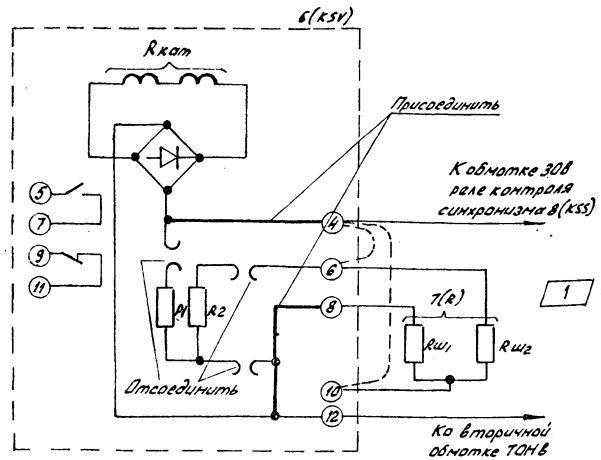


Схема подключения реле контроля напряжения на линии типа РН-54/48.

Таблица 3.

Напряжение срабатывания по шкале уставок на реле РН-54/48, В	Ток от ТОН-201 (ТОН-202), подводимый к реле РН-54/48, А	Величина сопротивления шунта Rш=Rш1+Rш2, Ом	Общее сопротивление R=Rкат ∥ Rш Ом
(0,2÷0,4) Uном 12÷24	0,15	115 (перемычка в положении 4-6)	50
(0,4÷0,8) Uном 24÷48	0,15	35 (перемычка в положении 4-10)	25
(0,2÷0,4) Uном 12÷24	0,075	∞ (шунт исключен, перемычек нет)	94
(0,4÷0,8) Uном 24÷48	0,075	115 (перемычка в положении 4-6)	50

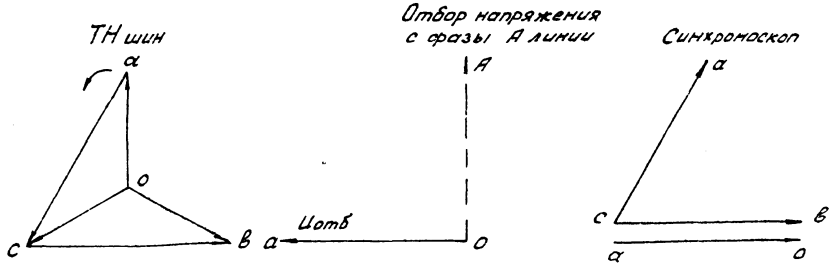
1

Перечень аппаратуры

Место установки	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Количество	Примечание
Шкаф отбора напряжения ШОН	1	Промежуточный трансформатор тока	ТОН-201 (ТОН-202)		2	см. прим. 1;4
	2	Конденсатор	КСО-13	30000пФ Uраб=3кВ	1	
	3	Дроссель	ДР-201	100 мГН	1	см. прим. 2
	4	Разрядник			1	
	5	Заземляющий нож			1	
Панель автоматики	6(KSV)	Реле контроля напряжения	РН-54/48		1	
	7(R)	Резистор регулируемый	ПЭВР-10	47 Ом	1	см. прим. 3
		Резистор	ПЭВ-10	82 Ом	1	
	8(KSS)	Реле контроля синхронизма	РН-55/90		1	
	10(R)	Резистор	ПЭВ-25	1500 Ом	1	
	9(R)	Резистор регулируемый	ПЭВР-50	1000 Ом	1	
Панель приборов синхронизации	11	Колонка синхронизации	ШСХ-3-5-М4		Комплектует Ташкентский завод	
		Синхроноскоп PS	Э-327	100в	1	Выпускаются Краснодарским заводом электроизмерительных приборов
		Добавочный резистор к синхроноскопу	Р-706		4	
		Вольтметр PV	Э-365	0÷100В	2	
		Частотомер PF	Э-361	100	2	
	12(ПСХ)	Переключатель малогабаритный	ПМОФ3 45-2222ТП/1-Д106		1	
	13(R)	Резистор регулируемый	ПЭВР-50	1000 Ом	1	
	14(R)	Резистор	ПЭВ-25	2000 Ом	1	

Примечания

1. В скобках указан тип промежуточного трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения с линии от конденсатора связи СМР-166/√3.
2. Технические данные на изготовление высокочастотного дросселя ДР-201 приведены на листе.
3. Шунт, подключаемый к реле РН-54/48, состоит из двух сопротивлений Rш=Rш1+Rш2 = 47+82 Ом, соответственно.
4. Технические данные на изготовление трансформаторов отбора напряжения ТОН-201 и ТОН-202 приведены на листах 4 и 5.



Векторные диаграммы напряжений ТН, отбора напряжения и напряжений, подаваемых на синхроноскоп для синхронизируемых элементов.

Смотреть совместно с листом N 2

Изм. 1	Разр. 5-85	12.03.85г		ТП 407-0-164 ЭП	
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.	
Нач.отд.	Горев		11.11.81		Стадия: Р; Лист: 3; Листов:
ГИП	Эскин		11.11.81		
Рук.гр.	Гофман		11.11.81	Параметры шкафа отбора напряжения ШОН и элементов схемы отбора напряжения	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград
Проверил	Гофман		11.11.81		
Инженер	Хрипунков		11.11.81		

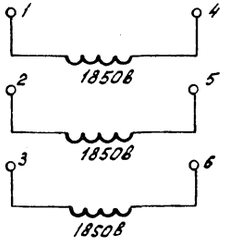
Копировал: формат А2

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

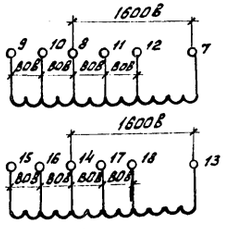
Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II N 1766 ТН-Т2-5

Трансформатор отбора напряжения типа ТОН-201.

Первичная обмотка трансформатора (состоит из трех секций)



Вторичная обмотка трансформатора (состоит из двух секций)



Варианты схем соединения обмоток ТОН-201

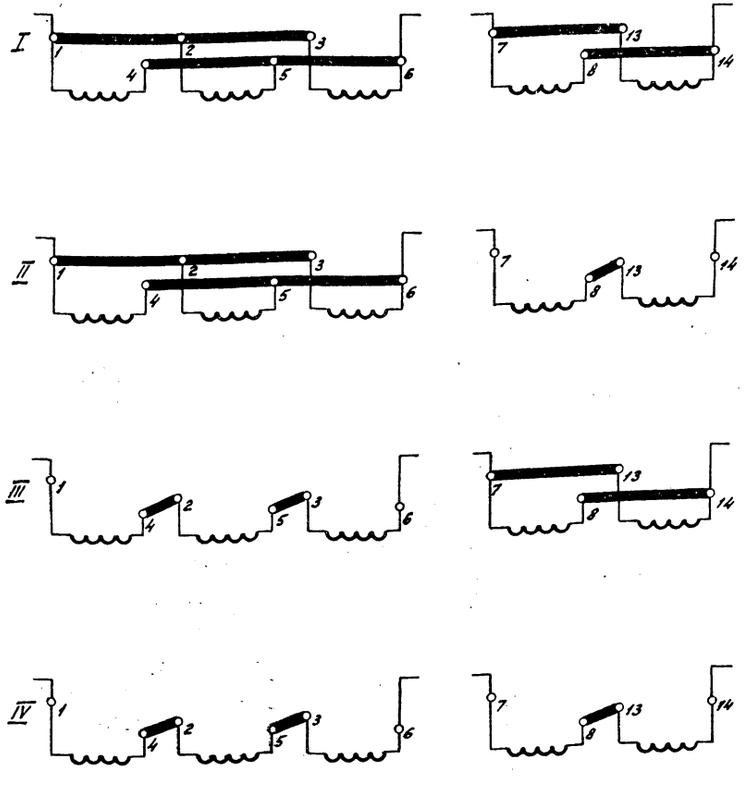


Рис. 1.

Технические данные

на изготовление трансформатора тока ТОН-201 для отбора напряжения от конденсаторов связи.

1. Трансформатор тока ТОН-201 предназначен для отбора напряжения с линии от конденсаторов связи типа СМР-66/√3 и СМР-110/√3 для целей АПВ и синхронизации. Он может применяться при напряжении 110-330 кв. при заземленной нейтрали системы.

2. Первичная обмотка трансформатора тока включается последовательно с конденсатором связи. Во вторичную цепь трансформатора тока может быть включено одно из следующих устройств:
   а) реле контроля синхронизма последовательно с реле проверки встречного напряжения.
   б) синхронизационное устройство типа ШСХ-3-5-м^а с приборами Краснодарского завода, состоящее из двух вольтметров, двух частотомеров и синхроскопа.

3. Обмотки трансформатора наматываются на сердечник трансформатора тока имеющий Qф = 13,5 см²; ℓо ср = 29 см.

4. Изоляция обмоток должна быть рассчитана на длительно приложенное напряжение 1 кВ переменного тока.
   Для усиления изоляции обмоток относительно сердечника и между собой на имеющийся каркас, а также между обмотками и должны быть наложены слои лакоткани.

5. Номинальный первичный ток трансформатора ТОН определяется однозначно только емкостью конденсатора связи и не зависит от величины нагрузки.

$$I_1 = \frac{U_ф}{X_c} = \frac{110 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot 6400 \cdot 10^{-12} \approx 0{,}13\,а$$

(для 1) 110 кВ - 1СМР-110/√3
2) 220 кВ - 2СМР-110/√3
3) 330 кВ - 3СМР-110/√3)

$$I_1 = \frac{U_ф}{X_c} = \frac{150 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot \frac{4400}{3} \cdot 10^{-12} \approx 0{,}043\,а$$

(для 150 кВ - 3СМР-66/√3)

6. Первичная обмотка трансформатора состоит из трех секций при различном соединении которых первичные токи будут равны 0,13 или 0,043 А. Вторичная обмотка трансформатора состоит из двух секций, при различном соединении которых вторичные токи будут равны 0,15 и 0,075 А. Варианты соединения обмоток приведены на рис. 1. Параметры и обмоточные данные в таблице 1.

7. Испытательное напряжение обмоток трансформатора, относительно земли: первичной - 4000 В, 50 гц; вторичной - 2000 В, 50 гц. в течение 1 минуты.

8. На паспортной табличке должно быть указано:
   а) тип ТОН-201
   б) номинальный первичный ток 0,13; 0,043
   в) номинальный вторичный ток 0,15; 0,075
   г) схема внутренних соединений.

9. В соответствии с протоколом технического совещания по вопросу рассмотрения шкафов ШОН от 23 сентября 1980 г. в г. Ташкенте заводу „Ташэлектромаш", поставщику трансформаторов отбора ТОН, для повышения надежности их работы выполнить гидрофобизацию и пропитку обмоток этого трансформатора эпоксидной смолой или компаундом.

Таблица 1

Параметры	Для подключения к СМР-110/√3-0,0064 и СМР-66/√3-0,0064			
	Первичная обмотка		Вторичная обмотка	
	Параллельное соединение обмоток	Последовательное соединение обмоток	Параллельное соединение обмоток	Последовательное соединение обмоток
Номинальный ток, А	0,13	—	0,15	0,075
	—	0,043	0,15	0,075
Коэффициент трансформации	$П_{Т ном} = \frac{0,13}{0,15} = 0,866$;		$П_{Т ном} = \frac{0,13}{0,075} = 1,73$	
	$П_{Т ном} = \frac{0,043}{0,15} = 0,287$;		$П_{Т ном} = \frac{0,043}{0,075} = 0,573$	
Число витков	$\frac{1850}{3}$	—	$\frac{(1600 \pm 2 \times 5\%)}{2}$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$
	—	3 × 1850	$\frac{(1600 \pm 2 \times 5\%)}{2}$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$
Провод медный	ПЭЛШО-0,25		ПЭЛШО-0,25	
Сопротивление, Ом	48,5	—	88,7	
	—	437	—	355

Спецификация

оборудования и материалов для изготовления трансформаторов тока

NN п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол-во	Примечание
1	Трансформатор тока	ТОН-201	шт	1	
2	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	0,5	
3	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	0,5	

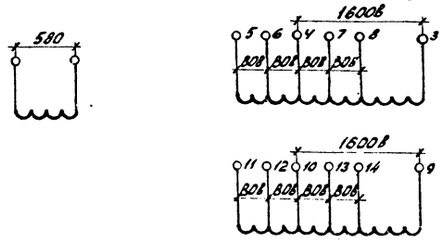
Нач. отд	Горев		11.11.81	ТП 407-0-164 ЭП	
ГИП	Эскин		11.11.81	Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения	
Рук. гр.	Гофман		11.11.81		Стадия: Р; Лист: 4; Листов:
Проверил	Гофман		11.11.81	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-201 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград
Инженер	Хрипунова		11.11.81		

Копировал: Формат А2

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

Трансформатор отбора напряжения типа ТОН-202.

Первичная обмотка трансформатора (состоит из одной секции) Вторичная обмотка трансформатора (состоит из двух секций)



Варианты соединения обмоток ТОН-22

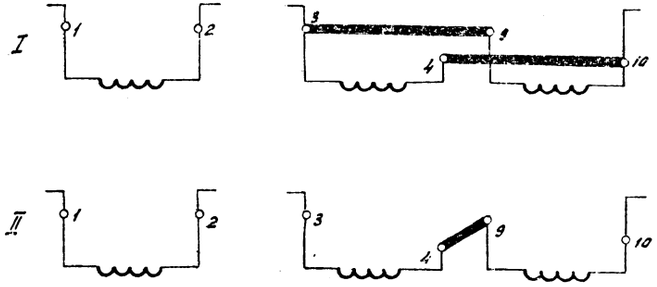


Рис. 1

Таблица 1

Параметры ТОН-202	Для подключения к конденсаторам связи типа СМР-166/√3		
	Первичная обмотка	Вторичная обмотка	
		Параллельное соединение обмоток	Последовательное соединение обмоток
Номинальный ток, А	0,42	0,15	0,075
Номинальный коэффициент трансформации	$П_{Т\,ном} = \frac{0,42}{0,15} = 2,8$; $П_{Т\,ном} = \frac{0,42}{0,075} = 5,6$		
Число витков	580	$\frac{1600 \pm 2 \times 5\%}{2}$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$
Провод медный	ПЭЛШО-0,51	ПЭЛШО-0,25	
Сопротивление (ом)	8	75	300

Технические данные

на изготовление трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения от конденсаторов связи типа СМР-166/√3

1. Трансформатор тока ТОН-202 предназначен для отбора напряжения с линии от конденсаторов связи СМР-166/√3 для целей АПВ и синхронизации. Он может применяться при напряжении сети 330÷500 кв при заземленной нейтрали системы.

2. Первичная обмотка трансформатора тока включается последовательно с конденсатором связи. Во вторичную цепь трансформатора тока может быть включено одно из следующих устройств:
   а) реле контроля синхронизма последовательно с реле проверки встречного напряжения
   б) синхронизационное устройство типа ШСХ-3-5-М^{а} с приборами Краснодарского завода, состоящее из двух вольтметров, двух частотомеров и синхроноскопа.

3. Обмотки трансформатора наматываются на сердечник трансформатора тока, имеющий $Q_ф = 13,5\,см^2$; $l_{ср} = 29\,см$.

4. Изоляция обмоток должна быть рассчитана на длительно приложенное напряжение 1кв переменного тока. Для усиления изоляции обмоток относительно сердечника и между собой на имеющийся каркас, а также между обмотками должны быть наложены слои лакоткани.

5. Схема внутренних соединений трансформатора тока дана на рис. 1. Параметры и обмоточные данные трансформатора тока приведены в таблице 1.

6. Номинальный первичный ток трансформатора тока ТОН-202 определяется однозначно только емкостью конденсатора связи и не зависит от нагрузки.

$$I_1 = \frac{U_ф}{X_c} = \frac{330 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot \frac{14000}{2} \cdot 10^{-12} \cong 0,42\,а$$

для 330 кв - 2СМР-166/√3

7. Испытательное напряжение обмоток трансформатора: относительно земли - первичной 4000в. 50гц., вторичной - 2000в, 50гц в течение 1 минуты.

8. На паспортной таблице должно быть указано:
   а) Тип - ТОН-202
   б) Номинальный первичный ток - 0,42а
   в) Номинальный вторичный ток - 0,15 (0,075) а.
   г) Схема внутренних соединений.

Спецификация

оборудования и материалов для изготовления трансформаторов тока

№№ п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол.-во	Примечание
1	Трансформатор тока	ТОН-202	шт	1	
2	Провод медный	ПЭЛШО-0,51	кг	0,5	
3	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	0,5	

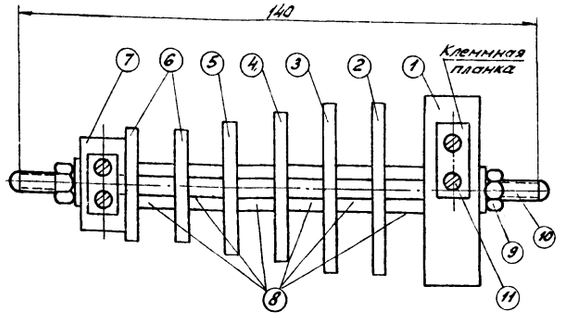
9. В соответствии с протоком технического совещания по вопросу рассмотрения шкафов ШОН от 23 сентября „1960г. в г. Ташкенте заводу „Ташэлектромаш", поставщику трансформаторов отбора ТОН, для повышения надежности их работы выполнить герметизацию и пропитку обмоток этого трансформатора эпоксидной смолой или компаундом.

				ТП 407-0-164 ЭП			
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения			
Нач. отд.	Горев		11.11.81		Стадия	Лист	Листов
ГИП	Эскин		11.11.81		Р	5	
Рук. гр.	Гофман		11.11.81	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-166/√3	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград		
Проверил	Гофман		11.11.81				
Инженер	Хрипункова		11.11.81				

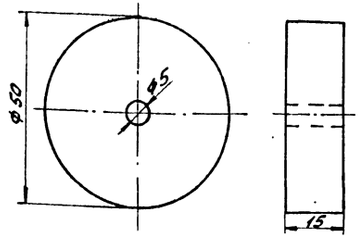
Копировал: формат А2

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

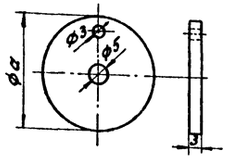
Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II N 1766 ТМ-Т2-8



Общий вид каркаса

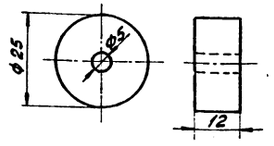


Деталь N1

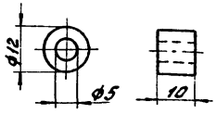


N детали	2	3	4	5	6
а мм	45	45	40	35	30

Детали NN 2÷6



Деталь N7



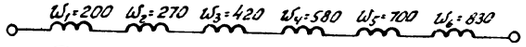
Деталь N8

Рис.1

Технические данные

на изготовление высокочастотного дросселя типа ДР-201.

1. Дроссель ДР-201 индуктивностью 100 мгн применяется в схемах отбора напряжения от конденсаторов связи для целей АПВ и синхронизации и используется для запирания токов высокой частоты.
2. Для наматывания обмотки дросселя применяется специальный секционированный каркас, который изготавливается из изоляционного материала. Отдельные элементы каркаса собираются на нарезной латунной шпильке М-5 и закрепляются с двух сторон гайками (см. рис. 1).
3. Схема соединений и количество витков секционированной обмотки даны на рис. 2.



ΣW = 3000 витков, R = 10÷12 ом, Провод ПЭЛ-0,44 мм

Рис. 2

Начало и конец обмотки припаиваются к планкам, прикрепленным к деталям N1 и N7 (см. рис. 1). На планках предусматриваются винты М-3 для присоединения коммутационных проводов.

4. Изоляция обмотки должна быть рассчитана на длительно-приложенное напряжение не менее 1 кВ переменного тока.
5. Испытательное напряжение обмотки дросселя относительно земли 4 кВ, 50 гц в течение 1 минуты.
6. На паспортной табличке должно быть указано:
   а) тип - ДР-201,
   б) индуктивность - 100 мгн,
   в) номинальный ток - 0,45 а,
   г) схема соединений обмотки.

Спецификация

оборудования и материалов для изготовления дросселя

NN п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол-во	Примечание
1	Провод медный	ПЭЛ-0,44 мм	кг	0,3	
2	Каркас изоляционный	—	шт	1	Изготовляется согласно рис. 1

Спецификация материалов для изготовления каркаса дросселя.

NN п/п	поз.	Наименование детали	Кол-во	Размеры мм	Материал	Примечание
1	1	Колодка	1	ф50; δ=15	Гетинакс	
2	2	Шайба	1	ф45; δ=3	—"—	
3	3	Шайба	1	ф45; δ=3	—"—	
4	4	Шайба	1	ф40; δ=3	—"—	
5	5	Шайба	1	ф35; δ=3	—"—	
6	6	Шайба	2	ф30; δ=3	—"—	
7	7	Колодка	1	ф25; δ=12	—"—	
8	8	Шайба	6	ф12; δ=10	—"—	
9	9	Гайка М-5	2		Латунь	
10	10	Шпилька М-5	1	l=140	Латунь	
11	11	Винт М-3	4		Латунь	

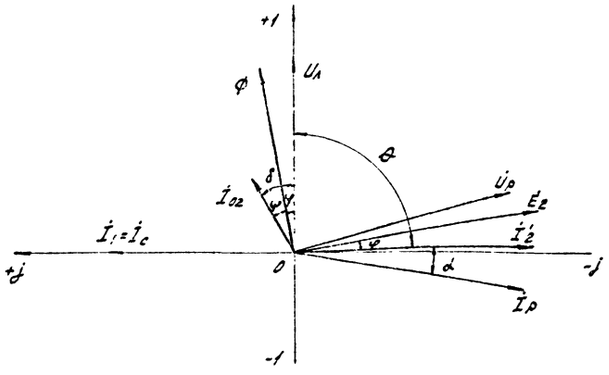
Нач. отд.	Горев		11.11.61	ТП 407-0-164	ЭП
ГИП	Эскин		11.11.61	Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.	
Рук. гр.	Гофман		11.11.61	Стадия: Р	Лист: 6 / Листов:
Проверил	Гофман		11.11.61	Технические данные для изготовления высокочастотного дросселя ДР-201	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград
Инженер	Хрипунков		11.11.61		

Копировал: формат А2

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

NN п/п	Наименование определяемых величин		Единицы измерения	Обозначение и формулы для расчета	Расчетные данные I	Расчетные данные III
1	2		3	4	5	
1	Параметры реле контроля синхронизма типа РН-55/90	Сопротивление обмотки 30В, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	ОМ	Z_p'	$182+j70=196\cdot e^{j21}$	
		Сопротивление обмотки 60В, подключаемой к трансформатору напряжения шин.	ОМ	Z_p''	$728+j280=780\cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии.		ОМ	$R=R_{кат}//R_ш$	127	
					72	
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В		ОМ	$R_{доб}$	550	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения		ОМ	Z_Σ'	$182+j70+127=$ $=310+j70=318\cdot e^{j12}$	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин.		ОМ	Z_Σ''	$728+j280+550=$ $=1278+j280=1311\cdot e^{j12}$	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам соединения секции первичной обмотки (см. чертеж. N 1766тн-II-4)	А	$I_{1\,ном}$	$j0{,}13$	$j0{,}043$
		Вторичный ток для обмотки 30В	А	$I_{2\,ном}$	$-j0{,}15$	
		Номинальный коэффициент трансформации	—	$П_{т\,ном}=\frac{I_{1\,ном}}{I_{2\,ном}}$	$\frac{0{,}13}{0{,}15}=0{,}866$	$\frac{0{,}043}{0{,}15}=0{,}287$
		Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см²	$Q_ф$	13,5	
		Длина средней магнитной линии	см	$l_{0ср}$	~29	
		Площадь окна сечения каркаса обмоток	см²	S	~19	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Первичной	мм	—	ПЭЛШО-0,25	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Вторичной	мм	—	ПЭЛШО-0,25	
		Сечение провода обмоток по меди — Первичной	мм²	$q_1=q_2=\frac{\pi d^2}{4}$	0,049	
		Сечение провода обмоток по меди — Вторичной	мм²		0,049	
		Число витков обмоток трансформатора — Первичной	Витков	W_1	1850	3×1850
		Число витков обмоток трансформатора — Вторичной	Витков	W_2	1600±2×5%	

1	2			3	4	5	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Средняя длина витка обмотки	Первичной	м	$l_{1ср}$	0,19	
			Вторичной	м	$l_{2ср}$	0,265	
		Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	ОМ	$Z_{w1}=R_{w1}=\frac{W_1 l_{1ср}}{q_1\gamma}$	48,5	437
			Вторичной	ОМ	$Z_{w2}=R_{w2}=\frac{W_2 l_{2ср}}{q_2\gamma}$	89	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора			В	$\dot{E}_2=I_2(Z_\Sigma'+Z_{w2})$	$10{,}5-j59{,}8=60{,}7e^{-j80}$	
4	Индукция в стали трансформатора			Гаусс	$B=E_2\frac{45\cdot10^4}{Q\cdot W_2}$	1265	
5	Удельная магнитодвижущая сила			А/см	$(I_0\cdot W)_{уд}$	0,2	
6	Ток намагничивания трансформатора отнесенный ко вторичной обмотке			А	$I_{02}=\frac{(I_0\cdot W)_{уд}\cdot l_{0ср}}{W_2}$	$3{,}62\cdot10^{-3}$	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_0\cdot W)_{уд}=02$			Град	ψ	20°	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки			Град	$90-\varphi=$ $=90-\mathrm{arctg}\frac{10{,}5}{59{,}8}$	$90-10=80°$	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора			Град	$\delta=\psi+\varphi$	$20+10=30°$	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)			А	$\dot{I}_{02}=I_{02}\cdot e^{j\delta}=$ $=I_{02}(\cos\delta+j\sin\delta)$	$3{,}62\cdot10^{-3}(\cos30°+j\sin30°)=$ $=3{,}13\cdot10^{-3}+j1{,}81\cdot10^{-3}$	
11	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору отбора			А	$I_2'=\frac{\dot{I}_1}{П_{т\,ном}}+\dot{I}_{02}$	$3{,}13\cdot10^{-3}-j0{,}149\cong$ $=0{,}149\cdot e^{-j89}$	
12	Напряжение на обмотках реле			В	$\dot{U}_p=\dot{I}_2'\cdot Z_\Sigma'$	$(3{,}13\cdot10^{-3}-j0{,}149)(310+j70)=$ $=11{,}74-j44=45{,}5\cdot e^{-j75}$	
13	Угол между напряжением линии и током в обмотке реле, подключаемой к трансформатору отбора			Град	θ	89	
14	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору напряжения шин.			А	$\dot{I}_p=\frac{\dot{U}_{вс}}{Z_\Sigma''}=\frac{\dot{U}_p e^{-j90}}{Z_\Sigma''}$	$\frac{100\cdot e^{-j90}}{1311\cdot e^{j12}}=7{,}6\cdot10^{-2}e^{j102}$	
15	Угол между токами в обмотках реле			Град	α	$-102+89=-13$	
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора			В	$\lvert\dot{U}_1\rvert=\lvert-\frac{E_2}{П_т}+I_1\cdot Z_{w1}\rvert$	76	230



Векторная диаграмма трансформатора отбора ТОН-201 для АПВ

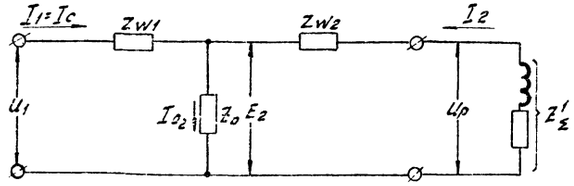


Схема замещения трансформатора отбора напряжения.

Смотреть совместно с листом N4

Примечания:

1. Данный вариант расчета относится к случаю применения реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с заводской шкалой уставок $\delta=20°\div40°$.
2. Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в „Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

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

				ТП 407-0-164 ЭП			
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения			
Нач. отд.	Горев		11.11.81		Стадия	Лист	Листов
ГИП	Эскин		11.11.81		Р	7	
Рук. гр.	Гофман		11.11.81	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-110/√3 и СМР-66/√3	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград		
Проверил	Гофман		11.11.81				
Инженер	Хрипункова		11.11.81				

Копировал: [signature]

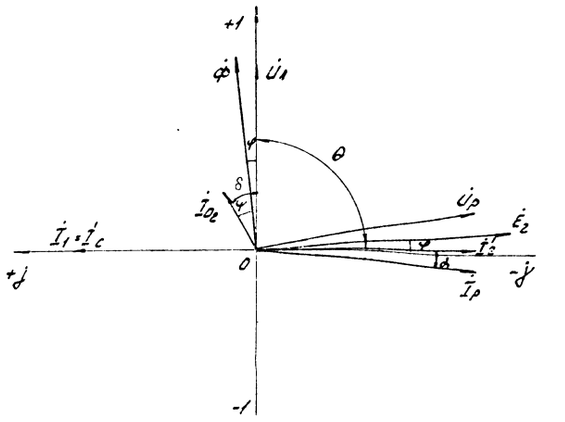
формат А2

Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II

N 1766 ТМ-Т2-10

№№ п/п	Наименование определяемой величины		Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные II	Расчетные данные IV
1	2		3	4	5	
1	Параметры реле контроля синхронизма типа РН-55/90	Сопротивление обмотки 30в, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	Z'_p	$182+j\,70=196\cdot e^{j21}$	
		Сопротивление обмотки 60в, подключаемой к трансформатору напряжения шин.	Ом	Z''_p	$728+j\,280=780\cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии.		Ом	$R=R_{кат}\|\|R_ш$	260	
					127	
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60в.		Ом	$R_{доб}$	2000	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения.		Ом	Z'_Σ	$182+j\,70+260=$ $=442+j\,70=447{,}5\cdot e^{j9}$	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин.		Ом	Z''_Σ	$728+j\,280+2000=$ $=2728+j\,280=2742\cdot e^{j6}$	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам соединения секций первичной обмотки (см. черт. N 1766 тм-Т2-4)	А	$I_{1ном}$	$j\,0{,}13$	$j\,0{,}043$
		Вторичный ток для обмотки 30в	А	$I_{2ном}$	$-j\,0.075$	
		Номинальный коэффициент трансформации.	—	$n_{т_{ном}}=\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{0{,}13}{0{,}075}=1{,}73$	$\frac{0{,}043}{0{,}075}=0{,}573$
		Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см²	$Q_ф$	13,5	
		Длина средней магнитной линии	см	$l_{оср}$	~ 29	
		Площадь окна сечения каркаса обмоток	см²	$Q_в$	~ 19	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Первичной	мм	—	ПЭЛШО - 0,25	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Вторичной	мм	—	ПЭЛШО - 0,25	
		Сечение провода обмоток по меди. — Первичной	мм²	$q_1=q_2=\frac{\pi d^2}{4}$	0,049	
		Сечение провода обмоток по меди. — Вторичной	мм²		0,049	
		Число витков обмоток трансформатора. — Первичной	Виток	W_1	1850	3×1850
		Число витков обмоток трансформатора. — Вторичной	Виток	W_2	2×(1600±2×5%)	

1	2			3	4	5	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Средняя длина витка обмотки	Первичной	М	$l_{1ср}$	0,19	
			Вторичной		$l_{2ср}$	0,265	
		Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	Ом	$Z_{W1}=R_{W1}=\frac{W_1 l_{1ср}}{q_1\gamma}$	48,5	437
			Вторичной		$Z_{W2}=R_{W2}=\frac{W_2 l_{2ср}}{q_2\gamma}$	355	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора отбора			В	$\dot{E}_2=\dot{I}_2(Z'_\Sigma+Z_{W2})$	$5{,}25-j\,59{,}8=60\cdot e^{-j85}$	
4	Индукция в стали трансформатора			Гаусс	$B=E_2\frac{45\cdot10^4}{QW_2}$	625	
5	Удельная магнитодвижущая сила.			А/см	$(I_0\cdot W)_{уд}$	0,11	
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке.			А	$I_{02}=\frac{(I_0 W)_{уд} l_{оср}}{W_2}$	10^{-3}	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{ном}\cdot W)_{уд}=0{,}11$			Град	ψ	25	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки			Град	$90-\varphi=$ $=90-\operatorname{arctg}\frac{5{,}25}{59{,}8}$	$90-5=85$	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора.			Град	$\delta=\psi+\varphi$	$25+5=30$	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)			А	$\dot{I}_{02}=I_{02}\cdot e^{j\delta}=$ $=I_{ном}(\cos\delta+j\sin\delta)$	$10^{-3}(\cos30°+j\sin30°)=$ $=0{,}866\cdot10^{-3}+j\,0{,}5\cdot10^{-3}$	
11	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору отбора			А	$\dot{I}'_2=\frac{\dot{I}_1}{n_{т_{ном}}}+\dot{I}_{02}$	$0{,}866\cdot10^{-3}-j\,0{,}074\cong$ $\cong0{,}074\cdot e^{-j89{,}4}$	
12	Напряжение на обмотке реле			В	$\dot{U}_p=\dot{I}'_2\cdot Z'_\Sigma$	$(0{,}866\cdot10^{-3}-j\,0{,}074)(442+j\,70)=$ $=5{,}6-j\,32{,}6=33{,}1\cdot e^{-j80}$	
13	Угол между напряжением линии и током в обмотке реле, подключаемой к трансформатору отбора			Град	$\theta=90-$ $-\operatorname{arctg}\frac{0{,}86\cdot10^{-3}}{0{,}074}$	$90-0{,}6=89{,}4$	
14	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору напряжения шин			А	$\dot{I}'_p=\frac{\dot{U}_{вс}}{Z''_\Sigma}=\frac{\dot{U}_n e^{j\varphi}}{Z''_\Sigma}$	$\frac{100\cdot e^{-j90}}{2742\cdot e^{j6}}=3{,}65\cdot10^{-2}\cdot e^{-j96}$	
15	Угол между токами в обмотках реле			Град	d	$-96+89{,}4=-6{,}6$	
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора.			В	$\|\dot{U}_1\|=\left\|\frac{E_2}{n_т}+\dot{I}_1 Z_{W1}\right\|$	42	125



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-201 для АПВ.

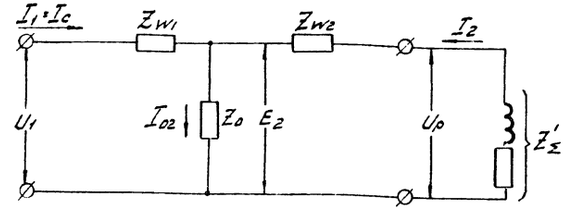


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201.

Смотрять совместно с листом N 4.

Примечания:

1. Данный вариант расчета относится к случаю применения реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с удвоенной шкалой уставок $\delta=40°\div80°$.
2. Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в „Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

Нач отд	Горев	[signature]	11.11.81
ГИП	Эскин	[signature]	11.11.81
Рук. гр.	Гофман	[signature]	11.11.81
Проверил	Гофман	[signature]	11.11.81
Инженер	Хрипункова	[signature]	11.11.81

ТП 407-0-164 ЭП

Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.

Стадия	Лист	Листов
Р	8	

Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград

Копировал: [signature]

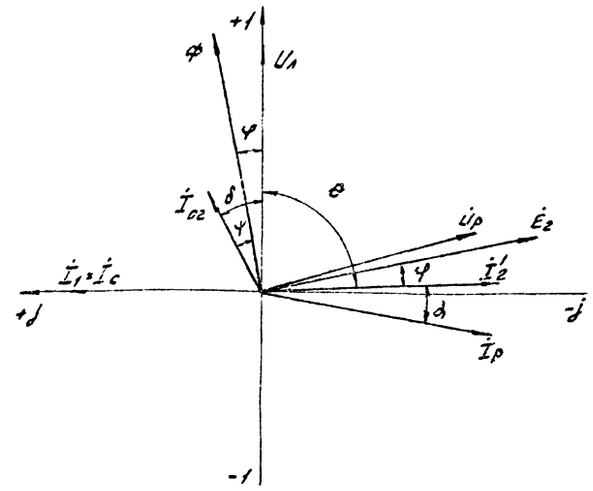
формат А2

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

Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II №1766 ТМ-Т2-11

NN п/п	Наименование определяемых величин		Единица измерения	Обозначение и формулы для расчета	Расчетные данные I	Расчетные данные II
1	2		3	4	5	
1	Параметры реле контроля синхронизма типа РН-55/90	Сопротивление обмотки 30В, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	Z'_p	$182+j70=195\cdot e^{j21}$	
		Сопротивление обмотки 60В, подключаемой к трансформатору напряжения шин.	Ом	Z''_p	$728+j280=776\cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии.		Ом	$R=R_{кат}\|\|R_ш$	127	260
					72	127
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В.		Ом	$R_{доб}$	550	2000
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения.		Ом	Z'_Σ	$309+j70=317\cdot e^{j13}$	$442+j70=448\cdot e^{j9}$
					$254+j70=364\cdot e^{j15}$	$309+j70=317\cdot e^{j13}$
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин.		Ом	Z''_Σ	$728+j280+550=1311\cdot e^{j12}$	$728+j280+2000=2742\cdot e^{j6}$
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-202	Номинальный первичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202	А	$\dot I_{1ном}$	$j0,42$	
		Номинальный вторичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202, соответствующий двум вариантам соединения секций вторичной обмотки (см. чертеж 1766 тм-II-5), для обмотки 30В	А	$\dot I_{2ном}$	$-j0,15$	$-j0,075$
		Номинальный коэффициент трансформации	—	$П_{т_{ном}}=\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{j0,42}{j0,15}=2,8$	$\frac{j0,42}{j0,075}=5,6$
		Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-202	см²	$Q_ф$	13,5	
		Длина средней магнитной линии	см	$l_{0ср}$	~29	
		Площадь окна сечения магнитопровода	мм²	$Q_в$	~19	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди. Первичной	мм	—	ПЭЛШО-0,51	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди. Вторичной	мм	—	ПЭЛШО-0,25	
		Селение провода обмоток по меди. Первичной	мм²	$q=\frac{\pi d^2}{4}$	0,204	
		Селение провода обмоток по меди. Вторичной	мм²	$q=\frac{\pi d^2}{4}$	0,049	
		Число витков обмоток трансформатора. Первичной	витков	W_1	580	
		Число витков обмоток трансформатора. Вторичной	витков	W_2	1600±2×5%	2×(1600±2×5%)
		Средняя длина витка обмотки. Первичной	м	$l_{1ср}$	0,17	
		Средняя длина витка обмотки. Вторичной	м	$l_{2ср}$	0,23	

2	Сопротивление обмоток трансформатора. Первичный	Ом	$Z_{W1}=R_{W1}=\frac{W_1 l_{1ср}}{Q_2\cdot\gamma}$	8			
				75		300	
	Вторичной		$Z_{W2}=R_{W2}=\frac{W_2\cdot l_{2ср}}{Q_2\cdot\gamma}$				
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В	$\dot E_2=\dot I_2(Z'_p+Z_{W2})$	$10,5-j57,6=58,6\cdot e^{-j80}$	$10,5-j49,4=50,5\cdot e^{-j78}$	$5,25-j49,4=49,7\cdot e^{-j83}$	$5,25-j45,7=46\cdot e^{-j83}$
4	Индукция в стали трансформатора	Гаусс	$B=E_2\frac{45\cdot10^4}{Q\cdot W_2}$	1219	1053	1163	960
5	Удельная магнитодвижущая сила	А/см	$(I_0\cdot W)_{уд}$	~0,18			
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке	А	$I_{02}=\frac{(I_0\cdot W)l_{0ср}}{W_2}$	$3,26\cdot10^{-3}$		$1,63\cdot10^{-3}$	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{ном}\cdot W)_{уд}=0,18$	Град	ψ	20			
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	Град	$90-\varphi=90-arctg$	$90-11=79$		$90-6=84$	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора	Град	$\delta=\psi+\varphi$	$20+11=31$		$20+6=26$	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$\dot I_{02}=I_{02}\cdot e^{j\delta}=I_{02}\cdot(\cos\delta+j\sin\delta)$	$3,26\cdot10^{-3}\cdot e^{j31}=3,26\cdot10^{-3}(\cos31+j\sin31)=2,79\cdot10^{-3}+j1,68\cdot10^{-3}$		$3,26\cdot10^{-3}\cdot e^{j26}=3,26\cdot10^{-3}(\cos26+j\sin26)=2,92\cdot10^{-3}+j1,42\cdot10^{-3}$	
11	Ток в обмотках реле, подключаемых к трансформатору отбора	А	$\dot I'_2=-\frac{\dot I_1}{П_{т_{ном}}}+\dot I_{02}$	$-\frac{j0,42}{2,8}+2,79\cdot10^{-3}+j1,68\cdot10^{-3}=2,79\cdot10^{-3}-j0,148=0,148\cdot e^{-j89}$		$-\frac{j0,42}{5,6}+2,92\cdot10^{-3}+j1,42\cdot10^{-3}=2,92\cdot10^{-3}-j0,074=0,074\cdot e^{-j88}$	
12	Напряжение на обмотках реле	В	$\dot U_p=\dot I'_2\cdot Z'_\Sigma$	$11,2-j45,5=46,9\cdot e^{-j76}$		$6,5-j32,5=33,1\cdot e^{-j79}$	
				$11,1-j37,4=39,e^{-j74}$		$6,1-j22,7=23,5\cdot e^{-j75}$	
13	Угол между напряжением линии и током в обмотках реле, подключаемых к трансформатору отбора	Град	θ	89		88	
14	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору напряжения шин.	А	$\dot I_p=\frac{\dot U_{вс}}{\dot Z''_\Sigma}=\frac{\dot U_л e^{-j90}}{Z_\Sigma}$	$\frac{100\cdot e^{-j90}}{\dot Z_\Sigma\cdot e^{j12}}=\dot I_p\cdot e^{-j102}$		$\frac{100\cdot e^{-j90}}{\dot Z_\Sigma\cdot e^{j6}}=\dot I_p\cdot e^{-j96}$	
15	Угол между токами в обмотках реле контроля синхронизма	Град	α	$-102+89=-13$		$-96+88=-8$	
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В	$\|\dot U_1\|=\|-\frac{E_2}{П_т}+I_1 Z_{W1}\|$	25		14	



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-202 для АПВ

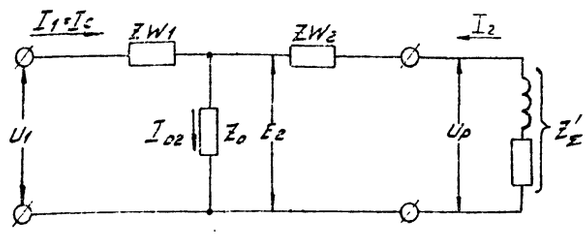


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-202

Смотреть совместно с листом N5

Примечания:

1. Данные варианты расчета относятся к случаю применения реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с заводской шкалой уставок $\delta=20°\div40°$ (I) и $40°-80°$ (II).
2. Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в „Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

				ТП 407-0-164 ЭП			
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.			
Нач.отд.	Горев				Стадия	Лист	Листов
Нач.сект.	Эскин		11.11.81		Р	9	
Рук.гр.	Гофман		11.11.81	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-166/√3	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград		
Проверил	Гофман		11.11.81				
Инженер	Крипунков		11.11.81				

Копировал: Формат: А2

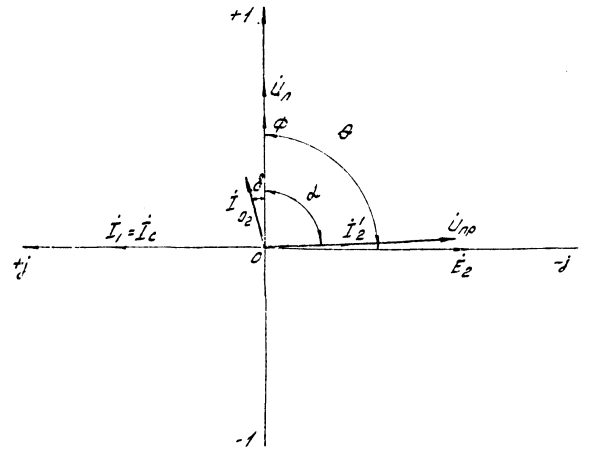
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II

N 1766 ТМ-Т2-12

NN п/п	Наименование определяемых величин		Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные I	Расчетные данные III
1	2		3	4	5	
1	Параметры приборов колонки синхронизации типа ШСХ-3-5 М² с приборами Краснодарского завода и добавочные элементы, включаемые в схему.	Мощность, потребляемая приборами синхронизации (PS, PV, PF)	ВА	$S_{пр}$	4	
		Напряжение, подаваемое на приборы синхронизации	В	$U_{пр}$	100	
		Ток, потребляемый приборами синхронизации при 100 В	А	$I_{пр}=\frac{S_{пр}}{U_{пр}}$	$\frac{4}{100}=0{,}04$	
		Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$Z_{пр}\cong R_{пр}=\frac{U_{пр}}{I_{пр}}$	$\frac{100}{0{,}04}=2500$	
		Результирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma}=R_{\Sigma}=R_{доб}\|\|R_{пр}=\frac{U_{пр}}{I_{\Sigma}}$	$\frac{100}{0{,}15}\cong 670$	
		Добавочное сопротивление, включаемое параллельно приборам синхронизации	Ом	$R_{доб}$	910	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам соединения секций первичной обмотки (см. чертеж 1766 тм-II-4)	А	$I_{1ном}$	$j\,0{,}13$	$j\,0{,}043$
		Вторичный ток, соответствующий напряжению 100 В на приборах синхронизации	А	$I_{2ном}=\frac{U_{пр}}{Z_{\Sigma}}$	$-j\,0{,}15$	
		Номинальный коэффициент трансформации	—	$П_{тном}=\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{j\,0{,}13}{j\,0{,}15}=0{,}866$	$\frac{j\,0{,}043}{j\,0{,}015}=0{,}287$
		Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201.	см²	$Q_{ф}$	13,5	
		Длина средней магнитной линии	см	$\ell_{0ср}$	~29	
		Площадь окна сечения каркаса обмоток.	см²	$Q_{в}$	~19	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Первичной	мм	—	ПЭЛШО-0,25	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Вторичной	мм	—	ПЭЛШО-0,25	

1	2			3	4	5	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Сечение провода обмоток по меди	Первичной	мм²	$q_1=q_2=\frac{\pi d^2}{4}$	0,049	
			Вторичной			0,049	
		Числа витков обмоток трансформатора.	Первичной	виток	W_1	1850	1850
			Вторичной		W_2	1600+2×5%	
		Средняя длина витка обмотки	Первичной	м	$\ell_{1ср}$	0,19	
			Вторичной		$\ell_{2ср}$	0,265	
		Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	Ом	$Z_{W1}=R_{W1}=\frac{W_1\cdot\ell_{1ср}}{q_1\cdot\gamma}$	48,5	437
			Вторичной		$Z_{W2}=R_{W2}=\frac{W_1\cdot\ell_{2ср}}{q_2\cdot\gamma}$	89	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора			В	$E_2=I_2(Z_{\Sigma}+Z_{W2})$	$-j\,114$	
4	Индукция в стали трансформатора			Гаусс	$B=E_2\cdot\frac{45\cdot10^4}{Q\cdot W_2}$	2372	
5	Удельная магнитодвижущая сила			А/см	$(I_0\cdot W)_{уд.}$	0,3	
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке.			А	$I_{02}=\frac{(I_0W)\ell_{0ср}}{W_2}$	$5{,}4\cdot10^{-3}$	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_0\cdot W)_{уд}$			Град	φ	15	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки.			Град	$\theta=90-\varphi$	$90-0=90$	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора			Град	$\delta=\psi+\varphi$	15	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)			А	$\dot I_{02}=I_{02}\cdot e^{j\delta}=I_{02}\cdot(\cos\delta+j\sin\delta)$	$5{,}2\cdot10^{-3}+j1{,}4\cdot10^{-3}=5{,}38\cdot10^{-3}e^{j15}$	
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)			А	$\dot I_2'=\frac{\dot I_1}{П_{тном}}+\dot I_{02}$	$5{,}2\cdot10^{-3}-j\,0{,}149=0{,}149\,e^{-j88}$	
12	Напряжение на приборах синхронизации			В	$\dot U_{пр}=\dot I_2'\cdot Z_{\Sigma}$	$(5{,}2\cdot10^{-3}-j\,0{,}149)\cdot670=3{,}48-j\,99{,}83=99{,}9\cdot e^{-j88}$	
13	Угол между напряжением линии и напряжением синхроноскопа			Град	α	88	
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора		в режиме нагрузки	В	$\|\dot U_1\|=\|-\frac{\dot E_2}{П_{тном}}+\dot I_1\cdot Z_{W1}\|$	132	398
			при закороченной вторичной обмотке	В	$\|\dot U_1\|=\|-\frac{\dot I_2\cdot Z_{W2}}{П_{тном}}+\dot I_1\cdot Z_{W1}\|$	17	50



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-201 для питания приборов синхронизации.

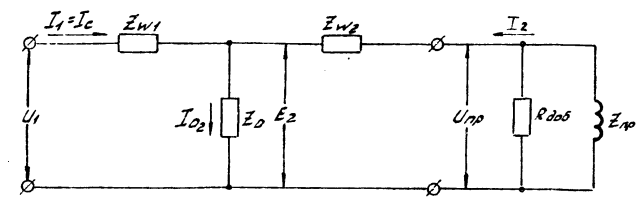


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201

Смотреть совместно с листом N 4

Примечание:

Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в „Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

				ТП 407-0-164 ЭП		
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.		
					Стадия	Лист	Листов
Нач. отд.	Горев				Р	10	
ГИП	Эскин						
Рук. гр.	Гофман			Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3.	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград	
Проверил	Гофман					
Инженер	Хрипункова					

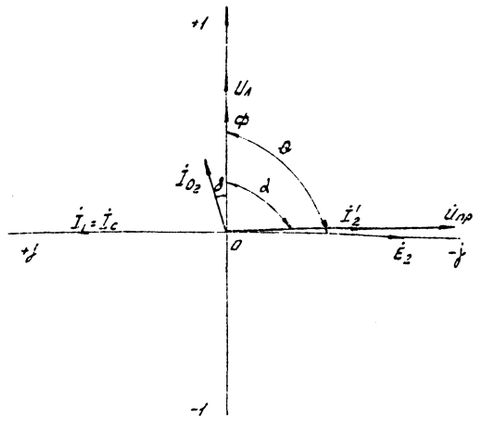
Копировал: Формат А2

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

Типовые проектные решения 407-0-164 Альбом II №1766 ТМ-Т2-13

	Наименование определяемых величин		Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные II	Расчетные данные IV
1	2		3	4	5	
1	Параметры приборов колонки синхронизации типа ШСХ-3-5М с приборами Краснодарского завода и добавочные элементы, включаемые в схему	Мощность, потребляемая приборами синхронизации (PS, PV, PF)	ВА	$S_{пр}$	4	
		Напряжение, подаваемое на приборы синхронизации	В	$U_{пр}$	100	
		Ток, потребляемый приборами синхронизации при 100 в	А	$I_{пр}=\frac{S_{пр}}{U_{пр}}$	$\frac{4}{100}=0{,}04$	
		Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$Z_{пр}\cong R_{пр}\cong\frac{U_{пр}}{I_{пр}}$	$\frac{100}{0{,}04}=2500$	
		Результирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma}=R_{\Sigma}=R_{доб}\parallel R_{пр}=\frac{U_{пр}}{I_2}$	$\frac{100}{0{,}075}=1335$	
		Добавочное сопротивление, включаемое параллельно приборам синхронизации	Ом	$R_{доб}$	2860	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам соединения секций первичной обмотки (см. чертеж 1766 тм-II-4)	А	$I_{1ном}$	$j0{,}13$	$j0{,}043$
		Вторичный ток, соответствующий напряжению 100 в на приборах синхронизации	А	$I_{2ном}=\frac{U_{пр}}{Z_{\Sigma}}$	$-j0{,}075$	
		Номинальный коэффициент трансформации	—	$n_{Tном}=\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{0{,}13}{0{,}075}=1{,}73$	$\frac{0{,}043}{0{,}075}=0{,}573$
		Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см²	$Q_ф$	13,5	
		Длина средней магнитной линии	см	$l_{0ср}$	~29	
		Площадь окна сечения каркаса обмоток	см²	$Q_в$	~19	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Первичной	мм	—	ПЭЛШО - 0,25	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Вторичной	мм	—	ПЭЛШО - 0,25	

1	2			3	4	5	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Сечение провода обмоток по меди	Первичной	мм²	$q_1=\frac{\pi d_1^2}{4}$	0,049	
			Вторичной		$q_2=\frac{\pi d_2^2}{4}$	0,049	
		Число витков обмоток трансформатора	Первичной	виток	W_1	$\frac{1850}{3}$	3×1850
			Вторичной		W_2	$2(1600\pm2\times5\%)$	
		Средняя длина витка обмотки	Первичной	м	$l_{1ср}$	0,19	
			Вторичной		$l_{2ср}$	0,265	
		Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	Ом	$Z_{W1}=R_{W1}=\frac{W_1 l_{1ср}}{q_1\gamma}$	48,5	437
			Вторичной		$Z_{W2}=R_{W2}=\frac{W_2 l_{2ср}}{q_2\gamma}$	355	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора			В	$E_2=I_2(Z_{\Sigma}+Z_{W2})$	$(-j0{,}075)(1335+355)=-j127$	
4	Индукция в стали трансформатора			Гаусс	$B=E_2\cdot\frac{45\cdot10^4}{Q\cdot W_2}$	$127\cdot\frac{45\cdot10^4}{13{,}5\cdot3200}=1325$	
5	Удельная магнитодвижущая сила			А/см	$(I_0\cdot W)_{уд}$	0,22	
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке.			А	$I_{02}=\frac{(I_0W)l_{0ср}}{W_2}$	$\frac{0{,}22\cdot29}{3200}=2\cdot10^{-3}$	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{ном}W)_{уд}$			Град	ψ	17	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки			Град	$\theta=90-\varphi=90-\mathrm{arctg}\,0$	$90-0=90$	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора			Град	$\delta=\psi+\varphi$	17	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)			А	$\dot I_{02}=I_{02}\cdot e^{j\delta}=I_{02}\cdot(\cos\delta+j\sin\delta)$	$2\cdot10^{-3}(\cos17+j\sin17)=1{,}91\cdot10^{-3}+j0{,}58\cdot10^{-3}$	
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)			А	$\dot I_2'=\frac{\dot I_1}{n_{Tном}}+\dot I_{02}$	$1{,}91\cdot10^{-3}-j0{,}074\cong0{,}074\cdot e^{-j88{,}5}$	
12	Напряжение на приборах синхронизации			В	$\dot U_{пр}=\dot I_2'\cdot Z_{\Sigma}$	$(1{,}91\cdot10^{-3}-j0{,}074)\cdot1335=2{,}54-j98{,}8=98{,}9\cdot e^{-j88{,}5}$	
13	Угол между напряжением линии и напряжением синхроноскопа			Град	α	88,5	
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В режиме нагрузки		В	$\lvert\dot U_1\rvert=\lvert-\frac{\dot E_2}{n_{Tном}}+\dot I_1\cdot Z_{W1}\rvert$	80	240
		При закороченной вторичной обмотке		В	$\lvert\dot U_1\rvert=\lvert-\frac{\dot I_2\cdot Z_{W2}}{n_{Tном}}+\dot I_1\cdot Z_{W1}\rvert$	22	66



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-201 для питания приборов синхронизации.

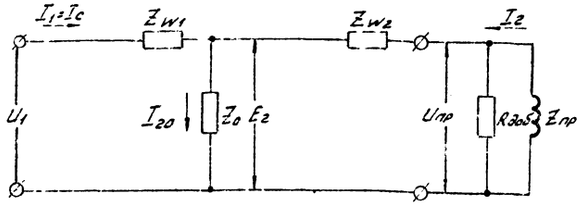


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201.

Смотреть совместно с листом N4

Примечание:

Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в „Электротехническом справочнике", том. 2, 1981 г.

Нач. отд.	Горев		15.11.81
ГИП	Эскин		11.11.81
Рук. гр.	Гофман		11.11.81
Проверил	Гофман		11.11.81
Инженер	Хрипункова		11.11.81

ТП 407-0-164 ЭП

Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.

Стадия	Лист	Листов
Р	11	

Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград

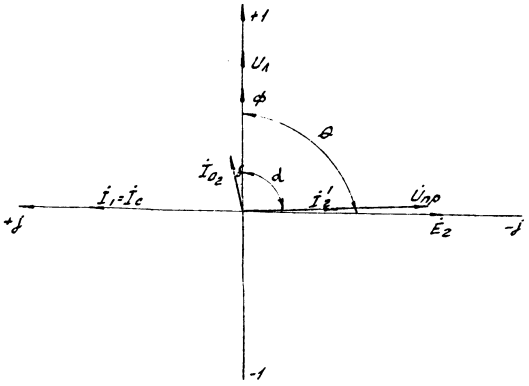
Копировал: [signature]

формат А2

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

NN п/п	Наименование определяемых величин		Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные I	Расчетные данные II
1	2		3	4	5	
1	Параметры приборов колонки синхронизации типа ШСУ-3-3-49 с приборами Краснодарского завода и добавочные элементы, включенные в схему	Мощность, потребляемая приборами синхронизации (PS, PV, PF)	ВА	$S_{пр}$	4	
		Напряжение, подаваемое на приборы синхронизации	В	$U_{пр}$	100	
		Ток, потребляемый приборами синхронизации при 100 В	А	$I_{пр}=\frac{S_{пр}}{U_{пр}}$	$\frac{4}{100}=0,04$	
		Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$Z_{пр}=R_{пр}=\frac{U_{пр}}{I_{пр}}$	$\frac{100}{0,04}=2500$	
		Результирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma}=R_{\Sigma}=R_{доб}\|\|R_{пр}=\frac{U_{пр}}{I_2}$	$\frac{100}{0,15}\cong 670$	$\frac{100}{0,075}\cong 1335$
		Добавочное сопротивление, включаемое параллельно приборам синхронизации	Ом	$R_{доб}$	910	2860
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-202	Номинальный первичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202	А	$\dot{I}_{1ном}$	$\int 0,42$	
		Номинальный вторичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202, соответствующий двум вариантам соединения секций вторичной обмотки (см. чертеж 1766 тм-ТЭ-5)	А	$\dot{I}_{2ном}$	$-j\,0,15$	$-j\,0,075$
		Номинальный коэффициент трансформации	—	$n_{ном}=\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{\int 0,42}{j\,0,15}=2,8$	$\frac{\int 0,42}{j\,0,075}=5,6$
		Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-202	см²	$Q_ф$	13,5	
		Длина средней магнитной линии	см	$l_{ср}$	~29	
		Площадь окна сечения каркаса обмоток	см²	$Q_в$	~19	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Первичной	мм	—	ПЭЛШО-0,51	
		Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди — Вторичной	мм	—	ПЭЛШО-0,25	

1	2		3	4	5	
2	Параметры трансформатора отбора ТОН-202	Сечение проводов обмоток по меди — Первичной	мм²	$q_1=\frac{\pi d_{1/2}}{4}$	0,204	
		Сечение проводов обмоток по меди — Вторичной	мм²	$q_2=\frac{\pi d_2^2}{4}$	0,049	
		Число витков обмоток трансформатора — Первичной	Би-так	W_1	580	
		Число витков обмоток трансформатора — Вторичной	Би-так	W_2	1610±2×5%	2×(1600±2×5%)
		Средняя длина витка обмотки — Первичной	м	$l_{1ср}$	0,17	
		Средняя длина витка обмотки — Вторичной	м	$l_{2ср}$	0,23	
		Сопротивление обмоток трансформатора — Первичной	Ом	$Z_{w1}=R_{w1}=\frac{W_1 l_{1ср}}{q_1\cdot\gamma}$	8	
		Сопротивление обмоток трансформатора — Вторичной	Ом	$Z_{w2}=R_{w2}=\frac{W_2 l_{2ср}}{q_2\cdot\gamma}$	75	300
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора		В	$\dot{E}_2=\dot{I}_2(Z_{\Sigma}+Z_{w2})$	$(-j\,0,15)\cdot(670+75)=-j\,111,5$	$(-j\,0,075)(1335+300)=-j\,122,6$
4	Индукция в стали трансформатора		Гаусс	$B=E_2\cdot\frac{45\cdot10^4}{Q_ф\cdot W_2}$	2320	1275
5	Удельная намагнитодвижущая сила		А/см	$(I_0\cdot W)_{уд}$	0,3	0,2
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке		А	$I_{02}=\frac{(I_0W)l_{ср}}{W_2}$	$\frac{0,3\cdot29}{1600\pm2\times5\%}=5,43\cdot10^{-3}$	$\frac{0,2\cdot29}{2\times(1600\pm2\times5\%)}=2\cdot10^{-3}$
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_0W)_{уд}$		Град	ψ	13	17
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки		Град	$\theta=90-\psi$	90	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора		Град	$\delta=\psi+\varphi$	13	17
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)		А	$\dot{I}_{02}=I_{02}\cdot e^{j\delta}=I_{02}\cdot(\cos\delta+j\sin\delta)$	$5,43\cdot10^{-3}(\cos13+j\sin13)=5,28\cdot10^{-3}+j\,1,19\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}(\cos17+j\sin17)=1,91\cdot10^{-3}+j\,0,59\cdot10^{-3}$
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)		А	$\dot{I}_2'=-\frac{\dot{I}_1}{n_{ном}}+\dot{I}_{02}$	$5,28\cdot10^{-3}+j\,0,149=0,149\cdot e^{-j\,85}$	$1,91\cdot10^{-3}+j\,0,074=0,074\cdot e^{-j\,84,5}$
12	Напряжение на приборах синхронизации		В	$\dot{U}_{пр}=\dot{I}_2'\cdot Z_{\Sigma}$	$(5,28\cdot10^{-3}+j\,0,149)\cdot670=3,54+j\,99,83=99,9\cdot e^{-j\,88}$	$(1,91\cdot10^{-3}+j\,0,074)\cdot1335=2,54+j\,98,8=98,9\cdot e^{-j\,88,5}$
13	Угол между напряжением линии и напряжением синхроноскопа		Град	α	88	88,5
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	в режиме нагрузки	В	$\|\dot{U}_1\|=\|-\frac{\dot{E}_2}{n_{ном}}+\dot{I}_1'Z_{w1}\|$	43	25
		при закороченной вторичной обмотке	В	$\|\dot{U}_1\|=\|-\frac{\dot{I}_2\cdot Z_{w2}}{\Pi_{ном}}+\dot{I}_1'Z_{w1}\|$	7,5	7,5



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-202 для питания приборов синхронизации.

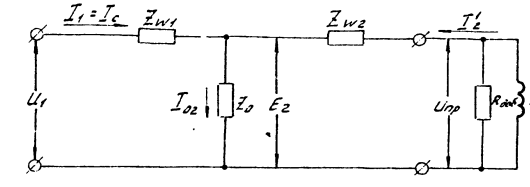


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-202

Смотреть совместно с листом N5

Примечание:

Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в „Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

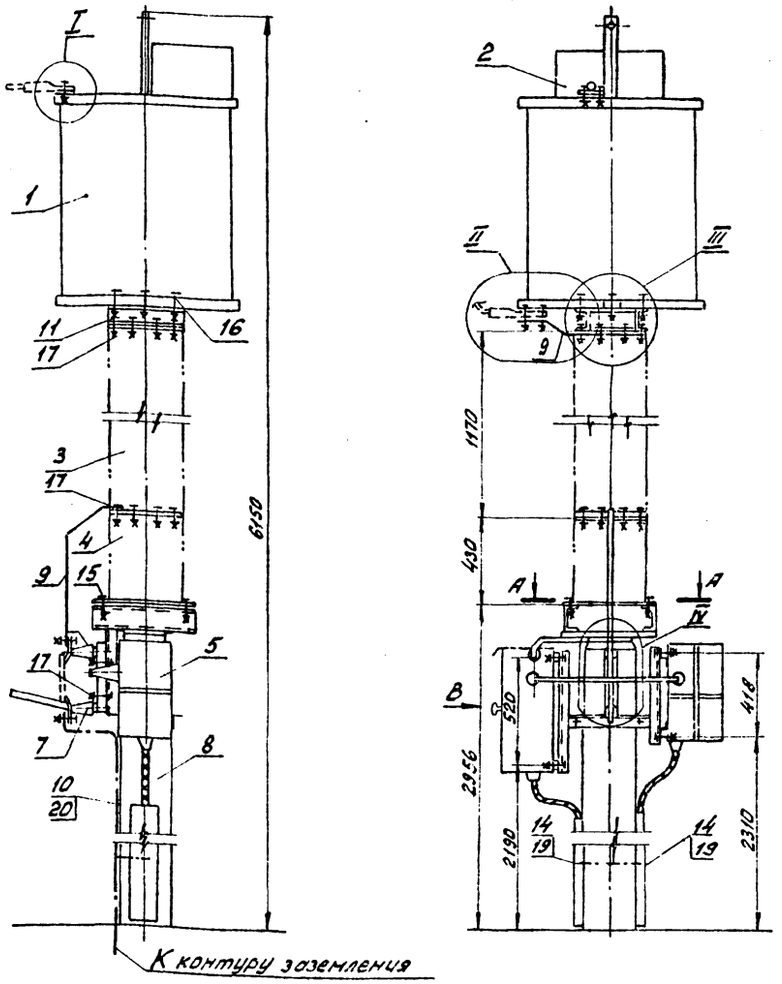
				ТП 407-0-164		ЭП
				Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения		
					Стадия	Лист	Листов
Нач. отд.	Горев				Р	12	
ГИП	Эскин						
Рук. гр.	Гофман			Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-166/√3	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград	
Проверил	Гофман					
Инженер	Хрипунова					

Копировал:

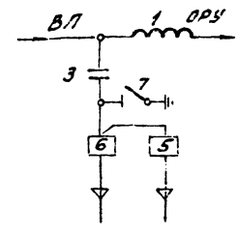
Формат А2

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

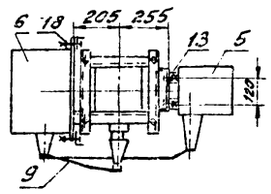
М 1:20



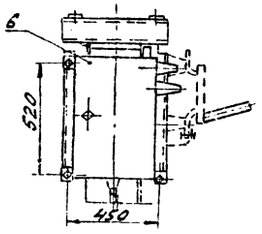
Поясняющая схема



А-А



Вид В



Спецификация

NN поз.	Наименование	Тип или размер	Nчертежа ГОСТ	Колич.	Масса един. кг.	Примечание
1	Реактор силовой, шт.	РЗ-600-0.25	См. примеч. 1	1	106	Заградитель ВЗ-600-0.25
2	Элемент настройки, шт	ЭН-600-50		1		
3	Конденсатор связи, шт.	СМК-110/√3-0,006УУ1	См. примеч. 1	1	140	
4	Изолирующая подставка, шт.	ПИ-II-1У1		1	60	
5	Фильтр присоединения, шт.	ФПУ		1	17.7	
6	Шкаф отбора напряжения, шт	ШОН-1/А		1	30	
7	Разъединитель однополюсный, шт	РВО-10/400		1	5,9	
8	Опора, компл.	ТО-110-75	3.407-93 КС-III-81,82	1		
9	Шина стальная, м	Лента полосов. сеч. 20х3	ГОСТ 6009-57	3	0,47	К-ные поверхности лудить
10	Полоса заземления, м	Ст. полосовая сеч. 30х4	ГОСТ 103-57	4	0,94	См. примеч. 2
11	Металлическая марка опорная, шт.		ЭП-III-92	1	11,7	
12	Коротыш распорный, шт.			4	0,3	
13	Скоба прижимная, шт.			4	0,2	
14	Лоток металлический кабельный с крышкой, шт.	Л-4 ℓ = 2000	По каталогу ГЭН. 1973г.	2	4,95	
15	Болт с гайкой и двумя шайбами, компл.	М 20х70	ГОСТ 7798-70 5915-70 11371-68	4		Для крепления поз. 4
16	То же, компл	М 12х80		4		Для крепления поз. 1
17	То же, компл.	М 12х60		24		Для крепления поз. 3,7,11
18	То же, компл.	М 10х30		8		Для крепления поз. 5,6.
19	Дюбель с гайкой шайбой, компл.	ДВП М8х55		6		
20	Дюбель, шт.	ДГП 4,5х40		2		См. примеч. 2

Примечания: 1. Установка разработана на основании ТУ16-521,045-70 (высокочастотный заградитель), чертежа 2фс,190,363а, 1973г. (конденсатор), 5ФС.044.016а, 1973г. (подставка) Усть-Каменогорского конденсаторного завода, чертежа 2.140.002ГЧ 1977г. Одесского завода „Нептун" (фильтр присоединения) и каталогов ВНИИЭМ 02.06.25-71 (разъединитель), 02.12.21-75 (шкаф отбора напряжения).

2. Полосу заземления к металлоконструкции приварить к стойке, пристрелить дюбелями (поз. 20) при помощи строительно-монтажного пистолета и соединить с болтами заземления всех аппаратов.

Инв.	Подп.	Подпись и дата	Взам. инв. N

Нач. отд.	Горев		11.11.81
ГИП	Эскин		11.11.81
Рук. гр.	Гофман		11.11.81
Проверил	Гофман		11.11.81
Инженер	Хрипункова		11.11.81

ТП 407-0-164 ЭП

Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.

Стадия	Лист	Листов
Р	13	

Пример установки шкафов отбора напряжения

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград

Копировал: [signature] формат: А2

gost.e-ecolog.ru