

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-164

СХЕМЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЧЕРТЕЖИ УСТРОЙСТВ ОТБОРА
НАПРЯЖЕНИЯ

АЛЬБОМ II

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ, РАСЧЕТНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ
ЧЕРТЕЖИ

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-164

10557-р.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“

ЗАМ. ГЛАВНОГО ИНЖЕНЕРА СЗО
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА




/В.В. КАРПОВ/
/Г.Л. ЗСКИН/

УТВЕРЖДЕН И
ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ
МИНЭНЕРГО СССР
ПРОТОКОЛ №53 ОТ 28.12.81

Взаимность рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	Узм. 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.	Узм. 1
4	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-201 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3.	
5	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-166.	
6	Технические данные на изготовление высоковольтного дросселя типа ДР-201.	
7	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3 (Вариант использования реле РН-55/90 с заводской шкалой уставок δ = 20° ÷ 40°)	

Лист	Наименование	Примечание
8	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3 (Вариант использования реле РН-55/90 с удвоенной шкалой уставок δ = 40° ÷ 80°)	
9	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-166/√3	
10	Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3.	
11	Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3.	
12	Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СМР-166/√3	
13	Пример установки шкафов отбора напряжения.	

М.В. Лазарь
Лейбис и дата вступления в силу

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

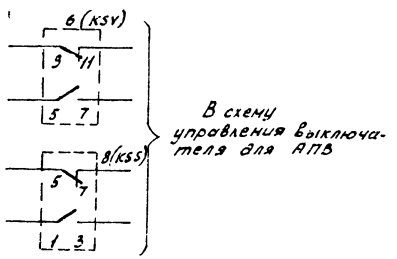
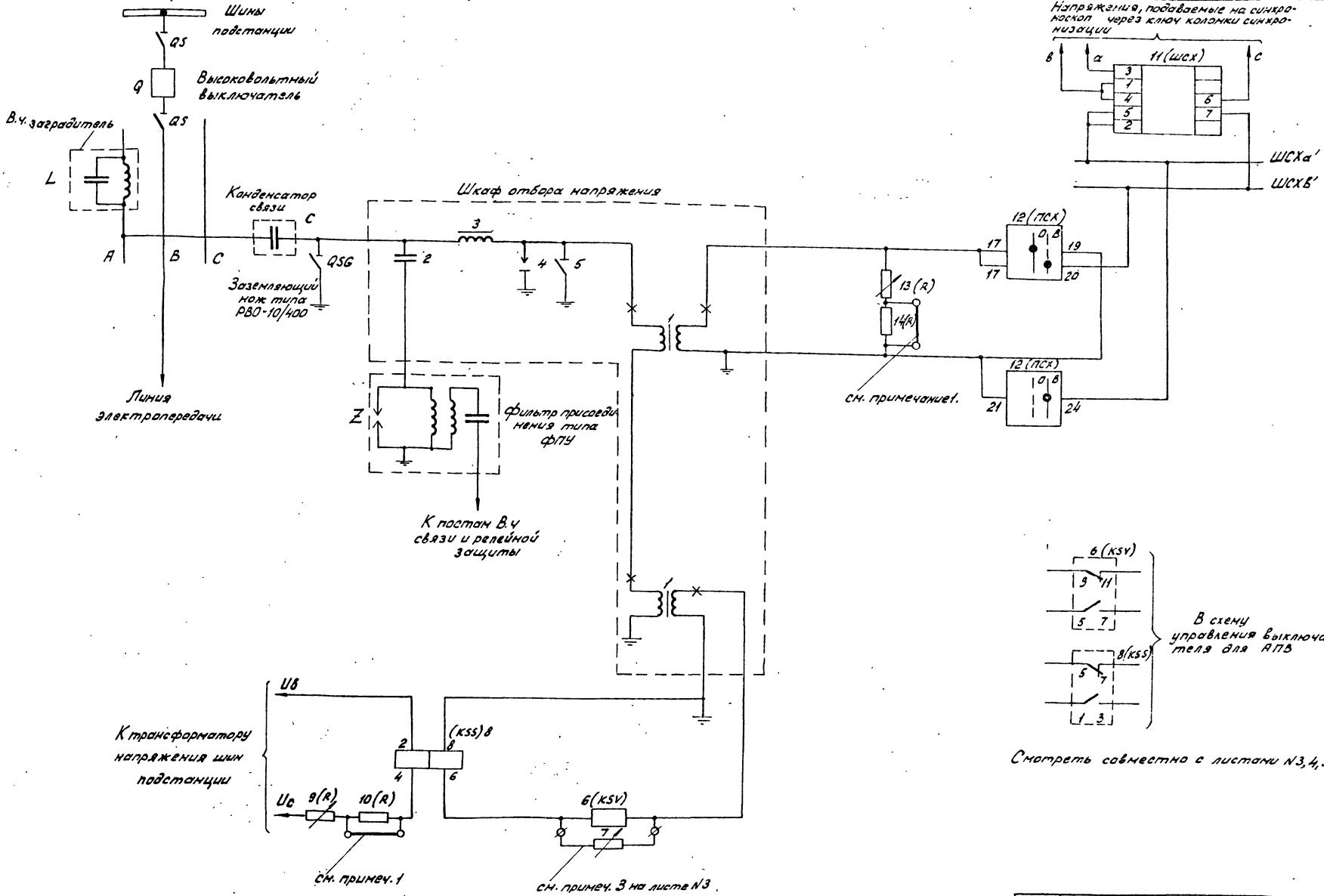
Главный инженер проекта

Эскин Г.А.

ТП 407-0-164				ЭП	
Схемы конструктивных чертежи устройств отбора напряжения.					
Изм. 1	Разр. 5-85	12.03.85	Э.Э.	Этап	Лист
М.В. Лазарь	Горев	Эскин	11.11.81	1	
Рязанов	Горев	Эскин	11.11.81		
Павлов	Горев	Эскин	11.11.81		
Инженер	Халупин	Э.Э.	12.03.85		
Общие данные				ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Федеральное государственное предприятие Ленинград	

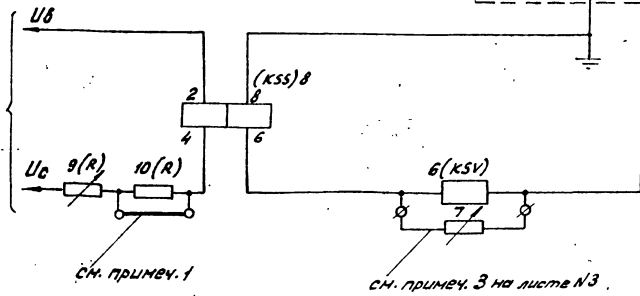
Копировал: *А.А.*

формат А2



В схему управления выключателя для АПВ
Смотреть совместно с листами №3,4,5,13.

К трансформатору напряжения шин подстанции



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.				
Исполн.	Горев	М.А.	И.И.И.	Лист
ГМП	Эскиз	Э.С.	И.И.И.	Р 2
Рис. в.	Горев	И.И.И.	И.И.И.	Листов
Проверил	Горев	И.И.И.	И.И.И.	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Утвердил	Кришнев	И.И.И.	И.И.И.	Сибирь-Западные отделы
Копировал: И.И.И.				Ленинград
				Формат А2

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

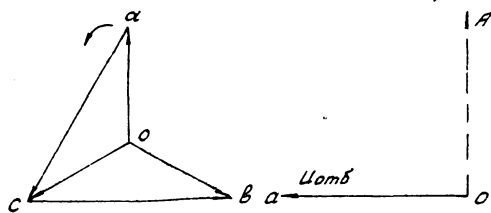
Количество и типы высокочастотных конденсаторов связи, устанавливаемых на линиях электропередачи.

Таблица 2

Обозначение и тип конденсатора	Наименование параметра				
	Напряжения номинальные частоты 50 Гц, действительные значения, кВ	Наибольшее рабочее напряжение, действующее значение, кВ	Емкость номинальная, мкФ	Длина пути цепи в цепи 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

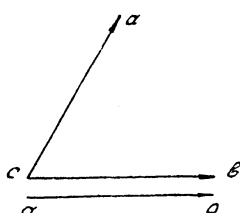
Параметры высокочастотных конденсаторов связи.

ТН шин



Отбор напряжения с фазы А линии

Синхроноскоп



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

Смотреть совместно с листом № 2

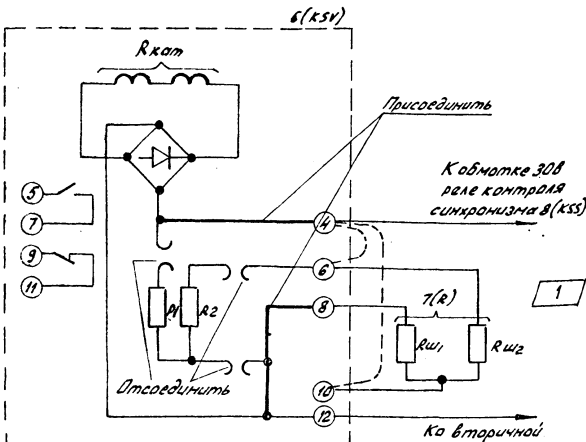


Схема подключения реле контроля напряжения на линии типа РН-54/√3.

Ко вторичной обмотке ТОНВ шкафу отбора напряжения

Таблица 3.

Напряжение срабатывания по шкале уставок на реле РН-54/√3, В	Ток от ТОН-201 (ТОН-202), подаваемый к реле РН-54/√3, А	Величина сопротивления шунта $R_{ш} = R_{ш1} + R_{ш2}$, Ом	Общее сопротивление $R = R_{кат} + R_{ш}$ Ом
$(0,2 \div 0,4) U_{ном}$ 12 ÷ 24	0,15	115 (переключатель в положении 4-6)	50
$(0,4 \div 0,8) U_{ном}$ 24 ÷ 48	0,15	35 (переключатель в положении 4-10)	25
$(0,2 \div 0,4) U_{ном}$ 12 ÷ 24	0,075	∞ (шунт исключен, переключатель нет)	94
$(0,4 \div 0,8) U_{ном}$ 24 ÷ 48	0,075	115 (переключатель в положении 4-6)	50

Перечень аппаратуры

Место установки	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Количество	Примечания
Шкаф отбора напряжения ШОН	1	Промежуточный трансформатор тока	ТОН-201 (ТОН-202)		2	см. прим. 1,4
	2	Конденсатор	КСО-13	30000 Ф Uроб = 3 кВ	1	
	3	Дроссель	ДР-201	100 мГн	1	см. прим. 2
	4	Разрядник			1	
	5	Заземляющий нож			1	
Панель автоматики	6 (кВ)	Реле контроля напряжения	РН-54/√3		1	
	7 (R)	Резистор регулируемый	ПЭВР-10	47 Ом	1	см. прим. 3
		Резистор	ПЭВ-10	82 Ом	1	
	8 (кВ)	Реле контроля синхронизма	РН-55/90		1	
Панель приборов синхронизации	10 (R)	Резистор	ПЭВ-25	1500 Ом	1	
	9 (R)	Резистор регулируемый	ПЭВР-50	1000 Ом	1	
	11	Колонка синхронизации	ШСХ-3-5Н		1	Комплектуется заводской завод
		Синхроноскоп PS	9-327	100 В	1	Допускается производство заводских приборов
		Добавочный резистор к синхроноскопу	Р-706		4	
		Вольтметр PV	Э-365	0 ÷ 100 В	2	
		Частотмер PF	Э-361	100	2	
	12 (ПСХ)	Переключатель многопозиционный	ПНОФУ 45-22227 П-А.106		1	
	13 (R)	Резистор регулируемый	ПЭВР-50	1000 Ом	1	
	14 (R)	Резистор	ПЭВ-25	2000 Ом	1	

Примечания

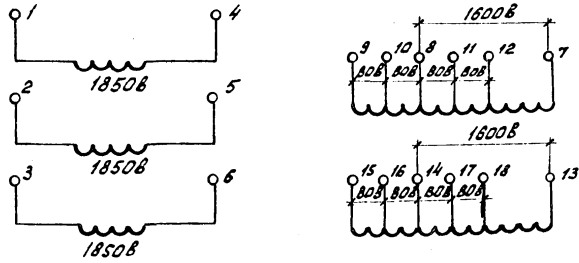
- В скобках указан тип промежуточного трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения с линии от конденсатора связи СМР-166/√3.
- Технические данные на изготовление высокочастотного дросселя ДР-201 приведены на листе.
- Шунт, подключаемый к реле РН-54/√3, состоит из двух сопротивлений $R_{ш} = R_{ш1} + R_{ш2} = 47 + 82 \text{ Ом}$, соответственно.
- Технические данные на изготовление трансформаторов отбора напряжения ТОН-201 и ТОН-202 приведены на листах 4 и 5.

ТЛ 407-0-164				ЭП	
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.					
Изм. 1	Разр. 5-85	03.85	Р.В.		
Начертано	Горев	И.И.	И.И.У.		
ТН 17	Эскиз	Р.В.	И.И.У.		
Рук. гр.	Горьман	И.И.	И.И.У.		
Проверено	Горьман	И.И.	И.И.У.		
Инженер	Хулинов	И.И.	И.И.У.		

Контроль: И.И.У. формат А2

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

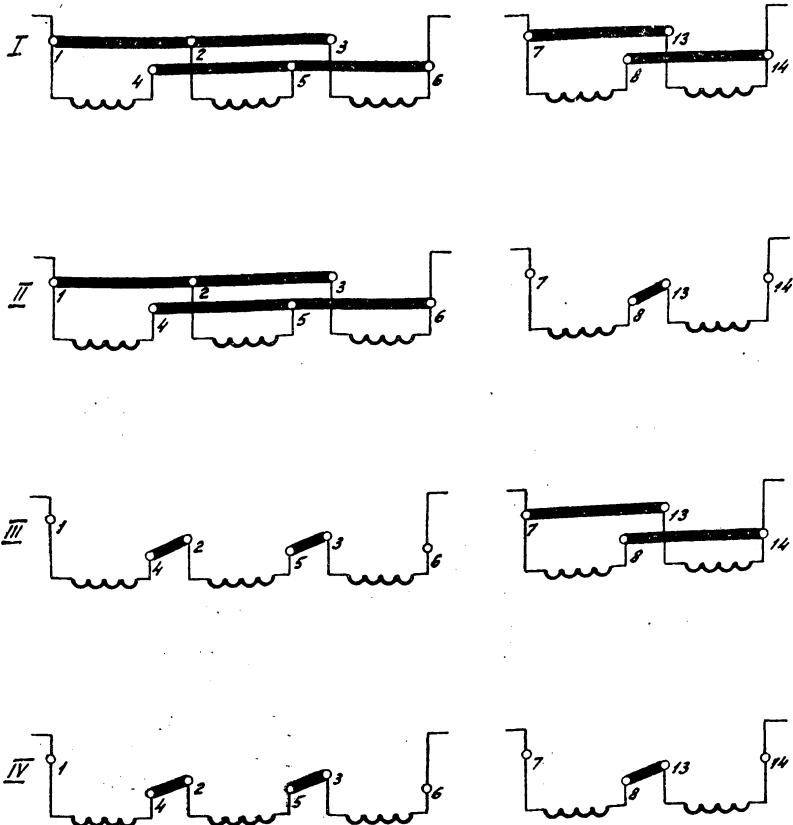


Рис. 1.

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 ШХ-3-5-М с приборами Краснодарского завода, состоящее из двух вольтметров, двух частотомеров и синхроскопа.
3. Обмотки трансформатора наматываются на сердечник трансформатора тока имеющий $S_{\text{ф}} = 13,5 \text{ см}^2$; $S_{\text{о ср}} = 29 \text{ см}^2$.
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 и должны быть наложены слои лакокраски.
5. Номинальный первичный ток трансформатора ТОН определяется однозначно только емкостью конденсатора связи и не зависит от величины нагрузки.

$$I_1 = \frac{U_{\text{ф}}}{X_{\text{с}}} = \frac{110 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot 6400 \cdot 10^{-12} \approx 0,13 \text{ А}$$

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

$$I_1 = \frac{U_{\text{ф}}}{X_{\text{с}}} = \frac{150 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot \frac{4400}{3} \cdot 10^{-12} \approx 0,043 \text{ А}$$

(для 150кВ-3СМР-66/√3)

6. Первичная обмотка трансформатора состоит из трех секций при различном соединении которых первичные токи будут равны 0,13 или 0,043А. Вторичная обмотка трансформатора состоит из двух секций, при различном соединении которых вторичные токи будут равны 0,15 и 0,075А. Варианты соединения обмоток приведены на рис.1. Параметры и обмоточные данные в таблице 1.
7. Испытательное напряжение обмоток трансформатора относительно земли: первичной - 4000В, 50Гц; вторичной - 2000В, 50Гц. В течение 1 минуты.
8. На паспортной табличке должно быть указана: 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 1980г. 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.

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	$K_{\text{тн}} = \frac{0,13}{0,15} = 0,866$;		$K_{\text{тн}} = \frac{0,13}{0,075} = 1,73$	
	$K_{\text{тн}} = \frac{0,243}{0,15} = 0,287$;		$K_{\text{тн}} = \frac{0,043}{0,075} = 0,573$	
Число витков	1850	—	$\frac{1600 \pm 2 \times 5\%}{2}$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$
	—	3 x 1850	$\frac{1600 \pm 2 \times 5\%}{2}$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$
Провод медный	ПЭЛШО-0,25		ПЭЛШО-0,25	
Сопротивления, Ом	48,5	—	88,7	—
	—	437	—	355

Спецификация оборудования и материалов для изготовления трансформаторов тока

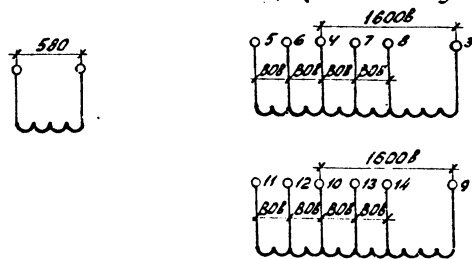
N/п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол-во	Примечание
1	Трансформатор тока	ТОН-201	шт	1	
2	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	0,5	
3	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	0,5	

ТП 407-0-164				ЭП	
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения					
Начальник	Горев	И-4	11.11.80	Стр.	Лист
ГМП	Эскин	Э-1	11.11.80	Р	4
Рук.вр.	Горфман	Гр-102	11.11.80	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-201 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3	
Проверил	Горфман	Гр-102	11.11.80	ЭНЕРГОСЕТЬ ПРАДЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград	
Инженер	Хрипичева	Хр-1	11.11.80	Копирован: А.И.Ф. Формат А2	

К 1766 ТМ-12-7
 Альбом II
 Типовые проектные решения 407-0-164

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

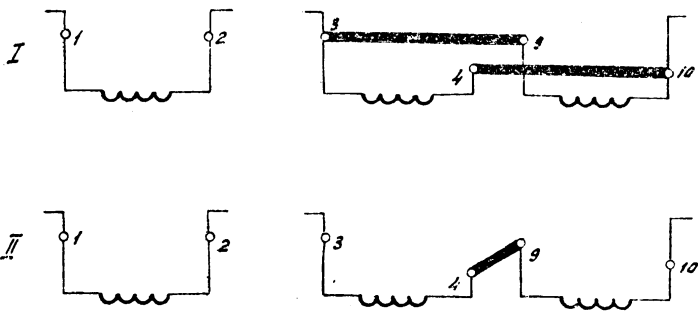


Рис. 1

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	$\Pi_{ном} = \frac{0,42}{0,15} = 2,8$	$\Pi_{ном} = \frac{0,42}{0,075} = 5,6$	
Число витков	580	$1600 \pm 2 \times 5\%$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$
Провод медный	ПЭЛШД-0,51	ПЭЛШД-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

- 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 нейтральной системе.
- Первичная обмотка трансформатора тока включается последовательно с конденсатором связи. Во вторичную цепь трансформатора тока может быть включено одно из следующих устройств:
 - реле контроля синхронизма последовательно с реле проверки встречного напряжения
 - синхронизационное устройство типа ШСХ-3-5-МЭ с приборами Красноярского завода, состоящее из двух вольтметров, двух частотомеров и синхроскопа.
- Обмотки трансформатора намотываются на сердечник трансформатора тока, имеющий $S_{\phi} = 13,5 \text{ см}^2$; $l_{\text{оп}} = 29 \text{ см}$.
- 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 пакотканы.
- Схема внутренних соединений трансформатора тока дана на рис. 1. Параметры и обмоточные данные трансформатора тока приведены в таблице 1.
- Номинальный первичный ток трансформатора тока ТОН-202 определяется однозначно только емкостью конденсатора связи и не зависит от нагрузки.

$$I_1 = \frac{U_{\phi}}{\chi_c} = \frac{330 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot \frac{14000 \cdot 10^{-12}}{2} \approx 0,42 \text{ А}$$

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:
- Тип - ТОН-202
 - Номинальный первичный ток - 0,42 А
 - Номинальный вторичный ток - 0,15 (0,075) А
 - Схема внутренних соединений.

Спецификация

оборудования и материалов для изготовления трансформаторов тока

Кл. п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол.-во	Примечание
1	Трансформатор тока	ТОН-202	шт	1	
2	Провод медный	ПЭЛШД-0,51	кг	0,5	
3	Провод медный	ПЭЛШД-0,25	кг	0,5	

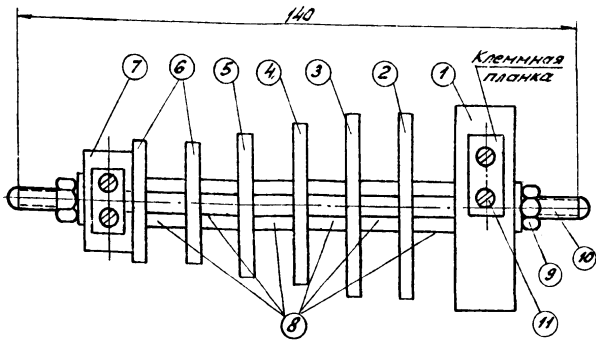
9. В соответствии с протоком технического совещания по вопросу рассмотрения шкафов ШОН от 23 сентября, 1960г. в г. Ташкенте заводу "Таш-электромаш", поставщику трансформаторов отбора ТОН, для повышения надежности их работы выполнить герметизацию и пропитку обмоток этого трансформатора эпоксидной смолой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

ТТ 407-0-164				ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения				
Нав. студ.	Горев	М-1	И.И.Б.	Этадий
ГИП	Зекун	9-20	И.И.Б.	
Рук. пр.	Горев	И.И.Б.	И.И.Б.	Листов
Проверил	Горев	И.И.Б.	И.И.Б.	
Инженер	Хрипачков	И.И.Б.	И.И.Б.	Р
Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-166/√3				5
Калинин А.П.				Листов

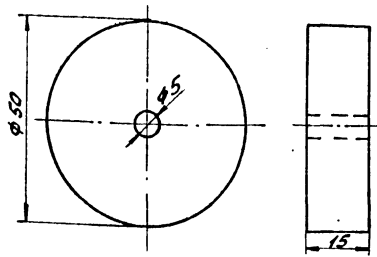
Технические данные

на изготовление высокочастотного дросселя типа ДР-201.

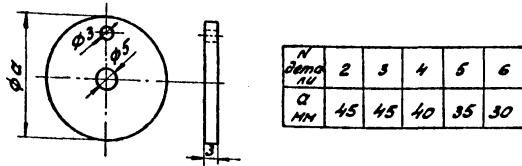
1. Дроссель ДР-201 индуктивностью 100 мкн применяется в схемах отбора напряжения от конденсаторов связи для целей АПВ и синхронизации и используется для записи токов высокой частоты.
2. Для намотки обмотки дросселя применяется специальный секционированный каркас, который изготавливается из изоляционного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



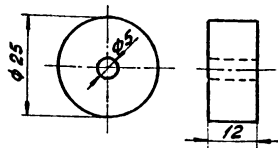
Общий вид каркаса



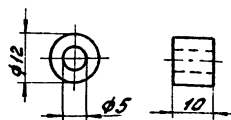
Деталь №1



Детали № 2-6



Деталь №7



Деталь №8

Рис. 1

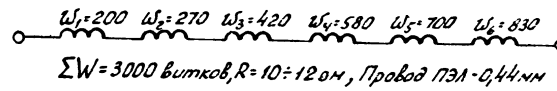


Рис. 2

- Начало и конец обмотки припаиваются к планкам, прикрепленным к деталям №1 и №7 (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 4кв, 50Гц в течение 1 минуты.
 6. На паспортной табличке должно быть указано:
 - а) тип - ДР-201,
 - б) индуктивность - 100 мкн,
 - в) номинальный ток - 0,45а,
 - г) схема соединений обмотки.

Спецификация оборудования и материалов для изготовления дросселя

№ п/п	Наименование	Тип	Ед.измер.	Кол-во	Примечание
1	Провод медный	ПЭЛ-0,44мм	кг	0,3	
2	Каркас изоляционный	-	шт	1	Изготавливается по рис. 1

Спецификация материалов для изготовления каркаса дросселя.

№ п/п	поз.	Наименование детали	кол-во	Размеры мм	Материал	Примечание
1	1	Колодка	1	$\phi 50; \delta=15$	Легированная сталь	
2	2	Шайба	1	$\phi 45; \delta=3$	"	
3	3	Шайба	1	$\phi 45; \delta=3$	"	
4	4	Шайба	1	$\phi 40; \delta=3$	"	
5	5	Шайба	1	$\phi 35; \delta=3$	"	
6	6	Шайба	2	$\phi 30; \delta=3$	"	
7	7	Колодка	1	$\phi 25; \delta=12$	"	
8	8	Шайба	6	$\phi 12; \delta=10$	"	
9	9	Гайка М-5	2		Латунь	
10	10	Шпилька М-5	1	$l=140$	Латунь	
11	11	Винт М-3	4		Латунь	

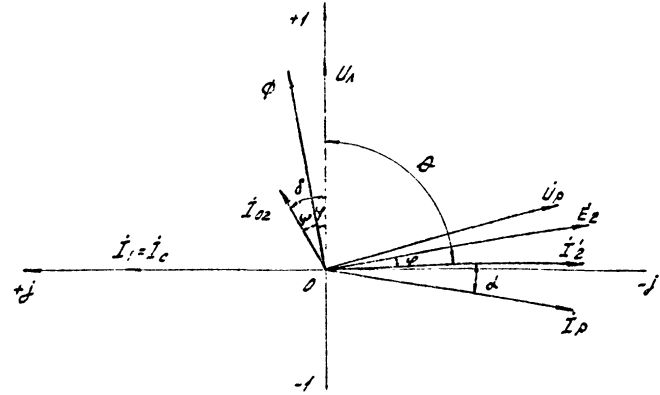
ТП 407-0-164			ЭП		
Схемы конструктивных чертежей устройств отбора напряжения.					
Наим. отд. Горев			Эксп. 11.11.88		
ГИП Эскин			11.11.88		
Рук. пр. Гофман			11.11.88		
Проверил Гофман			11.11.88		
Инженер Хрильков			11.11.88		
Технические данные для изготовления высокочастотного дросселя ДР-201			ЭНЕРГОСЕТЬПАДЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград		
Копировал: <i>а.п.</i>			формат А2		

№ п/п	Наименование определяемых величин		Единица измерения	Обозначение формулы для расчета	Расчетные данные	
	2	3			I	II
1	Сопротивление обмотки 30В, подключенной к трансформатору отбора напряжения с линии	ОМ	Z_p'	$182 + j70 = 196 \cdot e^{j21}$		
		ОМ	Z_p''	$728 + j280 = 780 \cdot e^{j21}$		
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключенной к трансформатору отбора напряжения с линии	ОМ	$R = R_{кат} // R_{ш}$	127		
		ОМ		72		
	Дополнительное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В	ОМ	$R_{доб}$	550		
	Результатирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения	ОМ	Z_{Σ}'	$182 + j70 + 127 = 310 + j70 = 318 \cdot e^{j12}$		
	Результатирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин	ОМ	Z_{Σ}''	$728 + j280 + 550 = 1278 + j280 = 1311 \cdot e^{j12}$		
	Наименный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам сдвоенной секции первичной обмотки (см. черт.ж. № 1766ТМ-П-4)	А	$I_1 \text{ ном}$	$j0,13$	$j0,043$	
		А	$I_2 \text{ ном}$	$-j0,15$		
	Вторичный ток для обмотки 30В	А		$-j0,15$		
Наименный коэффициент трансформации	—	$\Pi_{\text{ном}} = \frac{I_1 \text{ ном}}{I_2 \text{ ном}}$	$\frac{0,13}{0,15} = 0,866$	$\frac{0,043}{0,15} = 0,287$		
Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см ²	$S_{\text{Ф}}$	13,5			
Длина средней магнитной линии	см	$l_{\text{ср}}$	~29			
Площадь окна сечения каркаса обмоток	см ²	S	~19			
Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди	Первичной	мм	ПЭЛШО-0,25			
	Вторичной	мм	—			
Сечение провода обмоток по меди	Первичной	мм ²	0,049			
	Вторичной	мм ²	0,049			
Число витков обмоток трансформатора	Первичной	виток	W_1	1850	3x1850	
	Вторичной	виток	W_2	1600 ± 2x5%		

Примечания:

- Данный вариант расчета относится к случаю применения реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с заводской шкалой уставок $\sigma = 20^\circ + 40^\circ$.
- Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в «Электротехническом справочнике», том 2, 1981г.

1	2	3	4	5
2	Средняя длина витка обмотки	Первичной	l_{1cp}	0,19
		Вторичной	l_{2cp}	0,265
2	Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	$Z_{p1} = R_{w1} \frac{W_1^2 l_{1cp}}{q \cdot S}$	48,5
		Вторичной	$Z_{p2} = R_{w2} \frac{W_2^2 l_{2cp}}{q \cdot S}$	89
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В	$E_2 = I_2 (Z_{\Sigma}' + Z_{p2})$	$10,5 - j59,8 = 60,7 \cdot e^{j21}$
4	Индукция в стали трансформатора	Гаусс	$B = E_2 \frac{45 \cdot 10^4}{q \cdot W_2}$	1265
5	Удельная магнитодвижущая сила	А/см	$(I_0 \cdot W) / q$	0,2
6	Ток намагничивания трансформатора отнесенный ко вторичной обмотке	А	$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W) \cdot \mu_0 \cdot \mu_{ст}}{W_2}$	$3,62 \cdot 10^{-3}$
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_0 \cdot W) / q = 0,2$	град	ψ	20°
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град	$90 - \psi = 90 - 20 = 70$	$90 - 10 = 80^\circ$
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора	град	$\delta = \psi + \psi$	$22 + 10 = 30^\circ$
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$I_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta} = I_{02} (\cos \delta + j \sin \delta)$	$3,62 \cdot 10^{-3} (\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) = 3,13 \cdot 10^{-3} + j1,81 \cdot 10^{-3}$
11	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору отбора	А	$I_2' = \frac{I_1}{\Pi_{\text{ном}}} + I_{02}$	$5,13 \cdot 10^{-3} + j0,149 = 0,149 \cdot e^{-j89}$
12	Напряжение на обмотках реле	В	$U_0 = I_2' \cdot Z_{\Sigma}'$	$(3,13 \cdot 10^{-3} + j0,149) (310 + j70) = 11,74 - j44 = 45,5 \cdot e^{-j75}$
13	Угол между напряжением линии и током в обмотке реле, подключенной к трансформатору отбора	град	θ	89
14	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору напряжения шин	А	$I_2'' = \frac{U_0}{Z_{\Sigma}''} = \frac{U_0 \cdot e^{j\theta}}{Z_{\Sigma}''}$	$\frac{100 \cdot e^{-j90}}{1311 \cdot e^{j12}} = -7,6 \cdot 10^{-2} \cdot e^{j10}$
15	Угол между токами в обмотках реле	град	α	$-102 + 89 = -13$
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В	$U_1 = I_1 \cdot Z_{\Sigma}' + E_2$	75



Векторная диаграмма трансформатора отбора ТОН-201 для АПВ

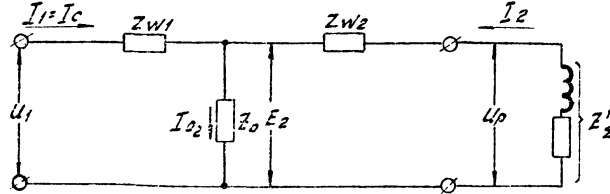


Схема замещения трансформатора отбора напряжения.

Сматреть совместно с листом №4

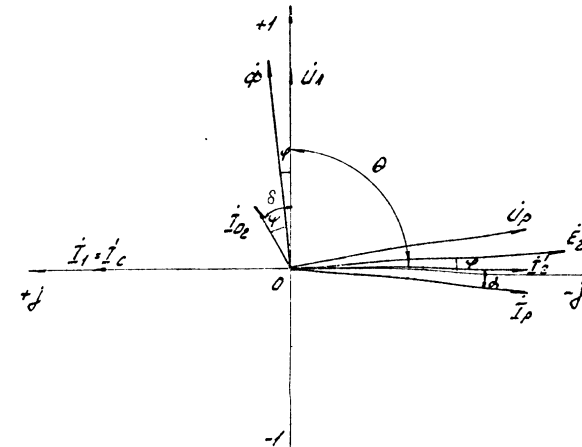
ТП 407-0-164				ЭП	
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения					
Наклад	Гороб	М-1	н.н.в.	Стадия	Лист
ГМП	Земин	Ф	1/1	Р	7
Рук.пр.	Гофман	Ф	1/1	Листов	
Пробирш	Гофман	Ф	1/1	Листов	
Инженер	Хрипичева	Ф	1/1	Листов	
Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СНР-110/113 и СНР-65/13				ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	
Калькуляц. лист				Северо-Западное отделение Ленинград	
формат А2					

№ п/п	Наименование определяемой величины	Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные	
				I	II
1	2	3	4	5	
1	Сопротивление обмотки 30В, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	Z_p'	$182 + j 70 = 196 \cdot e^{j 21}$	
	Сопротивление обмотки 60В, подключаемой к трансформатору отбора напряжения шин.	Ом	Z_p''	$728 + j 280 = 780 \cdot e^{j 21}$	
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии.	Ом	$R_{квл} // R_{ш}$	260	
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В.	Ом	$R_{доб}$	127	
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В.	Ом	$R_{доб}$	2000	
	Результатирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения.	Ом	Z_{Σ}'	$182 + j 70 + 260 = 442 + j 70 = 447,5 \cdot e^{j 9}$	
	Результатирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин.	Ом	Z_{Σ}''	$728 + j 280 + 2000 = 2728 + j 280 = 2742 \cdot e^{j 26}$	
2	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201	А	$I_{1ном}$	$j 0,13$	$j 0,043$
	Вторичный ток для обмотки 30В	А	$I_{2ном}$	$-j 0,075$	
	Номинальный коэффициент трансформации.	-	$\Pi_{ном} = \frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{0,13}{0,075} = 1,73$	$\frac{0,043}{0,075} = 0,573$
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см ²	Q_{ϕ}	13,5	
	Длина средней магнитной линии	см	$l_{ср}$	~ 29	
	Площадь окна сечения каркаса обмоток	см ²	Q_B	~ 19	
	Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди	Первичной Вторичной	мм	ПЭЛШО - 0,25	
	Сечение провода обмоток по меди.	Первичной Вторичной	мм ²	0,049	
	Число витков обмоток трансформатора.	Первичной Вторичной	витков	W_1 W_2	1850 3x1850 2x(1600 ± 2x5%)

Примечания:

- Данный вариант расчета относится к случаю применения реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с удвоенной шкалой уставок $\delta = 40^\circ \pm 80^\circ$.
- Угол потерь магнитопровода ψ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной НДС, помещенным в "Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

1	2	3	4	5	
				I	II
2	Средняя длина витка обмотки	Первичной Вторичной	М	$l_{ср}$	0,19
	Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной Вторичной	Ом	$Z_{w1} = R_{w1} + j \omega L_{w1}$ $Z_{w2} = R_{w2} + j \omega L_{w2}$	49,5 437
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора отбора	В	$E_2 = I_2(Z_2' + Z_{w2})$	$5,25 - j 59,8 = 60 \cdot e^{-j 85}$	
4	Индукция в стали трансформатора	Тесла	$B = E_2 / \omega W_2$	625	
5	Удельная магнитодвижущая сила.	А/см	$(I_0 \cdot W) / l_{ср}$	0,11	
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке.	А	$I_0 = \frac{U_0}{Z_0} \cdot \frac{W_2}{W_1}$	10^{-3}	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{ном} \cdot W) / l_{ср} = 0,11$	град	ψ	25	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град	$90 - \psi = 90 - \arctan 4,538$	$90 - 5 = 85$	
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора.	град	$\delta = \psi + \psi$	$25 + 5 = 30$	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$I_0 = I_0 \cdot e^{j \delta} = I_{ном} (\cos \delta + j \sin \delta)$	$10^{-3} (\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) = 0,866 \cdot 10^{-3} + j 0,5 \cdot 10^{-3}$	
11	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору отбора	А	$I_2' = \frac{I_1}{\Pi_{ном}} \cdot I_0$	$0,866 \cdot 10^{-3} - j 0,074 = -j 0,074 \cdot e^{-j 89,4}$	
12	Напряжение на обмотке реле	В	$U_p = I_2' \cdot Z_{\Sigma}'$	$(0,866 \cdot 10^{-3} - j 0,074) (442 + j 70) = 5,6 - j 32,6 = 33,1 \cdot e^{-j 80}$	
13	Угол между напряжением линии и током в обмотке реле, подключаемой к трансформатору отбора	град	$\theta = 90 - \arctan \frac{0,866 \cdot 10^{-3}}{0,074}$	$90 - 0,6 = 89,4$	
14	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору напряжения шин	А	$I_2 = \frac{U_p}{Z_{\Sigma}''}$	$\frac{100 \cdot e^{j 90}}{2742 \cdot e^{j 26}} = 3,65 \cdot 10^{-2} \cdot e^{-j 56}$	
15	Угол между токами в обмотках реле	град	d	$-96 + 89,4 + 6,5$	
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора.	В	$U_1 = I_1 \cdot Z_1 + I_2 \cdot Z_1'$	42	125



Векторная диаграмма трансформатора отбора на напряжение ТОН-201 для АПВ.

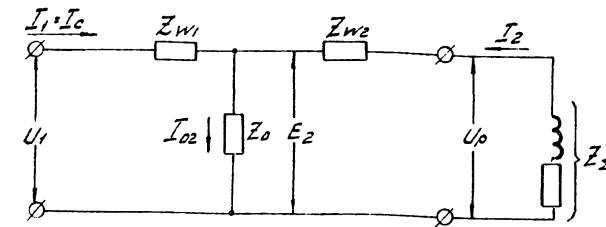


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201.

Смотреть совместно с листом № 4.

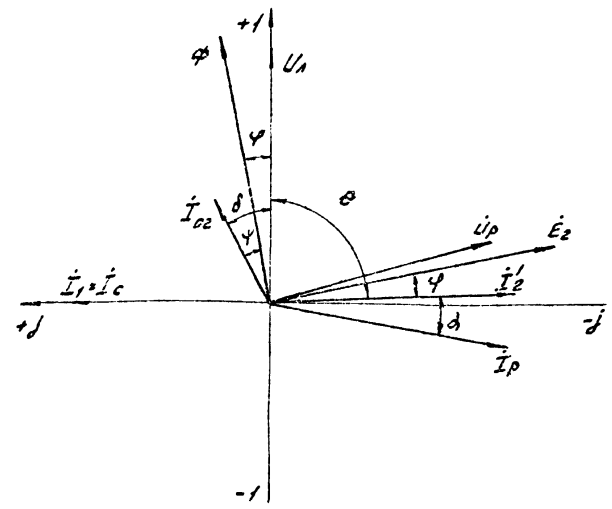
ТП 407-0-164				ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.				
Исполн.	Горел	И.И.С.	Стабил. лист	Листов
Гип	Эскиз	И.И.С.	Р	8
Рук. пр.	Горел	И.И.С.	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторной связи СНР-60/1/3 и СНР-110/1/3	
Проверил	Горел	И.И.С.	ЭНЕРГООСЕТЬПРОЕКТ	
Инженер	Уришикова	И.И.С.	Северо-Западное отделение Ленинград	
Копирован: И.И.С.				
Формат А2				

№ п/п	Наименование определяемых величин	Единица измерения	Обозначение формулы для расчета	Расчетные данные		
				I	II	
1	Сопротивление обмотки 308, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	Z_p'	182 + j 70 = 195 · e ^{j21}		
				Сопротивление обмотки 608, подключаемой к трансформатору напряжения шин	Ом	Z_p''
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-55/90, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	$R = R_{ам} R_{ш}$			
				72	127	
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 608	Ом	$R_{доб}$	550		
				2000		
	Результатирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения	Ом	Z_{Σ}'	$309 + j 70 = 317 \cdot e^{j13}$	$442 + j 70 = 448 \cdot e^{j9}$	
$254 + j 70 = 264 \cdot e^{j15}$				$309 + j 70 = 317 \cdot e^{j13}$		
Результатирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин	Ом	Z_{Σ}''	$728 + j 280 + 550 = 1311 \cdot e^{j12}$	$728 + j 280 + 2000 = 2742 \cdot e^{j6}$		
			Нормальный первичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202	А	$I_{1ном}$	j 0,42
Нормальный вторичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202, соответствующий двум вариантам соединения секций вторичной обмотки (см. черт.ж 1766 тм-т2-5), для обмотки 308	А	$I_{2ном}$	-j 0,15	-j 0,075		
			Нормальный коэффициент трансформации	-	$\Pi = \frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{j 0,42}{j 0,15} = 2,8$
2	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-202	см ²	$S_{ф}$	13,5		
	Длина средней магнитной линии	см	$l_{ср}$	~ 29		
	Площадь окна сечения магнитопровода	мм ²	Q_{ϕ}	~ 19		
	Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди	мм	—	ПЭЛШО-0,51		
				ПЭЛШО-0,25		
	Сечение провода обмоток по меди	мм ²	—	$q = \frac{I^2 \cdot l}{\gamma}$	0,204	0,049
				Число витков обмоток трансформатора	витки	W_1
	Средняя длина витка обмотки	мм	—			$l_{ср}$
				—	мм	—

Примечания:

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

№	Сопоставление первичной обмотки трансформатора	Обозначение формулы	Расчетные данные	
			I	II
2	Сопротивление обмотки трансформатора	$Z_{W1} = R_{W1} + j \omega L_{W1}$	75	300
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	$E_2 = I_2 (Z_p' + Z_{W2})$	$105 \cdot j 57,6 = 586 \cdot e^{j90}$	$105 \cdot j 494 = 525 \cdot j 494 = 46 \cdot e^{-j93}$
4	Индукция в стали трансформатора	$B = E_2 \frac{45 \cdot 10^4}{Q \cdot W_2}$	1219	1053
5	Удельная магнитодвижущая сила	$(I_0 \cdot W)_{уд}$	~ 0,18	
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке	$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W)_{ср}}{W_2}$	$3,25 \cdot 10^{-3}$	$1,63 \cdot 10^{-3}$
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{ном} \cdot W)_{уд} = 0,18$	ψ	20	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	$90 - \varphi = 90 - \arctg \delta$	$90 - 11 = 79$	$90 - 6 = 84$
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора	$\delta = \psi + \varphi$	$20 + 11 = 31$	$20 + 6 = 26$
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	$I_{02} = I_0 \cdot e^{j\delta}$	$3,26 \cdot 10^{-3} \cdot e^{j31} = 2,79 \cdot 10^{-3} + j 1,68 \cdot 10^{-3}$	$3,26 \cdot 10^{-3} \cdot e^{j26} = 3,26 \cdot 10^{-3} (\cos 26 + j \sin 26) = 2,92 \cdot 10^{-3} + j 1,42 \cdot 10^{-3}$
11	Ток в обмотках реле, подключаемых к трансформатору отбора	$I_{р} = \frac{I_1}{\Pi_{ном}} + I_{02}$	$\frac{j 0,42}{2,8} + 2,79 \cdot 10^{-3} + j 1,68 \cdot 10^{-3} = 0,148 + j 2,79 \cdot 10^{-3} - j 0,148 = 2,79 \cdot 10^{-3}$	$\frac{j 0,42}{5,6} + 2,92 \cdot 10^{-3} + j 1,42 \cdot 10^{-3} = 0,074 + j 2,92 \cdot 10^{-3} - j 0,074 = 2,92 \cdot 10^{-3}$
12	Напряжение на обмотках реле	$U_p = I_{р} \cdot Z_{\Sigma}'$	$11,2 \cdot j 455 = 46,9 \cdot e^{j90}$	$6,5 \cdot j 325 = 33,1 \cdot e^{j90}$
13	Угол между напряжением линии и током в обмотках реле, подключаемых к трансформатору отбора	θ	89	88
14	Ток в обмотке реле, подключаемой к трансформатору напряжения шин	$I_{р} = \frac{U_{ш}}{Z_{\Sigma}''} = \frac{U_{ш}}{Z_{\Sigma}''} \cdot e^{-j90}$	$\frac{100 \cdot e^{-j90}}{Z_{\Sigma}'' \cdot e^{j12}} = \frac{j \cdot e^{-j90}}{Z_{\Sigma}''}$	$\frac{100 \cdot e^{-j90}}{Z_{\Sigma}'' \cdot e^{j6}} = \frac{j \cdot e^{-j90}}{Z_{\Sigma}''}$
15	Угол между токами в обмотках реле контроля синхронизма	α	$-102 + 89 = -13$	$-55 + 88 = -8$
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	$ U_1 = \frac{E_2}{\Pi} = \frac{I_2 \cdot Z_{W1}}{\Pi}$	25	14



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-202 для РПБ

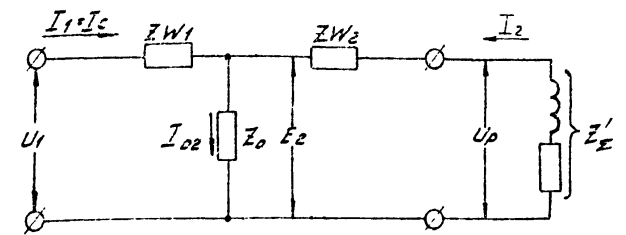


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-202

Смотреть совместно с листом N5

ТП 407-0-164			ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.			
Исполн.	Горев	И.И.И.	Студия
Исполн.	Эскин	И.И.И.	Лист
Рук.вр.	Гарфин	И.И.И.	Р 9
Проектант	Гарфин	И.И.И.	Расчет параметров схемы отбора
Исполн.	Крипунин	И.И.И.	напряжения для РПБ от конденсатора
Исполн.	Рыков	И.И.И.	Схема отбора от СМР-166/1/5
Контроль: [подпись]			Листов
			формат: А2

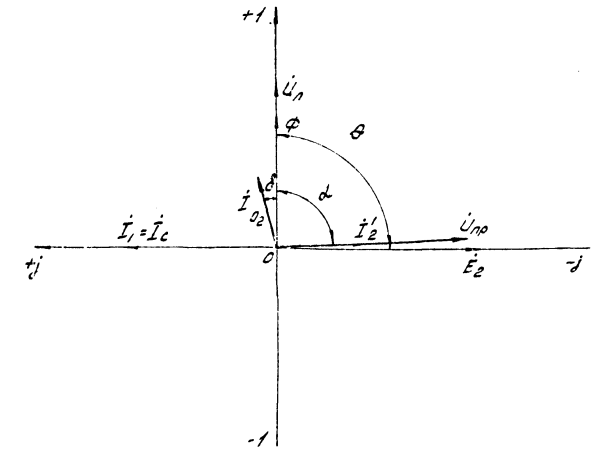
Масштаб: 1:1
Листы: 1 из 1
Дата: 1981 г.

№ п/п	Наименование определяемых величин	Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные	
				I	II
1	2	3	4	5	
1	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 100В	А	$I_{пр} = \frac{S_{пр}}{U_{пр}}$	$\frac{4}{100} = 0,04$	
	Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$Z_{пр} = R_{пр} = \frac{U_{пр}}{I_{пр}}$	$\frac{100}{0,04} = 2500$	
	Результатирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma} = R_{\Sigma} = \frac{U_{пр}}{I_{\Sigma}}$	$\frac{100}{0,15} = 670$	
2	Добавочное сопротивление включенное параллельно приборам синхронизации	Ом	$R_{доб}$	910	
	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201	А	$I_{1ном}$	$j 0,13$	$j 0,043$
	Вторичный ток, соответствующий напряжению 100В на приборах синхронизации	А	$I_{2ном} = \frac{U_{пр}}{Z_{\Sigma}}$	$-j 0,15$	
	Номинальный коэффициент трансформации	-	$\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}} = \frac{j 0,13}{-j 0,15} = 0,866$	$\frac{j 0,043}{-j 0,15} = 0,287$	
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см²	Q_{ϕ}	13,5	
Длина средней магнитной линии	см	l_{0cp}	~ 29		
Площадь окна сечения каркаса обмоток	см²	Q_{ω}	~ 19		
Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди	Первичной	мм	ПЭЛШО-0,25		
	Вторичной	мм	ПЭЛШО-0,25		

Примечание:

Угол потерь магнитопровода φ определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной НДС помещением В. Электротехническом справочнике, том 2, 1981г.

1	2	3	4	5		
2	Сечение провода обмоток по меди	Первичной Вторичной	мм²	$q_1 = q_2 = \frac{\pi d^2}{4}$		
	Число витков обмоток трансформатора	Первичной	шт.	W_1	1850	
		Вторичной	шт.	W_2	1850	
	Средняя длина витка обмотки	Первичной	м	l_{1cp}	0,19	
		Вторичной	м	l_{2cp}	0,265	
Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	Ом	$Z_{W1} = R_{W1} = \frac{W_1 \cdot l_{1cp}}{q_1 \cdot \gamma}$	48,5	437	
	Вторичной	Ом	$Z_{W2} = R_{W2} = \frac{W_2 \cdot l_{2cp}}{q_2 \cdot \gamma}$	89		
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В	$E_2 = I_2 (Z_{\Sigma} + Z_{W2})$	-j 114		
4	Индукция в стали трансформатора	Тесла	$B = E_2 \cdot \frac{45 \cdot 10^4}{Q \cdot W_2}$	2372		
5	Удельная намагнивающая сила	А/см	$(I_0 \cdot W)$ уд.	0,3		
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный к вторичной обмотке	А	$I_{02} = \frac{(I_0 W)_{сод}}{W_2}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$		
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_0 W)$ уд.	град	φ	15		
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град	$\delta = 90 - \varphi$	$90 - 0 = 90$		
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора	град	$\delta = \varphi + \varphi$	15		
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$I_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta} = I_{02} (\cos\delta + j \sin\delta)$	$5,2 \cdot 10^{-3} + j 1,4 \cdot 10^{-3} = 5,38 \cdot 10^{-3} e^{j15}$		
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)	А	$I_2' = \frac{I_1}{K_{tr}} + I_{02}$	$5,2 \cdot 10^{-3} j 0,149 = 0,149 e^{-j88}$		
12	Напряжение на приборах синхронизации	В	$U_{пр} = I_2' \cdot Z_{\Sigma}$	$(5,2 \cdot 10^{-3} j 0,149) \cdot 670 = 3,48 - j 98,83 = 99,9 e^{-j88}$		
13	Угол между напряжением линии и напряжением синхроскопа	град	α	88		
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	в режиме нагрузки	В	$U_1 = I_1 \cdot Z_{W1} + I_2' \cdot Z_{W2}$	132	398
		при короткозамкнутой вторичной обмотке	В	$U_1 = I_1 \cdot Z_{W1} + I_2' \cdot Z_{W2}$	17	50



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

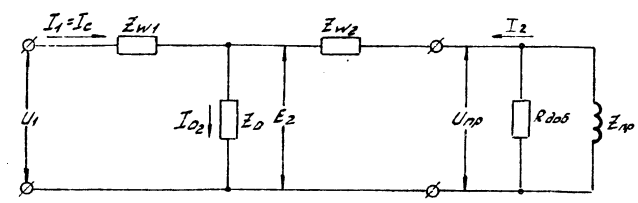


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201

Смотреть совместно с листом №4

ТН 407-0-164 ЭП

Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжений.

Исполн.	Горев	В.И.	инж.	Статус	Испол	Листов
Проверил	Горюнов	В.И.	инж.	Р	10	

Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов связи СПР-1415 и СПР-110/15.

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Сибирь-Западный филиал
Ленинград
Формат А2

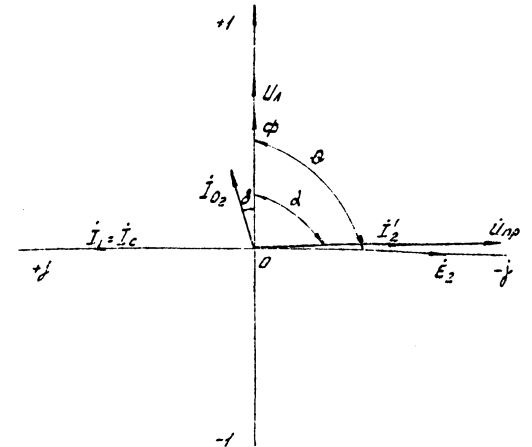
Копировать: 2 шт.

1	2	3	4	5		
				III	IV	
1	Мощность, потребляемая приборами синхронизации (P _S , P _V , P _F) Напряжение, подаваемое на приборы синхронизации Ток, потребляемый приборами синхронизации при 100В Сопротивление приборов синхронизации Результирующее сопротивление нагрузки Добавочное сопротивление, включаемое параллельно приборам синхронизации	ВА	S _{пр}	4		
		В	U _{пр}	100		
		А	$I_{пр} = \frac{S_{пр}}{U_{пр}}$	$\frac{4}{100} = 0,04$		
		Ом	$Z_{пр} = R_{пр} = \frac{U_{пр}}{I_{пр}}$	$\frac{100}{0,04} = 2500$		
		Ом	$Z_{\Sigma} = R_{\Sigma} = \frac{U_{пр}}{R_{доб} // R_{пр} I_2}$	$\frac{100}{0,075} = 1335$		
2	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам соблюдения секций первичной обмотки (см. чертеж Л1766 ТМ-ТЭ-4) Вторичный ток соответствующий напряжению 100В на приборах синхронизации Номинальный коэффициент трансформации Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201 Длина средней магнитной линии Площадь окна сечения каркаса обмоток Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди	А	I _{1 ном}	j0,13	j0,043	
		А	$I_2 = \frac{U_{пр}}{Z_{\Sigma}}$	-j0,075		
		-	$\frac{I_{1 ном}}{I_2 ном}$	$\frac{0,13}{0,075}$	$\frac{0,043}{0,075}$	$\frac{0,043}{0,075}$
		см ²	Q _ф	13,5		
		см	l _{ср}	~ 29		
		см ²	Q _в	~ 19		
		мм	—	ПЭЛШО - 0,25		
		мм	—	ПЭЛШО - 0,25		

Примечание:

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

1	2	3	4	5	
1	Сечение провода обмоток по меди	Первичной	$q_1 = \frac{\sqrt{I_1^2}}{4}$	0,049	
		Вторичной	$q_2 = \frac{\sqrt{I_2^2}}{4}$	0,049	
	Число витков обмоток трансформатора	Первичной	W ₁	$\frac{1850}{3}$	3 x 1850
		Вторичной	W ₂	2 (1800 ± 2 x 5%)	
2	Средняя длина витка обмотки	Первичной	l _{ср1}	0,19	
		Вторичной	l _{ср2}	0,265	
	Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	$Z_{W1} = R_{W1} = \frac{W_1^2 l_{ср1}}{q_1^2}$	48,5	437
		Вторичной	$Z_{W2} = R_{W2} = \frac{W_2^2 l_{ср2}}{q_2^2}$	355	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В	$E_2 = I_2 (Z_{\Sigma} + Z_{W2}) = (-j0,075)(1335 + 355) = -j 127$		
4	Индукция в стали трансформатора	Тесла	$B = E_2 \frac{45 \cdot 10^4}{Q \cdot W_2}$	$\frac{127 \cdot 45 \cdot 10^4}{13,5 \cdot 3200} = 1325$	
5	Удельная магнитовдвижущая сила	А/см	(I ₀ · W) / Q	0,22	
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке	А	$I_{02} = \frac{(I_0 W)_{02}}{W_2}$	$\frac{0,22 \cdot 29}{3200} = 2 \cdot 10^{-3}$	
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при (I _{ном} W) / Q	град	ψ	17	
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град	$\phi = 90 - \psi = 90 - \arctg 0$	90 - 0 = 90	
9	Угол между напряжением линии ток намагничивания трансформатора	град	$\delta = \psi + \phi$	17	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$\vec{I}_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta} = I_{02} (\cos \delta + j \sin \delta) = 1,91 \cdot 10^{-3} + j 0,58 \cdot 10^{-3}$		
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)	А	$\vec{I}'_2 = \frac{I_2}{\pi_{ном}} + \vec{I}_{02}$	$1,91 \cdot 10^{-3} + j 0,074 + 0,074 \cdot e^{-j18,8}$	
12	Напряжение на приборах синхронизации	В	$U_{пр} = \vec{I}'_2 \cdot Z_{\Sigma}$	$(1,91 \cdot 10^{-3} + j 0,074) \cdot 1335 = 2,54 - j 98,8 = 98,9 \cdot e^{-j 88,5}$	
13	Угол между напряжением линии и напряжением синхроскопа	град	α	88,5	
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В режиме нагрузки	$ \vec{U}_1 = \vec{E}_2 + \vec{I}'_2 \cdot Z_{W1} $	80	
		При короткой вольтной вольтметрии	$ \vec{U}_1 = \vec{I}'_2 \cdot Z_{W1} $	22	



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

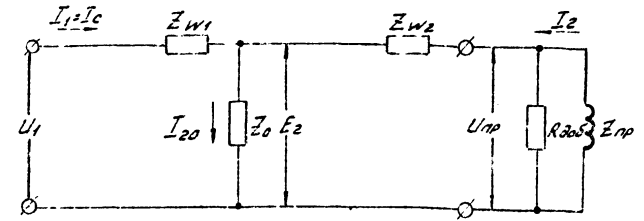


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201.

Смотреть совместно с листом №4

ТП 407-0-164				ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.				
Исполн.	Горев	М-1	14.01	Стр. в лист
Провер.	Зекун	С-1	14.01	Р 11
Утверд.	Гофман	Т-1	14.01	Листов
Инженер	Хрущев	С-1	14.01	11

Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизации от конденсаторов СВЗУ СМР-66/3 и СМР-110/1/3

Копировал: Дубин

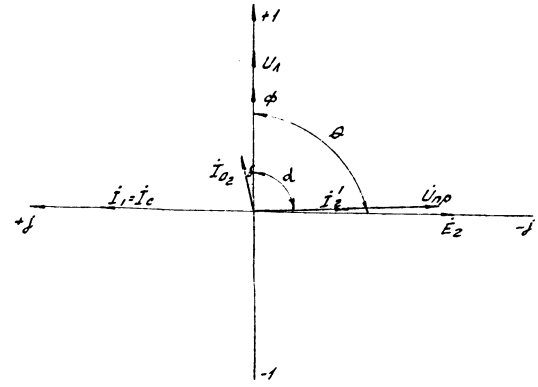
формат А2

№ п/п	Наименование определяемых величин	Единица измерения	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные	
				I	II
1	Мощность, потребляемая приборами синхронизации (P _S , P _V , P _F)	ВА	S _{пр}	4	
	Напряжение, подаваемое на приборы синхронизации	В	U _{пр}	100	
	Ток, потребляемый приборами синхронизации при 100В	А	$I_{пр} = \frac{S_{пр}}{U_{пр}}$	$\frac{4}{100} = 0,04$	
	Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$Z_{пр} \approx R_{пр} = \frac{U_{пр}}{I_{пр}}$	$\frac{100}{0,04} = 2500$	
	Результатирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma} = R_{\Sigma} = \frac{U_{пр}}{I_{\Sigma}}$	$\frac{100}{0,15} = \frac{100}{0,075} = 670 \approx 1335$	
2	Дополочное сопротивление, включенное параллельно приборам синхронизации	Ом	R _{доб}	910	2860
	Номинальный первичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202	А	I _{1ном}	1,042	
	Номинальный вторичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202, соответствующий двум вариантам обмотки секции вторичной обмотки (см. черт. 1766ТМ-З-5)	А	I _{2ном}	-j0,15	-j0,075
	Номинальный коэффициент трансформации	-	$\frac{I_{1ном}}{I_{2ном}}$	$\frac{1,042}{0,15} = 2,8$	$\frac{1,042}{0,075} = 5,6$
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-202	см ²	Q _ф	13,5	
	Длина средней магнитной линии	см	l _{оср}	~ 29	
	Площадь окна сечения короткого обмоток	см ²	Q _в	~ 19	
Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по меди	Первичной	мм	ПЭЛШО-0,51		
	Вторичной	мм	ПЭЛШО-0,25		

Примечание:

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

1	2	3	4	5	
				I	II
2	Сечение провода обмоток по меди	Первичной	$q_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$	0,204	
		Вторичной	$q_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$	0,049	
	Число витков обмоток трансформатора	Первичной	W ₁	580	
		Вторичной	W ₂	1600 ± 2,5%	
	Средняя длина витка обмотки	Первичной	l _{1cp}	0,17	
	Вторичной	l _{2cp}	0,23		
Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	Ом	$Z_{w1} = R_{w1} = \frac{W_1^2 l_{1cp}}{q_1 \cdot \gamma}$	75	
	Вторичной	Ом	$Z_{w2} = R_{w2} = \frac{W_2^2 l_{2cp}}{q_2 \cdot \gamma}$	300	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В	$E_2 = I_2 (Z_{\Sigma} + Z_{w2})$	$(j0,15)(670+75) = j111,5$	$(j0,075)(1335+300) = -j122,6$
4	Индукция в стали трансформатора	Гсес	$B = E_2 \cdot \frac{45 \cdot 10^4}{Q_{\Sigma} \cdot W_2}$	2320	1275
5	Удельная магнитовдвигущая сила	А/см	(I ₀ · W) ₀	0,3	0,2
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке	А	$I_{02} = \frac{(I_0 W)_0}{W_2}$	$\frac{0,3 \cdot 29}{1600 \pm 2,5\%} = 5,43 \cdot 10^{-3}$	$\frac{0,2 \cdot 29}{2 \times (1600 \pm 2,5\%)} = 2 \cdot 10^{-3}$
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при (I ₀ W) ₀	град	ψ	13	17
8	Угол между напряжениями линии и ЭДС вторичной обмотки	град	$\theta = 90 - \psi$	50	
9	Угол между напряжениями линии и токном намагничивания трансформатора	град	$\delta = \psi + \theta$	17	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$I_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta} = I_{02} (\cos \delta + j \sin \delta)$	$5,43 \cdot 10^{-3} (\cos 17^\circ + j \sin 17^\circ) = 5,28 \cdot 10^{-3} + j1,19 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3} (\cos 17^\circ + j \sin 17^\circ) = 1,91 \cdot 10^{-3} + j0,59 \cdot 10^{-3}$
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)	А	$I_2' = \frac{I_2}{K_{tr}} + I_{02}$	$\frac{0,075}{2,8} + 5,28 \cdot 10^{-3} + j1,19 \cdot 10^{-3} = 0,027 + j0,0014$	$\frac{0,075}{5,6} + 1,91 \cdot 10^{-3} + j0,59 \cdot 10^{-3} = 0,0134 + j0,0011$
12	Напряжение на приборах синхронизации	В	$U_{пр} = I_2' \cdot Z_{\Sigma}$	$(0,027 + j0,0014) \cdot 670 = 18,15 + j0,93$	$(0,0134 + j0,0011) \cdot 1335 = 17,9 + j1,47$
13	Угол между напряжениями линии и напряжением синхроскопа	град	α	88	89,5
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В режиме нагрузки	$U_1 = I_1 \cdot Z_{w1} + U_2'$	43	25
		В режиме холостого хода	$U_1 = I_{01} \cdot Z_{w1} + U_2'$	7,5	7,5



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

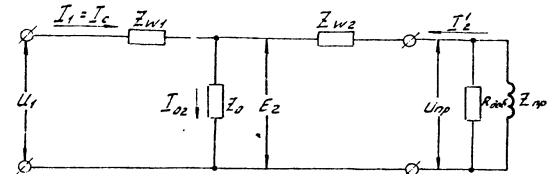
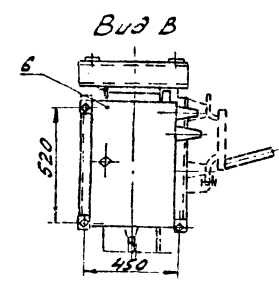
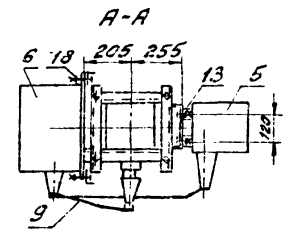
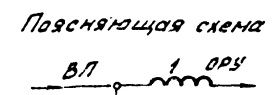
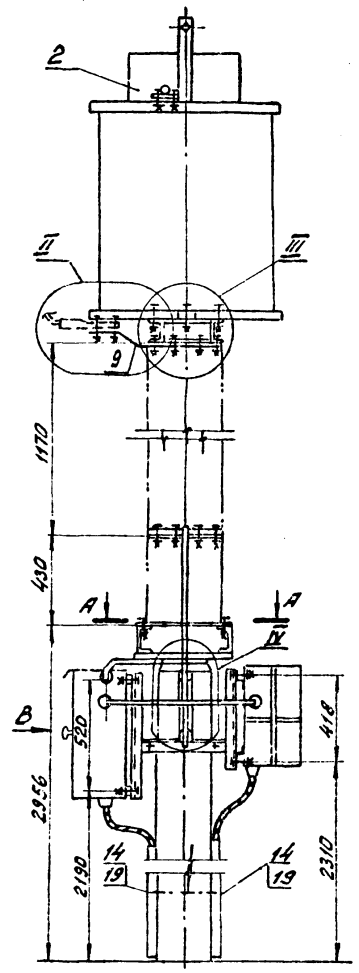
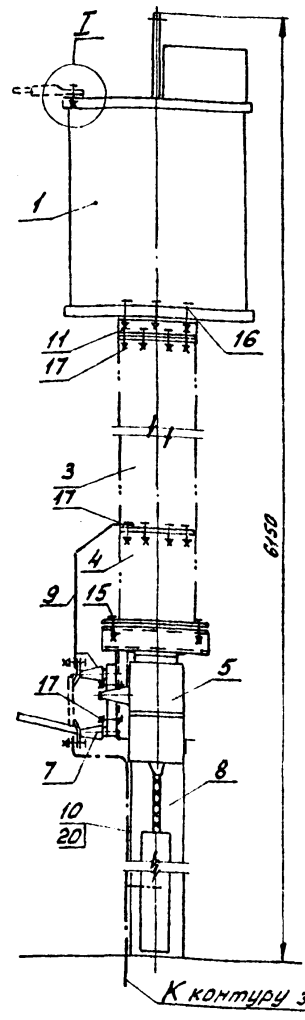


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-202

Смотреть совместно с листом N5

ИП 407-0-164				ЭП	
Осн. и конструктивные чертежи устройств отбора напряжений					
Ив. акт	Гарев	М-2	И.И.Ч	Страниц	Лист
ГМП	Эсеин	О-2	И.И.Ч	Р	12
Рук. пр.	Гарев	О-2	И.И.Ч	Расчет параметров цепи отбора напряжения для синхронизации Северо-Западного объединения	
Проверка	Гарев	О-2	И.И.Ч	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	
Инженер	Колтунов	И.И.Ч	И.И.Ч	Ленинград	
				Контроль: А.И.Ф.	
				Формат А2	

M 1:20



Спецификация

№№ поз.	Наименование	Тип или размер	Чертеж по ГОСТ	Кол-во	Масса ед. изм. кг.	Примечание
1	Реактор силовой,	шт. РЗ-600-025	См. примеч. 1	1	106	Заградитель ВЗ-600-025
2	Элемент настройки,	шт. ЭН-600-50		1		
3	Конденсатор связи,	шт. СНК-110/ВЗ-0,0004У1		1	140	
4	Изолирующая подставка,	шт. ПИ-И-141		1	60	
5	Фильтр присоединения,	шт. ФПУ	См. примеч. 1	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	З. 407-93 КС-Ш-31,82	1		
9	Шина стальная,	м. Лента полосовая сеч. 20x3	ГОСТ 6209-57	3	0,47	К-ные поковки
10	Полоса заземления,	м. Ст. полосовая сеч. 30x4	ГОСТ 103-57	4	0,94	См. примеч. 2
11	Металлическая марка опорная,	шт.		1	11,7	
12	Корытчи распорный,	шт.	ЭТ-Ш-92	4	0,3	
13	Скоба прижимная,	шт.		4	0,2	
14	Патак металлический ка-дерный с крышкой,	шт. П-4	По каталогу ГЭМ. 1973г.	2	4,95	
15	Болт с гайкой и двумя шайбами,	компл. М 20x70	ГОСТ	4		Для крепления поз. 4
16	То же,	компл. М 12x80	7798-70	4		Для крепления поз. 1
17	То же,	компл. М 12x60	5315-70	24		Для крепления поз. 3, 11
18	То же,	компл. М 10x30	11371-68	8		Для крепления поз. 5, 6
19	Дюбель с эпоксидной шайбой,	компл. ДВП М8x55		6		
20	Дюбель,	шт. ДГП 4,5x40		2		См. примеч. 2

Примечания: 1. Установка разработана на основании ТУ 15-521, 045-70 (высокочастотный заградитель), чертежа ЗФс. 190,363а, 1973г. (конденсатор), ЗФс. 044,016а, 1973г. (подставка) ЗФс. Каменогорского конденсаторного завода, чертежа З. 140,002Г4 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 строительного монтажного пистолета и соединить с болтами заземления всех аппаратов.

№ 1766 ТМ-Т2 (15)

Альбом II

Типовые проектные решения 407-0-164

Имя, № листа, Подпись и дата, Взам. инв. №

ТП 407-0-164 ЭП

Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.

Начерт.	Горев	И	И.И.М.	Стадия	Лист	Листов
Гип	Эскин	И	И.И.М.	Р	13	
Руч. зр.	Гофман	И	И.И.М.	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ		
Поставил	Гофман	И	И.И.М.	Северо-Западный филиал		
Инженер	Христенко	И	И.И.М.	Ленинград		

Копировал: А.И.Ф.

формат: А2