

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-164

407-0-164-002

СХЕМЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЧЕРТЕЖИ УСТРОЙСТВ ОТБОРА  
НАПРЯЖЕНИЯ

АЛЬБОМ II

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ, РАСЧЕТНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ  
ЧЕРТЕЖИ

# ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ

407-0-164

## 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  
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА

  
/ В. В. КАРПОВ /  
  
/ Г. Л. ЭСКИН /

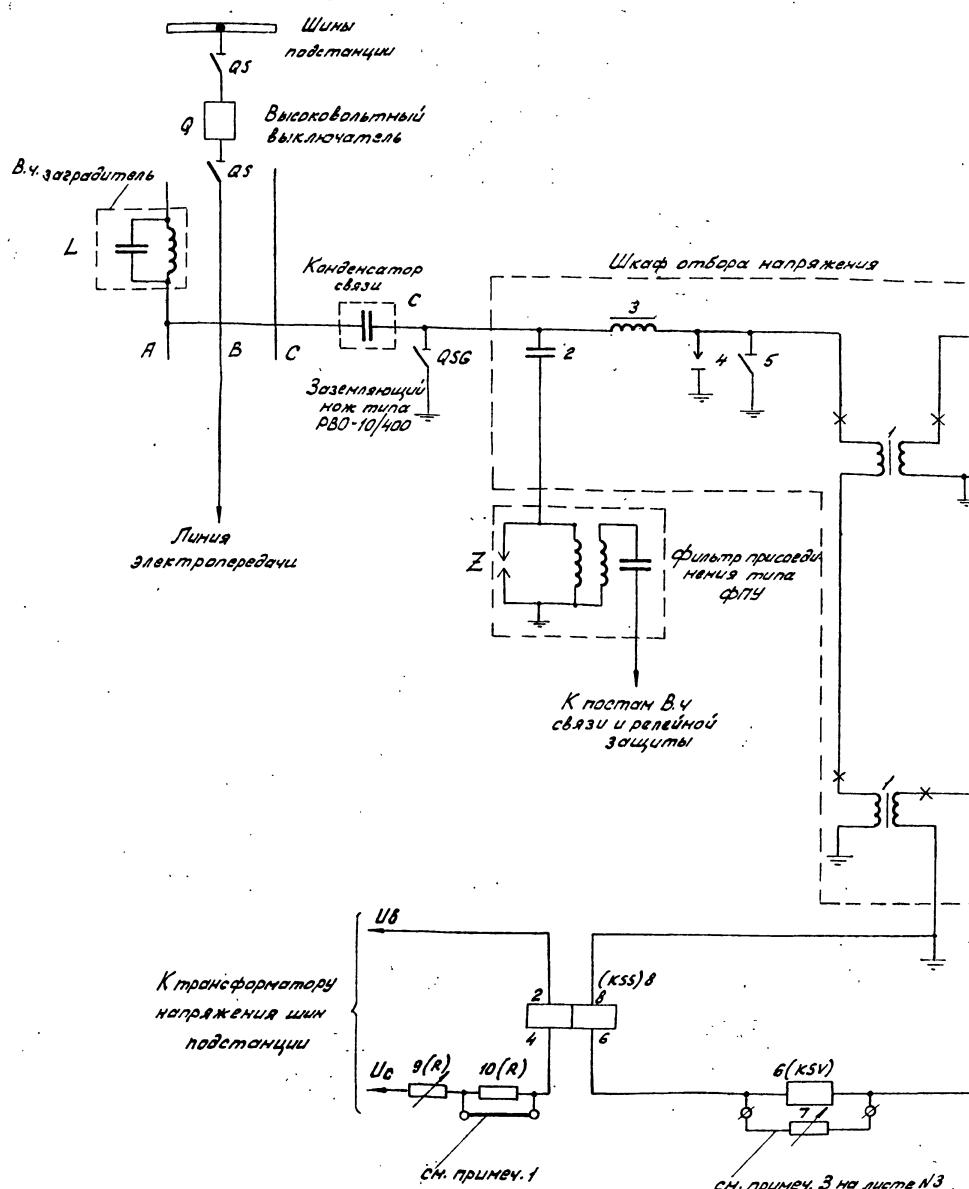
Удостоверяю, что проект соответствует действующим нормам и правилам, а эксплуатация сооружения с пожаро-опасными взрывоопасными характеристиками производства безопасна при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

Главный инженер проекта

Ведомость рабочих чертежей основного комплекса		
Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	ЦЗМ. 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.	ЦЗМ. 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 высокочастотного 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 установок δ=20°÷40°)	

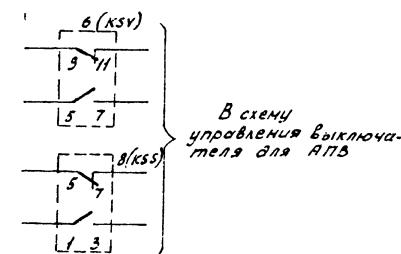
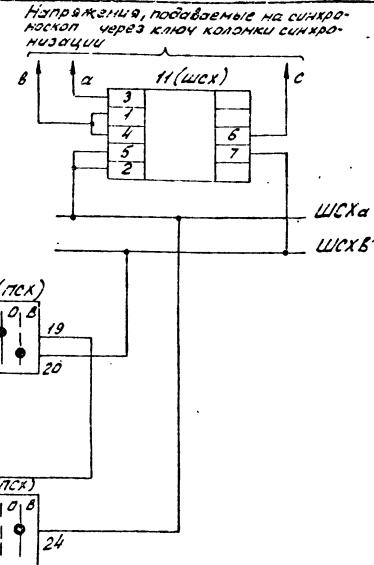
Лист	Наименование	Примечание
8	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-66/√3 и СМР-110/√3 (Вариант использования реле РН-55/90 с заводской шкалой установок δ=40°÷80°)	
9	Расчет параметров схемы отбора напряжения для АПВ от конденсаторов связи СМР-166/√3	
10	Расчет 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.	

ТП 407-0-164 ЭП		
Схемы конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.		
Лист	Лист	Лист
ЦЗМ. 1	Разр. 5-85	12.03.85
Некрасова Годев	М-1	11.11.81
ГНПТ Эскин	9-6	11.11.81
Разр. Годев	Бюлл.	11.11.81
Годев Гарифов Годев	Бюлл.	11.11.81
Ильинов Хрипунов	Бюлл.	11.11.81
Общие данные		Энергосети проект Северо-Западное отделение Поминаев



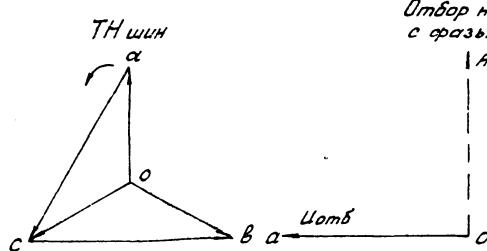
### Примечание

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

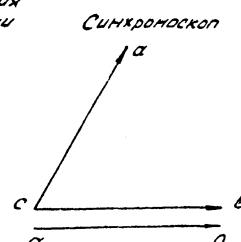


Смотреть совместно с листами № 3, 4, 5, 13.

				ТП	407-0-164	ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора материалов.						
Накалот Гарев	Н-1	11.1.81		Страница	Лист	Несколько
ГИП Заскин	З-500	11.1.81		P	2	
Рук.ер. Герасимов	Гарев	11.1.81				
Проделкин Георгий	Кишкин	11.1.81	Конст. отбора материалов для АПВ и СНД. Схемы и чертежи от конденсаторов газов СНД-160/10/3 СНД-160/10/3-			ЭНЕРГОСЕТЬ ПРОЕКТ
Никонов Кричевский	Н-1	11.1.81	Северо-Западные инженерные предприятия			
Копировал: <u>Л.Н.</u>						
Формат А2						



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



Смотреть совместно с листом № 2

Обозначение и тип конденсатора	Класс напряжения линии электропередачи, кВ				
	140	150	220	330	500
Количество конденсаторов, шт.					
СМР-65/13-0,004441	—	3	—	—	—
СМР-10/13-0,006441	1	—	2	3	—
СМР-166/13-0,014441	—	—	—	2	3

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

Таблица 2

Обозначение и тип конденсатора	Наименование параметра				
	Напряжение коммутации, кВ	Наибольшая рабочая частота, герц	Емкость коммутации, пФ	Длина пульта управления, см	Пределение отключения емкости, %
СМР-65/13-0,004441	65/13	44	0,0044	87	+10 -5
СМР-10/13-0,006441	10/13	78	0,0064	285	+10 -5
СМР-166/13-0,014441	166/13	110	0,014	270	± 5

Паронетры высокочастотных конденсаторов связи.

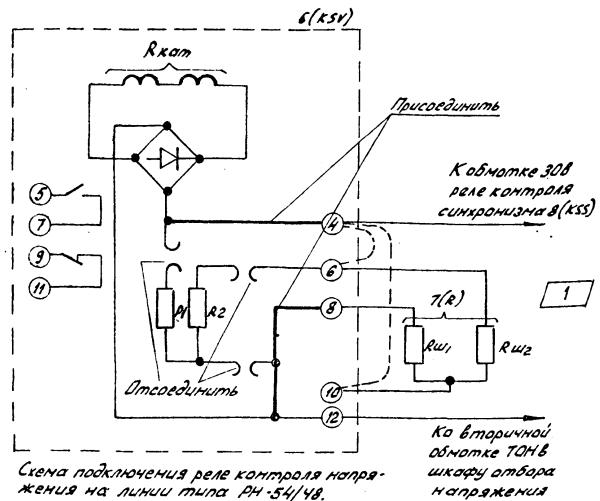


Схема подключения реле контроля напряжения на линии типа РН-54/48.

Таблица 3.

Напряжение срабатывания по цепи отбора напряжения	Ток от ТОН-201 (TON-202), подводимый к реле РН-54/48, А	Величина сопротивления шунта $R_{sh} = R_{sh1} + R_{sh2}$ , Ом	Общее сопротивление шунта $R = R_{sh} + R_{кат} + R_{sh}$ , Ом
(0,2÷0,4)Ином 12÷24	0,15	115 (перемычка в положении 4-6)	50
(0,4÷0,8)Ином 24÷48	0,15	35 (перемычка в положении 4-10)	25
(0,2÷0,4)Ином 12÷24	0,075	∞ (шунт отключен, перемычка нет)	94
(0,4÷0,8)Ином 24÷48	0,075	115 (перемычка в положении 4-6)	50

Номер уставки	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	
				Колич-	стич-
1	Промежуточный трансформатор тока	ТОН-201 (TON-202)	(TON-202)	300000 ф	2 син. прил. 1,4
2	Конденсатор	КСО-13	КСО-13	100 мкФ	1
3	Дроссель	ДР-201	ДР-201	100 мГц	1 син. прил. 2
4	Резистор				1
5	Заземляющий нож				1
6(К54)	Реле контроля напряжения	РН-54/48	РН-54/48		1
7(Р)	Резистор регулируемый	ПЭВР-10	ПЭВР-10	47 Ом	1
	Резистор	ПЭВ-10	ПЭВ-10	82 Ом	1 син. прил. 3
8(К55)	Реле контроля синхронизма	РН-55/50	РН-55/50		1
10(Р)	Резистор	ПЭВ-25	ПЭВ-25	1500 Ом	1
9(Р)	Резистор регулируемый	ПЭВР-50	ПЭВР-50	1000 Ом	1
11	Колонка синхронизации	ШС-3,5/4	ШС-3,5/4	Компактный трансформаторный ящик	
12	Синхронометр РС	З-327	З-327	100В	1 выпуск синхронометром
	Добавочный резистор к синхронометру			4	измерительным приборам
	Вольтметр РУ	З-365	З-365	0÷100В	2
	Частотомер РФ	З-361	З-361	100	2
12(ПХ)	Переключатель напряжения	ПНОР-45 222277/1-А106	ПНОР-45 222277/1-А106		1
13(Р)	Резистор регулируемый	ПЭВР-50	ПЭВР-50	1000 Ом	1
14(Р)	Резистор	ПЭВ-25	ПЭВ-25	2000 Ом	1

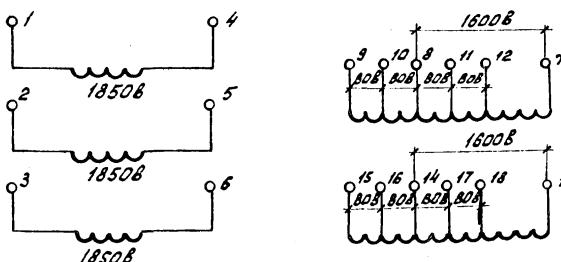
Примечания

- В скобках указан тип промежуточного трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения с линии от конденсатора связи СМР-166/13.
- Технические данные на изготовление высокочастотного дросселя ДР-201 приведены на листе.
- Шунт, подключаемый к реле РН-54/48, состоит из двух сопротивлений  $R_{sh} = R_{sh1} + R_{sh2} = 47 + 82$  Ом, соответственно.
- Технические данные на изготовление трансформаторов отбора напряжения ТОН-201 и ТОН-202 приведены на листах 4 и 5.

ТП 407-0-164				ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.				
Изм. 1	Разр. 5-85	12.03.85	Черт.	Страница листа
Начало	Горев	шт-1	1.1.1	Листов
ГИП	Эскиз	шт-2	1.1.1	
Рук.з.	График	шт-3	1.1.1	Паронетры шкафа отбора напряжения
Провод	График	шт-4	1.1.1	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Инженер	Холдинг	шт-5	1.1.1	Северо-Западное отделение
		шт-6	1.1.1	Ленинград
		шт-7	1.1.1	Копировка: <i>Л.И.К.</i>
		шт-8	1.1.1	формат А2

## Трансформатор отбора напряжения типа ТОН-201.

Первичная обмотка трансформатора. Вторичная обмотка трансформатора (состоит из трех секций) тока (состоит из двух секций)



## Варианты схем соединения обмоток ТОН-201

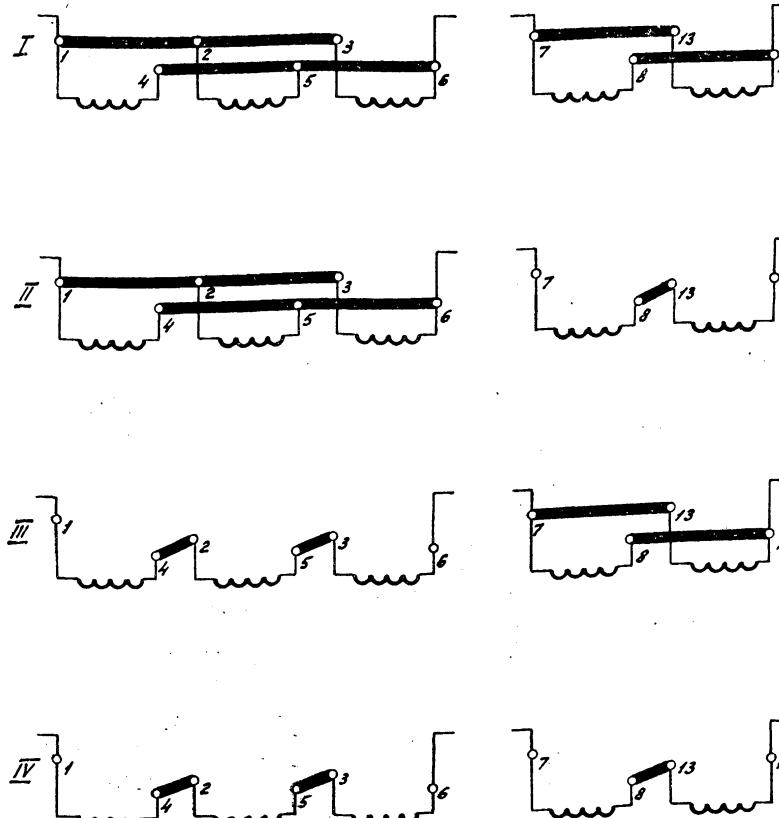


Рис. 1.

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/В3 и СМР-110/В3 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-0 с приборами Краснодарского завода, состоящее из двух вольтметров РВУК частотомеров и синхроноскопа.

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

4. Изоляция обмоток должна быть рассчитана на длительное приложенное напряжение 1 кВ переменного тока. Для усиления изоляции обмоток относительно сердечника и между собой по имеющимся коробкам, а также между обмотками и должны быть наложены слои лакотканы.

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

$$I_1 = \frac{U_{\text{Ф}}}{X_C} = \frac{110 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot 6400 \cdot 10^{-12} \approx 0,13 \text{ а}$$

(для 1) 110 кВ-1 СМР-110/В3  
(2) 220 кВ-2 СМР-110/В3  
(3) 330 кВ-3 СМР-110/В3)

$$I_1 = \frac{U_{\text{Ф}}}{X_C} = \frac{150 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 314 \cdot \frac{4400}{3} \cdot 10^{-12} \approx 0,043 \text{ а}$$

(для 150 кВ-3 СМР-66/В3)

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:

- тип ТОН-201;
- номинальный первичный ток 0,13, 0,043;
- номинальный вторичный ток 0,15, 0,075;
- схема внутренних соединений.

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

Параметры	Для подключения к СМР-110/В3-00064 и СМР-66/В3-00064	
	Первичная обмотка	Вторичная обмотка
Параллельное соединение обмоток	Последовательное соединение обмоток	Параллельное соединение обмоток
Номинальный ток, А	0,13	0,15
	—	0,043
Коэффициент трансформации	$\frac{I_{\text{1н}}}{I_{\text{1н}}^2} = \frac{0,13}{0,15} = 0,866$	$\frac{I_{\text{1н}}}{I_{\text{1н}}^2} = \frac{0,13}{0,075} = 1,73$
	$\frac{I_{\text{1н}}}{I_{\text{1н}}^2} = \frac{0,043}{0,15} = 0,2873$	$\frac{I_{\text{1н}}}{I_{\text{1н}}^2} = \frac{0,043}{0,075} = 0,573$
Число витков	1850	(1600 ± 2,5%)
	3	2
	—	$3 \times 1850$
		(1500 ± 2,5%)
		2
Провод медный	ПЭЛШО-0,25	ПЭЛШО-0,25
Сопротивление, Ом	48,5	88,7
	—	437
		355

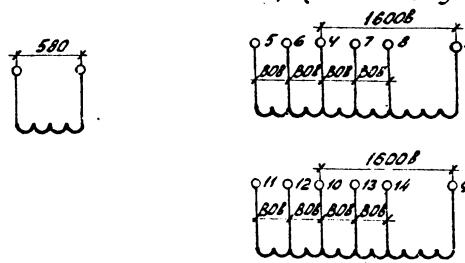
## Спецификация оборудования и материалов для изготовления трансформаторов тока

№ п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол.-во	Примечание
1	Трансформатор тока	TON-201	шт	1	
2	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	95	
3	Провод медный	ПЭЛШО-0,25	кг	95	

ТП 407-0-164			ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения			
Наим. под.	Горев	11.1.81	
ГИП	Эскин	Рис	11.1.81
Рук. гр.	Гофман	Горев	11.1.81
Проверки	Гофман	Горев	Технические данные на изготовление трансформатора тока ТОН для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-66/В3 и СМР-110/В3
Инженер	Хрипичев	Горев	ЭНЕРГОСЕТЬ ПРОЕКТ Северо-Западное отделение Полиграф
			Копировка: Альфа
			Формат А2

## 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

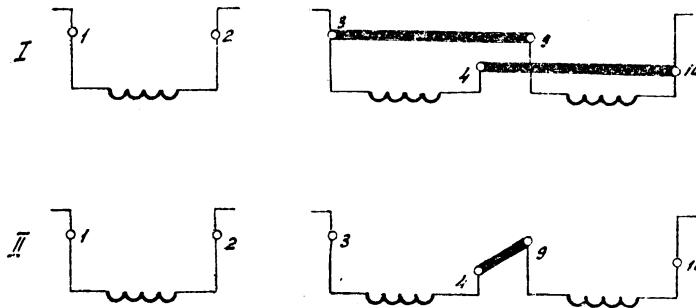


Рис. 1

Таблица 1

Параметры TON-202	Для подключения к конденсаторам связи типа СМР-166/13		
	Первичная обмотка	Вторичная обмотка	
Номинальный ток, А	0,42	0,15	0,075
Номинальный коэффициент трансформации	$\Pi_{T, \text{ном}} = \frac{0,42}{0,15} = 2,8$	$\Pi_{T, \text{ном}} = \frac{0,92}{0,075} = 5,6$	
Число витков	580	$1600 \pm 5\%$ 2	$2 \times (1600 \pm 5\%)$
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-166/13

1. Трансформатор тока ТОН-202 предназначен для отбора напряжения с линии от конденсаторов связи СМР-166/13 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-3-5-14 с приборами Краснодарского завода, состоящее из двух вольтметров, двух частотомеров и синхроноскопа.3. Обмотки трансформатора наматываются на сердечник трансформатора тока, имеющий  $A_{\text{ф}} = 13,5 \text{ см}^2$ ;  $l_{\text{ф}} = 29 \text{ см}$ .

4. Изоляция обмоток должна быть рассчитана на длительное приложенное напряжение 1 кВ переменного тока. Для усиления изоляции обмоток относительно сердечника и между собой на именуемый каркас, а также между обмотками должны быть положены силиконовые лакотканки.

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 единичною только конденсатором связи и не зависит от нагрузки.

$$I_1 = \frac{U_{\text{ф}}}{X_{\text{с}}} = \frac{330 \cdot 10^3}{V_3} \cdot 314 \cdot \frac{14000}{2} \cdot 10^{-12} = 0,42 \text{ а}$$

для 330 кВ - 2СМР-166/13

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:

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

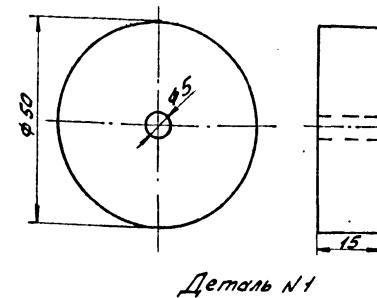
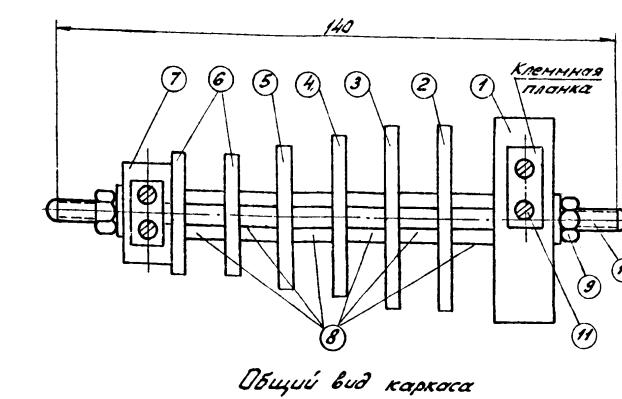
## Спецификация

оборудование и материалы для изготовления трансформаторов тока

№ п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол.-во	Примечание
1	Трансформатор тока	TON-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 протоколом технического совещания по вопросу рассмотрения шкафов ШОН от 23 сентября 1960 г. в г. Ташкенте заводу "Ташэлектромаш", поставщику трансформаторов отбора ТОН, для повышения надежности их работы выполнить герметизацию и пропитку обмоток этого трансформатора эпоксидной смолой или компактдом.

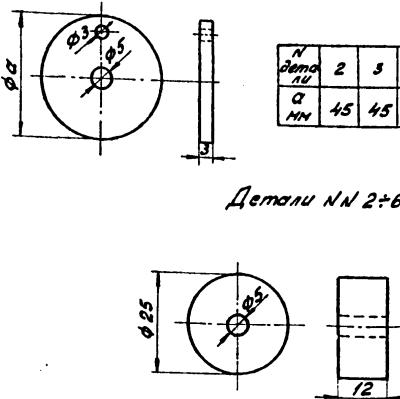
ТП 407-0-164			ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения			
Исполн.	Горев	1-1	1-1
ГИП	Эскиз	2-2	1-1,8
Рук.бр.	Гофман	1-1,7	Технические данные из изображения трансформатора тока ТОН-202 для отбора напряжения от конденсаторов связи СМР-166/13
Проверка	Гофман	1-1,8	ЭНЕРГОСЕТЬПРОДЭКТ Схема-запасное отделение Приборы
Изженор	Хрипунова	1-1,8	Капитонов, 4-2
			формат А2



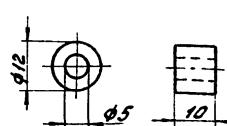
Деталь N1

№ детали	2	3	4	5	6
а мм	45	45	40	35	30

Детали N1-6



Деталь N7



Деталь N8

Рис.1

Технические данные  
на изготовление высокочастотного дросселя типа ДР-201.

- 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.
- Для намотывания обмотки дросселя применяется специальный секционированный каркас, который изготавливается из изоляционного материала. Отдельные элементы каркаса собираются на норезной патчной шпильке М-5 и зажимляются с двух сторон гайками (см. рис. 1).
- Схема соединений и количество витков секционированной обмотки даны на рис. 2.

$$w_1=200 \quad w_2=270 \quad w_3=420 \quad w_4=580 \quad w_5=700 \quad w_6=830$$

$$\Sigma W=3000 \text{ витков}, R=10:12 \Omega, \text{ Провод ПЭЛ-0,44 мм}$$

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.

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

Спецификация  
сбородований и материалов для изготовления дросселя

№ п/п	Наименование	Тип	Един. измер.	Кол-во	Примечание
1	Провод медный	ПЭЛ-0,44 мм	кг	0,3	изготовлено специалистом
2	Каркас изоляционный	-	шт	1	изолирован специалистом

Спецификация материалов для изготовления каркаса дросселя.

№ п/п	№з	Наименование детали	кол-во	размеры/нн	материал	Примечание
1	1	Колодка	1	Ø50; δ=15	Гетинекс	
2	2	Шайба	1	Ø45; δ=3	-	-
3	3	Шайба	1	Ø45; δ=3	-	-
4	4	Шайба	1	Ø40; δ=3	-	-
5	5	Шайба	1	Ø35; δ=3	-	-
6	6	Шайба	2	Ø30; δ=3	-	-
7	7	Колодка	1	Ø25; δ=12	-	-
8	8	Шайба	6	Ø12; δ=10	-	-
9	9	Гайка М-5	2	-	Латунь	
10	10	Шпилька М-5	1	C=140	Латунь	
11	11	Винт М-3	4	-	Латунь	

ТП 407-0-164				ЭП		
Схемы конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.				Стадия		
Нач.дат.	Горев	И.И.В	И.И.В	Р	6	Листов
ГИП	Эскиз	1/2	1/1/8			
Рук.зр.	Гофрик	БРД-02	И.И.В			
Проверка	Гофрик	БРД-02	И.И.В	Технические данные для изготовления высокочастотного дросселя ДР-201		
Инженер	Хрипчук	БРД-02	И.И.В	ЭНЕРГОСЕТЬ ПРОЕКТ Северо-Западное отделение Ленинград		
				Копировал: <i>Л.М.</i>		
				Формат А2		

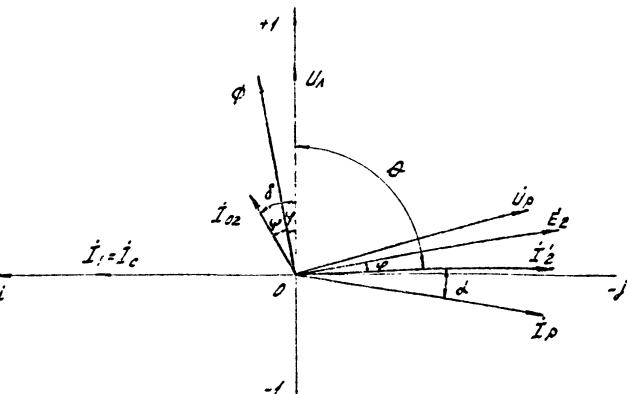
## Примечания:

1. Данный вариант расчета относится к случаю применения реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с заводской шкалой установок  $\delta = 20^\circ \pm 40^\circ$ .

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

№ п/п	Наименование определляемых величин		Самые изменяющиеся величины для расчета	Формулы для расчета	Расчетные данные	
	2	3			4	5
1	Сопротивление обмотки 30В, подключенной к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	$Z_{P'}$	$182 + j70 = 196 \cdot e^{j21}$		
	Сопротивление обмотки 60В, подключенной к трансформатору отбора напряжения шин.	Ом	$Z_{P''}$	$728 + j280 = 780 \cdot e^{j21}$		
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-55/48, подключенной к трансформатору отбора напряжения с линии.	Ом	$R_{\text{реле}} = R_{\text{ном}} // R_{\text{ш}}$	127		
	Дополнительное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В	Ом	$R_{\text{доб}}$	550		
	Результирующее сопротивление цепи сопоставления трансформатора отбора напряжения	Ом	$Z_{\Sigma'}$	$182 + j70 + 127 = 310 + j70 = 318 \cdot e^{j12}$		
	Результирующее сопротивление цепи сопоставления трансформатора напряжения шин.	Ом	$Z_{\Sigma''}$	$728 + j280 + 550 = 1278 + j280 = 1311 \cdot e^{j12}$		
	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий динамическому сопротивлению секции первичной обмотки (см. чертеж № 1766ТН-II-4)	А	$I_{1 \text{ ном}}$	$j0,13$	$j0,43$	
	Вторичный ток для обмотки 30В	А	$I_{2 \text{ ном}}$	$-j0,15$		
	Номинальный коэффициент трансформации	—	$\mu_{\text{ном}} = \frac{I_{1 \text{ ном}}}{I_{2 \text{ ном}}} = \frac{0,13}{0,15} = 0,866$	$\frac{0,43}{0,15} = 2,87$		
	Сечение ферромагнитной части пакета трансформатора ТОН-201	см <sup>2</sup>	$\sigma_{\Phi}$	13,5		
	Длина средней магнитной линии	см	$l_{\text{ср}}$	~29		
	Площадь окна сечения якоря обмоток	см <sup>2</sup>	$S$	~19		
	Марка диаметр провода обмоток трансформатора по меди	первичной	—	ПЭЛЦС-0,25		
	Вторичной	—	—	ПЭЛЦС-0,25		
	Сечение провода обмоток по меди	первичной	$\text{мм}^2$	$31 \cdot 9 = \frac{T_{\text{ср}}}{4}$	0,049	
	Вторичной	—	—	—	0,049	
	Число витков обмоток трансформатора	первичной	штук	$W_1$	1850	$3 \times 1850$
	Вторичной	штук	$W_2$	$1600 \pm 2 \times 5\%$		

1	2	3	4	5		
					1	2
2	Средняя длина витка обмотки	первичной	вторичной			
	Сопротивление обмотки трансформатора	первичной	вторичной			
	Ом	$Z_{W_1} \cdot R_{W_2} = \frac{W_1 \cdot l_{\text{ср}}}{9,8}$	48,5	437		
		$Z_{W_2} \cdot R_{W_1} = \frac{W_2 \cdot l_{\text{ср}}}{9,8}$	89			
3	ЗАС в первичной обмотке трансформатора				8	$\dot{E}_2 = \dot{E}_2 (Z_{\Sigma} + Z_{W_2})$
						$10,5 - j59,8 = 60,7 e^{-j88}$
4	Индукция в стали трансформатора				9	$B + E_2 = \frac{45 \cdot 10^4}{Q \cdot W_2}$
						1265
5	Удельная магнитодвижущая сила				10	$A/\text{см} (I_0 \cdot W)_{\text{уд}}$
						0,2
6	Ток намагничивания трансформатора отнесенный к вторичной обмотке				11	$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W)_{\text{уд}}}{W_2}$
						$3,62 \cdot 10^{-3}$
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(\delta - \psi)_{\text{уд}} = 0,2$				12	$\psi$
						20°
8	Угол между напряжением линии и ЭДС в первичной обмотки				13	$\theta = 90^\circ - \psi = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$
						$90 - 10 = 80^\circ$
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора				14	$\delta = \psi + \theta = 20 + 10 = 30^\circ$
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)				15	$\dot{I}_{02} = \dot{I}_{02} e^{j\theta} = \frac{3,62 \cdot 10^{-3} (0,1305 - j3,0130)}{j0,43} = 3,13 \cdot 10^{-3} e^{j1,81 \cdot 10^{-3}}$
11	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору отбора				16	$I_{02} = \frac{\dot{I}_{02} \cdot \dot{Z}_{\Sigma}}{Z_{\Sigma}} = \frac{3,13 \cdot 10^{-3} j0,1492}{j0,43} = 0,1492 e^{-j89}$
12	Напряжение на обмотках реле				17	$U_0 = I_0 \cdot Z_{\Sigma} = (3,13 \cdot 10^{-3} j0,1492) (3,01 \cdot 10^{-3}) = -11,74 - j44 = 45,5 e^{-j75}$
13	Угол между напряжением линии и током в обмотке реле, подключенной к трансформатору отбора				18	$\theta = 89$
14	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору напряжения шин				19	$I_{02} = \frac{\dot{I}_{02} \cdot \dot{Z}_{\Sigma}}{Z_{\Sigma}} = \frac{100 \cdot 10^{-3} j0,1492}{j0,43} = 7,610 \cdot 10^{-3} e^{j110}$
15	Угол между токами в обмотках реле				20	$\delta = -102 + 89 = -13$
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора				21	$U_1 = \frac{U_0}{Z_{W_1}} = \frac{11,74 - j44}{3,01 \cdot 10^{-3}} = 75$
						$230$



Векторная диаграмма трансформатора отбора ТОН-201 для АПВ

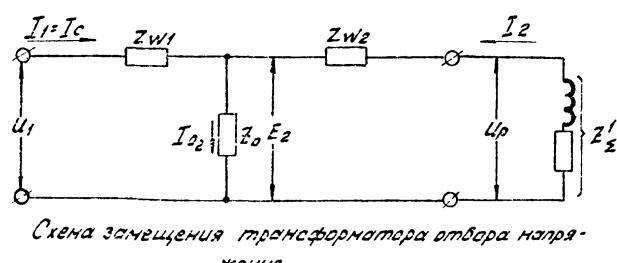


Схема заземления трансформатора отбора напряжения.

Смотреть совместно с листом №4

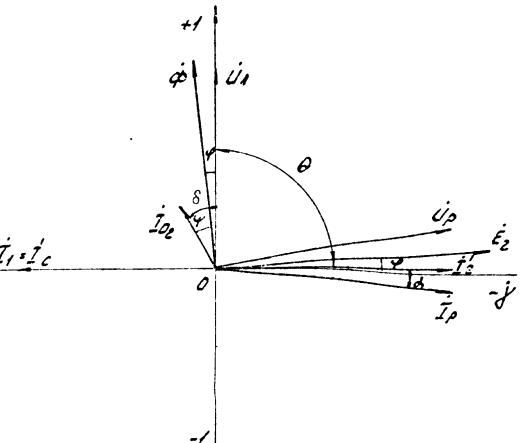
ТП 407-0-164			
Схемы и конструктивные чертежи устройства отбора напряжения.			
Наклад	Голова	1	1.1.1
ГЛ17	Эскиз	2	1.1.2
Рук-эр.	Головка	3	1.1.3
Головка	Головка	4	1.1.4
Изг-кар.	Ходниковка	5	1.1.5
Расчет параметров ским-отбора			
Энергосеть проект			
Северо-Западное отделение			
Ленинград			
Контроль: Лар.			
Формат А2			

№ п/п	Наименование определенной величины	Единица измерения	Обозначение нормы для расчета	Расчетные данные	
				II	IV
3	4	5			
1	Сопротивление обмотки 30В, подключенной к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	$Z_p'$	$182 + j 70 = 196 \cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки 60В, подключенной к трансформатору отбора напряжения шин	Ом	$Z_p''$	$728 + j 280 = 780 \cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключенной к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	$R_{конт} / R_{ш}$	260	
				127	
	Добавочное сопротивление, включенное последовательно с обмоткой реле 60В.	Ом	$R_{доп}$	2000	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения.	Ом	$Z_{\Sigma}'$	$182 + j 70 + 260 = 442 + j 70 = 447,5 \cdot e^{j21}$	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин.	Ом	$Z_{\Sigma}''$	$728 + j 280 + 2000 = 2728 + j 280 = 2742 \cdot e^{j21}$	
2	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий обмотке синхронизации сечением секции первичной обмотки (см. черт. № 168мт-1).	А	$I_{1\text{ном}}$	$j 0,13$	$j 0,043$
	Вторичный ток для обмотки 30В	А	$I_{2\text{ном}}$		$-j 0,075$
	Номинальный коэффициент трансформации.	-	$\frac{I_{1\text{ном}}}{I_{2\text{ном}}} = \frac{0,13}{0,075} = 1,73$	$0,043$	$0,075 = 0,573$
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см <sup>2</sup>	$0,4\varphi$	13,5	
	Длина средней магнитной линии	см	$\ell_{\text{маг}}$	$\sim 29$	
	Площадь окна сечения каркаса обмоток	см <sup>2</sup>	$Q_8$	$\sim 19$	
	Паркас диаметр провода обмоток трансформатора по меди	мм	—	ПЭЛШО-0,25	
	Паркас диаметр провода обмоток трансформатора по меди	мм	—	ПЭЛШО-0,25	
	Сечение провода обмоток по меди.	мм <sup>2</sup>	$q_1 = q_2 = \frac{\pi d^2}{4}$	0,049	
	Первичной				
	Вторичной				
	Число витков обмоток трансформатора.	виток	$W_1$	1850	$3 \times 1850$
	Первичной				
	Вторичной		$W_2$	$2 \times (1600 \pm 2 \times 5\%)$	

## 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  $\psi$  определен по кривым зависимости угла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в "Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

1	2	3	4	5
	Средняя длина витка обмотки первичной	М	0,19	
2	для магнитопровода ТОН-201	$\ell_{2\text{св}}$	0,265	
	Сопротивление обмоток трансформатора	Ом	$Z_{W1} = \frac{R_{W1}}{q_1 \cdot \ell_{2\text{св}}}$	49,5
			$Z_{W2} = \frac{R_{W2}}{q_2 \cdot \ell_{2\text{св}}}$	355
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора отбора	В	$E_2 = \frac{1}{2} (Z_p' + Z_{W2})$	$5,25 - j 53,8 = 60 \cdot e^{-j85}$
4	Индукция в стали трансформатора	Гаусс	$B = \frac{E_2}{QW_2}$	625
5	Удельная магнитодвигущая сила.	А/см	$(I_0 \cdot W)_{уд}$	0,11
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке.	А	$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W)_{уд}}{W_2}$	$10^{-3}$
7	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{1\text{ном}} \cdot W)_{уд} = 0,11$	град	$\psi$	25
8	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град	$90 - \psi = \frac{925}{-90 \cdot \cos(90^\circ - \psi)}$	$90 - 5 = 85$
9	Угол между напряжением линии и током намагничивания трансформатора.	град	$\delta = \psi + \varphi$	$25 + 5 = 30$
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А	$I_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta} = \frac{0,866 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1 + \tan^2 \delta}} \cdot j 0,5 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3} (\cos 30^\circ \cdot j \sin 30^\circ) = 0,866 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,5 \cdot 10^{-3}$
11	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору отбора	А	$I_{1\text{ном}} = \frac{I_{02}}{2 \cdot \pi \cdot \ell_{2\text{маг}}} = 0,866 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,074 \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 29} = 0,074 \cdot e^{-j89,4}$	
12	Напряжение на обмотке реле	В	$U_p = I_2' \cdot Z_{\Sigma}' = (0,866 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,074) / (442 + j 70) = 5,6 \cdot j 32,6 = 33,1 \cdot e^{-j80}$	
13	Угол между напряжением линии и током в обмотке реле, подключенной к трансформатору отбора	град	$\theta = 90 - \frac{0,866 \cdot 10^{-3}}{0,074} = 90 - 0,6 = 89,4$	
14	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору напряжения	А	$I_{1\text{ном}} = \frac{U_p}{Z_{\Sigma}''} = \frac{100 \cdot e^{j90}}{2742 \cdot e^{j6} + 3,65 \cdot 10^{-2} \cdot e^{j96}} = 100 \cdot e^{j90} / 2742 \cdot e^{j6} = 3,65 \cdot 10^{-2} \cdot e^{j96}$	
15	Угол между токами в обмотках реле	град	$\alpha = 90 + 89,4 = 6,6$	
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора.	В	$U_1 = I_1 \cdot Z_{\Sigma}'' = 42 \cdot 125$	



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-201 для РНВ.

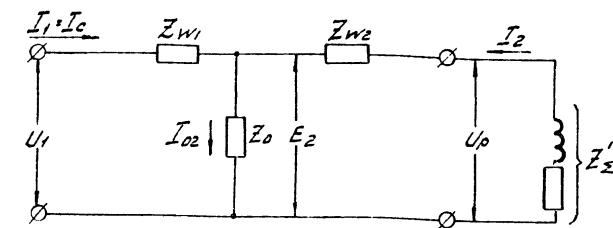


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201.

Смотреть совместно с листом №4.

III	407-0-164	ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.		
Нач.л.д.	Горбев	11.11.2
ГИД	Эскин	95- 11.08
Рук.д.	Горбев	11.11.8
Пасечник	Горбев	11.11.8
Горбев	Горбев	11.11.8
Чижевский	Горбев	11.11.8
Чижевский	Кричникова	11.11.8
Расчет параметров схемы отбора напряжения для АЛВ от конденсатора током 0,833 А при напряжении 386/115 в.		
ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Сборка Западно-Сибирского Генератора Кодировка: 010		
Формат А2		

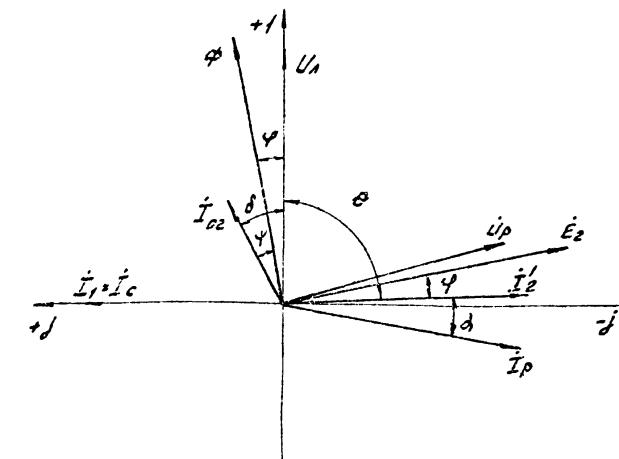
Н/П	Наименование определенных величин	Единица измерения	Обозначение для расчета		Расчетные данные	
			3	4	5	6
1	Сопротивление обмотки 308, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии	Ом	$Z_p'$		$182 + j 70 = 195 \cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки 608, подключаемой к трансформатору напряжения шин.	Ом	$Z_p''$		$728 + j 280 = 776 \cdot e^{j21}$	
	Сопротивление обмотки реле контроля напряжения типа РН-54/48, подключаемой к трансформатору отбора напряжения с линии.	Ом	$R_{kam} \parallel R_{sh}$	127	260	
				72	127	
	Добавочное сопротивление, включаемое последовательно с обмоткой реле 608.	Ом	$R_{add}$	550	2000	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора отбора напряжения.	Ом	$Z_\Sigma'$	$309 + j 70 = 317 \cdot e^{j13}$	$442 + j 70 = 448 \cdot e^{j19}$	
				$254 + j 70 = 364 \cdot e^{j15}$	$309 + j 70 = 317 \cdot e^{j13}$	
	Результирующее сопротивление цепи со стороны трансформатора напряжения шин.	Ом	$Z_\Sigma''$	$728 + j 280 + 550 = 1311 \cdot e^{j12}$	$728 + j 280 + 2000 = 2742 \cdot e^{j6}$	
2	Начальный первичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202	А	$I_{1nom}$		$j0,42$	
	Начальный вторичный ток трансформатора отбора напряжения ТОН-202, соответствующий сумме вторичных токов секций вторичной обмотки (см. чертеж 1766 ТМ-Б-5), для обмотки 308	А	$I_{2nom}$	$-j0,15$	$-j0,075$	
	Начальный коэффициент трансформации	-	$\frac{I_{1nom}}{I_{2nom}} = \frac{I_{1nom}}{I_{2nom}}$	$j0,42 \cdot 2,8$	$j0,42 \cdot 5,6$	
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-202	см <sup>2</sup>	Оф		13,5	
	Длина средней магнитной линии	см	$\ell_{mag}$		$\sim 29$	
	Площадь окна сечения магнитопровода	мм <sup>2</sup>	$A_B$		$\sim 19$	
	Наряду с диапазоном первичной обмотки трансформатора по магнитопроводу	мм	-		ПЭЛ ШО-0,51	
			-		ПЭЛ ШО-0,25	
	Сечение провода обмотки первичной по магнитопроводу	мм <sup>2</sup>	$q = \frac{\pi d^2}{4}$	$0,204$		
				$0,049$		
	Число витков обмотки первичной трансформатора	витка	$W_1$		580	
			$W_2$	$1600 + 2 = 5\%$	$2 \times (1600 \pm 2,5\%)$	
	Средняя длина витка обмотки	м	$\ell_{1sp}$		0,17	
			$\ell_{2sp}$		0,23	

## Примечания:

1. Данные варианты расчета относятся к случаю применения, реле контроля синхронизма типа РН-55/90 с заводской шкалой установок  $\delta = 20^\circ \div 40^\circ$  (I) и  $40^\circ \div 80^\circ$  (II).

2. Узел потерь магнитопровода  $\Psi$  определен по кривым зависимости узла потерь от действующего значения удельной МДС, помещенным в "Электротехническом справочнике", том 2, 1981г.

Н/П	Сопротивление обмоток трансформатора	первичной	вторичной	Он	$Z_{W1} = R_{W1} = \frac{W_1 \cdot \rho_{sp}}{l_{1sp}}$	8		
					$Z_{W2} = R_{W2} = \frac{W_2 \cdot \rho_{sp}}{l_{2sp}}$	75	300	
3	ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В			$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 (Z_p' \cdot Z_{W2}) = 58,6 \cdot e^{j30^\circ} = 50,5 \cdot e^{j18^\circ} = 49,7 \cdot e^{j3^\circ} = 46 \cdot e^{j83^\circ}$			
4	Индукция в стали трансформатора	Гц/с			$B = E_2 \frac{45 \cdot 10^4}{0 \cdot W_2}$	1219	1053	1163 960
5	Удельная магнитопроводная сила	А/см			$(I_0 \cdot W)_{yd}$			$\sim 0,18$
6	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный к вторичной обмотке	А			$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W)_{yd}}{W_2}$	$3,26 \cdot 10^{-3}$	$1,63 \cdot 10^{-3}$	
7	Узел потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{1nom} \cdot W)_{yd} = 0,18$	град			$\Psi$			20
8	Узел между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град			$\delta = 90^\circ - \Psi$ $= 90^\circ - 45^\circ 18^\circ$	90-11=79	90-5=84	
9	Узел между напряжением линии и током намагничивания трансформатора	град			$\delta = 45^\circ$	20+11=31	$20+6=26$	
10	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А			$\dot{I}_{02} = \dot{I}_{02} e^{j\delta} = 3,26 \cdot 10^{-3} \cdot e^{j033^\circ} = 3,26 \cdot 10^{-3} \cdot e^{j032^\circ}$ $\dot{I}_{02} = (\cos \delta + j \sin \delta)$			
11	Ток в обмотках реле, подключенных к трансформатору отбора	А			$\dot{I}_{12} = \dot{I}_{12} e^{j\delta} = 2,79 \cdot 10^{-3} + j 1,63 \cdot 10^{-3} = 2,92 \cdot 10^{-3} j 1,42 \cdot 10^{-3}$ $\dot{I}_{12} = \frac{1}{2} \frac{\dot{I}_{02}}{I_{1nom}}$			
12	Напряжение на обмотках реле	В			$U_p = \dot{I}_{12} \cdot Z_\Sigma' = 11,2 \cdot j 45,5 = 46,9 \cdot e^{j76^\circ}$ $U_p = 65 \cdot j 32,5 = 33,1 \cdot e^{j79^\circ}$ $U_p = 61 \cdot j 22,7 = 23,5 \cdot e^{j75^\circ}$			
13	Узел между напряжением линии и током в обмотках реле, подключенных к трансформатору отбора	град			$\delta$	89	88	
14	Ток в обмотке реле, подключенной к трансформатору напряжения шин.	А			$\dot{I}_{12} = \frac{\dot{U}_{12}}{Z_\Sigma} = \frac{\dot{U}_{12}}{Z_\Sigma'}$ $\dot{I}_{12} = \frac{100 \cdot e^{-j90^\circ}}{Z_\Sigma' \cdot e^{j12^\circ}} = \frac{100 \cdot e^{-j90^\circ}}{Z_\Sigma \cdot e^{j6^\circ}} = \frac{100 \cdot e^{-j90^\circ}}{Z_p}$			
15	Узел между токами в обмотках реле контроля синхронизма	град			$\alpha$	$-102 + 89 = -13$	$-55 + 58 = -8$	
16	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В			$U_1 = \frac{1}{I_{12}} \cdot \frac{E_2}{I_{12} + \frac{1}{I_{12}} Z_{W1}}$	25	14	



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-202 для АПВ

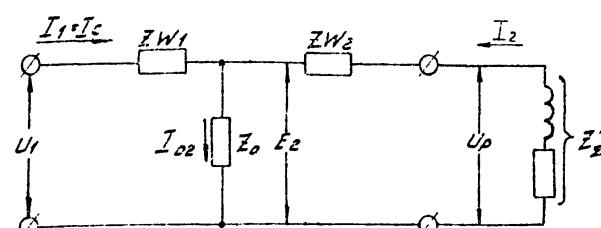


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-202

Смотреть совместно с листом N5

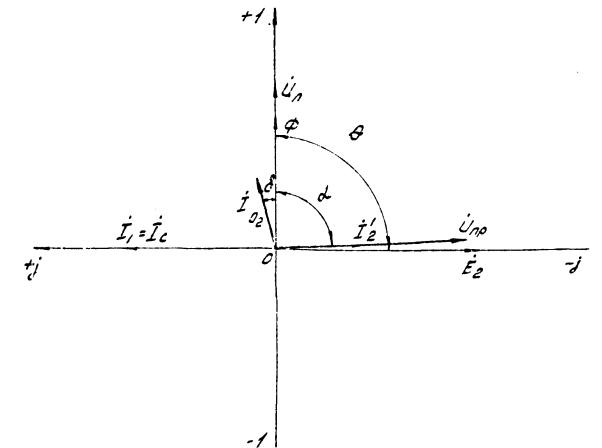
III 407-0-164 ЭП			
Схемы и конструтивные чертежи устройств отбора напряжений.			
Нач.дат.	Горев	И.И.	И.И.
Нач.сост.	Эскиз	Гарн	И.И.
Рук.бр.	Гарн	Гарн	И.И.
Профес.	Гарн	Гарн	И.И.
Изж.хол.	Хричунов	Хричунов	И.И.
			Расчет параметров схемы отбора напряжения
			СЕМЕРГОССЕТЬПРОЕКТ
			Северо-Западное отделение
			Дизайн-центра
			Копирская фаб.
			Формат: А2

Альбом

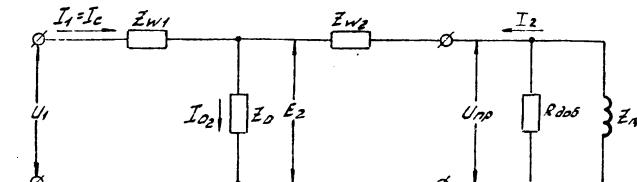
54

№ п/п	Наименование определляемых величин	Еди- ница измере- ния	Обозначение и формулы для расчета	Расчетные данные	
				I	III
1	2	3	4	5	
1	Потребляемый током приборов количества синхронизации тока $I_{\text{пр}} = 5 \text{ A}$ и мощность приборов $P_{\text{пр}} = 0.05 \text{ кВт}$ в сеть из изолированной нейтральной точки	А	$I_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{пр}}}{U_{\text{пр}}}$	5	0.05
	Напряжение, подавляемое на приборы синхронизации	В	$U_{\text{пр}}$	100	
	Ток, потребляемый приборами синхронизации при 100 В	А	$I_{\text{пр}} = \frac{5}{100}$	$\frac{4}{100} = 0.04$	
	Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$R_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}}$	$\frac{100}{0.04} = 2500$	
	Результатирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma} = R_{\Sigma} = \frac{U_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}}$	$\frac{100}{0.15} = 670$	
	Добавочное сопротивление, включаемое параллельно приборам синхронизации	Ом	$R_{\text{доб}}$	910	
2	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-20, соответствующий 100% варированию следующих сечений первичных обмоток (см. чертеж 1765 ГН-В-4)	А	$I_{\text{1ном}}$	$j0,13$	$j0,043$
	Вторичный ток, соответствующий напряжению 100 В на приборах синхронизации	А	$I_{\text{2ном}} = \frac{U_{\text{пр}}}{Z_{\Sigma}}$	$-j0,15$	
	Номинальный коэффициент трансформации	-	$\frac{I_{\text{1ном}}}{I_{\text{2ном}}} = \frac{I_{\text{1ном}}}{I_{\text{2ном}}}$	$\frac{j0,13}{j0,15} = \frac{j0,13}{j0,15}$	$\frac{j0,043}{j0,045} = 0,986 = 0,287$
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-20.	см <sup>2</sup>	$A_{\Phi}$	13,5	
3	Длина средней магнитной пинции	см	$l_{\text{сред}}$	$\sim 29$	
	Площадь окна сечения коробки обмоток.	см <sup>2</sup>	$A_B$	$\sim 19$	
	Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по мере	мм		ПЭЛШО-0,25	

	1	2	3	4	5
2	Сечение проводов обмоток по меди	Первичной Вторичной	мм <sup>2</sup>	$g_1 = g_2 = \frac{\pi d^2}{4}$	0,049 0,049
	Число витков обмоток трансформатора.	Первичной Вторичной	вн. ток	$W_1$	1850 1850
	Средняя длина витка обмотки	Первичной Вторичной	м	$W_2$	$1600 + 2 \cdot 5\%$
	Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной Вторичной	Ом	$E_{10}$ $E_{20}$	0,19 0,265
	ЭДС вторичной обмотки трансформатора			$Z_{W_1} R_{W_1} = W_1 \cdot E_{10}$ $Z_{W_2} R_{W_2} = W_2 \cdot E_{20}$	437 89
	Индукция в стали трансформатора			$I_1 \cdot \Phi$	-j 114
	Удельная магнитодвижущая сила	А/см		$B = E_2 \cdot \frac{45 \cdot 10^4}{0 \cdot W_2}$	2372
	Ток намагничивания трансформатора, отнесенный к вторичной обмотке.	А		$I_{02} = \frac{(I_0 W_1)_{\text{факт}}}{W_2}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$
	Угол потерь магнитопровода трансформатора при $(I_0 \omega)_{\text{факт}}$	град		$\psi$	15
	Угол между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки.	град		$B = 90 - \psi$	$90 - 0 = 90$
3	Угол между напряжением линии и напряжением синхронизирующей обмотки трансформатора	град		$\delta = 45 - \psi$	15
	Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А		$I_{02} = \frac{I_{02} \cdot \cos \delta}{\sin \delta} = \frac{I_{02}}{\sin \delta}$	$5,2 \cdot 10^{-3} \cdot j 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 38 \cdot 10^{-3} j$
	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)	А		$\dot{I}_2' = \frac{\dot{I}_1}{\sin \delta} + \dot{I}_{02}$	$5,2 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,149 = 0,149 \cdot j 5,88$
	Напряжение на приборах синхронизации	В		$U_{102} = \dot{I}_2' \cdot Z_{\Sigma}$	$(5,2 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,149) \cdot 670 = 3,48 - j 39,83 = 99,9 \cdot e^{-j 88}$
4	Угол между напряжением линии и напряжением синхронизирующей обмотки	град		$d$	88
	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	Время на нагрузку	В	$ U_1  = j \frac{\dot{E}_2 + \dot{I}_2 \cdot Z_{\Sigma}}{j \omega}$	132 338
		при закороченном в первичной обмотке	В	$ U_1  = j \frac{\dot{I}_2 \cdot Z_{\Sigma} + j I_{02}}{j \omega}$	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

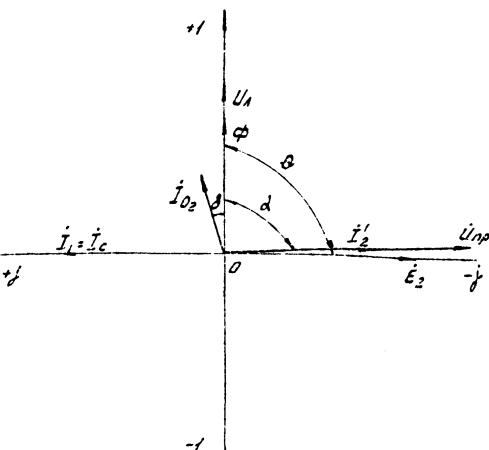
			ТП	407-0-164	ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.					
Ноч. отвд	Город	И.Г.	Стадия	Леса	Листов
ГИП	ЭКСИМ	Р.Г.Г.		Р	10
Рук. со	ГЕФОН	Р.Г.Г.Г.	Расчет параллельных скважин отбора напряжения для синхронизации при конденсаторах связи СНР-445		
Проверка	ГЕФОН	Р.Г.Г.	ЭНЕРГОДЕТЬ ПРОЕКТ Санкт-Петербург Заводское отделение Генеральный		
Инициалы Любимчикова	Б.Г.Р.	Р.Г.Г.	Формат А2		
Контроль: <u>Любимчиков</u>					

Наименование определяемых величин		Единица измерения для расчета	Обозначения и формулы для расчета	Расчетные данные
1	2	3	4	5
1	Параметры приводов конденсаторов синхронизаций (ШСН-3-514-5 с приводом дистанционного зонда и дистанционные элементы, включенные в схему)	ВА	$S_{\text{пр}}$	4
2	Напряжение, подаваемое на приводы синхронизаций	В	$U_{\text{пр}}$	100
3	Ток, потребляемый приводами синхронизаций при 100 В	А	$I_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{пр}}}{U_{\text{пр}}} = \frac{4}{100} = 0,04$	
4	Сопротивление приводов синхронизаций	Ом	$Z_{\text{пр}} = R_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}} = \frac{100}{0,04} = 2500$	
5	Результатирующее сопротивление нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma} = R_{\Sigma} = R_{\text{доп}} / R_{\text{пр}} = \frac{100}{0,04} = 1335$	
6	Дополнительное сопротивление, включенное параллельно приводам синхронизаций	Ом	$R_{\text{доп}}$	2860
7	Номинальный первичный ток трансформатора отбора ТОН-201, соответствующий двум вариантам соединения секции первичной обмотки (см. чертеж 1766 ГН-7-4)	А	$I_{1 \text{nom}}$	$j0,13$ $j0,043$
8	Вторичный ток, соответствующий напряжению 100 В на приводах синхронизаций	А	$I_{2 \text{nom}} = \frac{U_{\text{пр}}}{Z_{\Sigma}}$	$-j0,075$
9	Номинальный коэффициент трансформации	-	$\frac{I_{1 \text{nom}}}{I_{2 \text{nom}}} = \frac{0,13}{0,075} = 1,73$	$\frac{0,043}{0,075} = 0,573$
10	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-201	см <sup>2</sup>	$Q_{\phi}$	13,5
11	Длина средней магнитной линии	см	$l_{\text{ср}}$	$\sim 29$
12	Площадь окна сечения корпуса обмоток	см <sup>2</sup>	$Q_{\phi}$	$\sim 19$
13	Марка и диаметр провода обмоток трансформатора по НСБ	мм	Первичной Вторичной	ПЭЛШО - 0,25 ПЭЛШО - 0,25

## Примечание:

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

1	2	3	4		5	
			Первичной обмоткой	Вторичной обмоткой	Первичной	Вторичной
1	Параметры трансформатора отбора ТОН-201	Сечение провода	$q_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$	$q_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$	4	0,049
2		Число витков обмоток трансформатора	$W_1$	$W_2$	1850	3 x 1850
3		Средняя длина витка обмотки	Первичной	Вторичной	$2(1600 \pm 2 \times 5\%)$	
4		Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной	Вторичной	$Z_{W_1} = R_{W_1} = 918$	48,5 437
5		ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В		$E_2 = I_2(Z_{\Sigma} + Z_{W_2}) = -j9075(1335 + 355) = -j127$	
6		Индукция в стали трансформатора	Б		$B = E_2 \cdot \frac{45 \cdot 10^4}{Q \cdot W_2} = 127 \cdot \frac{45 \cdot 10^4}{13,5 \cdot 3200} = 1325$	
7		Удельная износостойкость силы	А/ч		$(I_0 \cdot W)_{\text{уд}}$	0,22
8		Ток намагничивания трансформатора, отнесенный ко вторичной обмотке	А		$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W)_{\text{уд}}}{W_2} = \frac{0,22 \cdot 29}{3200} = 2 \cdot 10^{-3}$	
9		Часть потерь магнитопровода трансформатора при $(I_{1 \text{nom}} \cdot W)_{\text{уд}}$	Град		$\gamma = 90 - 4 = 86$	17
10		Часть между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	Град		$\delta = 90 - 4 = 86 - 45 \cdot \text{ctg} \varphi = 90 - 0 = 90$	
11		Часть между напряжением линии и напряжением синхрономагнитного трансформатора	Град		$\delta = 4 + \varphi$	17
12		Ток намагничивания трансформатора (вектор)	А		$I_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta} = I_{02} \cdot (\cos \delta + j \sin \delta) = 1,91 \cdot 10^{-3} + j 0,58 \cdot 10^{-3}$	
13		Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)	А		$I_2' = \frac{j}{\pi r_{\text{ном}}} \cdot I_{02} = 1,91 \cdot 10^{-3} j 0,074 = 0,074 e^{j88,5}$	
14		Напряжение на приводах синхронизаций	В		$U_{\text{пр}} = I_2' \cdot Z_{\Sigma} = (1,91 \cdot 10^{-3} j 0,074) \cdot 1335 = 2,54 - j 98,8 = 98,9 e^{-j88,5}$	
		Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В		$ U_1  = \frac{U_{\text{пр}}}{\pi r_{\text{ном}}} = 80$	240
		Приложенный напряжение на второй обмотке	В		$ U_2  = \frac{U_{\text{пр}}}{\pi r_{\text{ном}}} = 22$	66



Векторная диаграмма трансформатора отбора напряжения ТОН-201 для питания приводов синхронизаций.

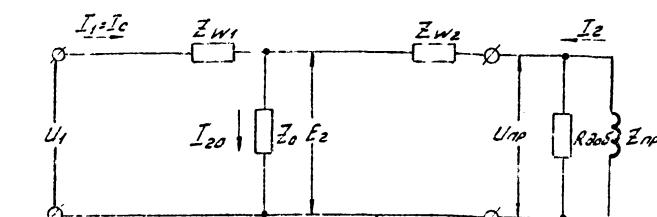


Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-201.

Смотреть совместно с листом №4

ТП 407-0-164			
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора напряжения.			
Ном. отп.	Горев №-1	11.91	Стр. лист листов
ГИП	Эскиз	11.92	Р 11
Рук. гр.	Гофман Григорьев	11.93	ЭНЕРГОСЕТЬ ПРОЕКТ
Пов.гр.	Гофман Григорьев	11.94	Сборка запасных запасные
Инженер	Хрипунова Галина	11.95	Листы
Расчет параметров схемы отбора напряжения для синхронизаций от конденсаторов связи схемы СМР-110/13			
Копировал: Дубров			
Формат А2			

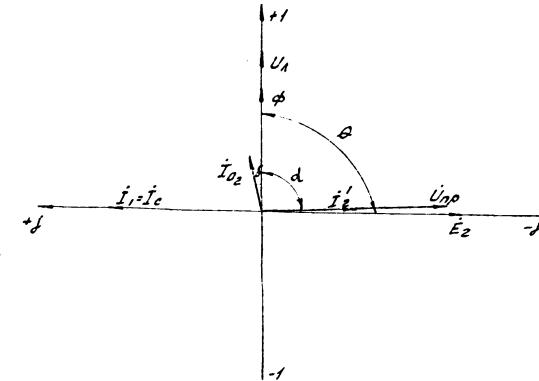
Альбом. II

№ п/п	Наименование определеняемых величин	Еди- ница измер- ения	Обозначения и формулы для расчета		Расчетные данные
			1	2	
1	Мощность, потребляемая приборами синхронизации, та- кже с дополнительными приборами в схеме	Вт	50	50	4
	Напряжение, подаваемое на приборы синхронизации	В	100	100	
	Ток, потребляемый прибора- ми синхронизации при 100 В	А	$I_{\text{пр}} = \frac{50}{100} = 0,5$	$\frac{0,5}{100} = 0,005$	
	Сопротивление приборов синхронизации	Ом	$R_{\text{пр}} = \frac{100}{0,5} = 200$	$\frac{100}{0,005} = 20000$	
	Результатирующее сопротивле- ние нагрузки	Ом	$Z_{\Sigma} = R_{\Sigma} = \frac{100}{0,005} = 20000$	$\frac{100}{0,015} = 6666,67$	$\frac{100}{0,015} = 6666,67$
	Добавочное сопротивление, включенное параллельно приборам синхронизации	Ом	$R_{\text{доб}} = R_{\Sigma} = 20000$	$910$	$2880$
	Напряжение первичной по- лярности трансформатора отбора на- прижения ТОН-202	А	$I_{1\text{ном}} = 1$	$\sqrt{0,42}$	$\sqrt{0,42}$
	Напряжение вторичной ток трансформатора отбора на- прижения ТОН-202, соответствую- щий двум вариантом свободных сессий вторич- ной обмотки (см. чертеж 17667н-3-5)	А	$I_{2\text{ном}} = 1$	$-j0,15$	$-j0,015$
	Напряжение коэффициента трансформации	-	$\frac{I_{1\text{ном}}}{I_{2\text{ном}}} = \frac{1}{1}$	$\frac{0,42}{0,15} = 2,8$	$\frac{0,42}{0,015} = 28$
	Сечение ферромагнитной части магнитопровода трансформатора ТОН-202	см <sup>2</sup>	Q <sub>Ф</sub>	13,5	
2	Длина средней магнит- ной линии	см	$l_{\text{ср}}$	$l_{\text{ср}} \approx 29$	
	Площадь акта сечения каркаса обмоток	см <sup>2</sup>	Q <sub>Б</sub>	~19	
	Марка и диаметр проводов обмоток трансформатора по меди	мм	—	—	ПЭАЗШ-0,25
	Первичной вторичной	мм	—	—	ПЭАЗШ-0,25

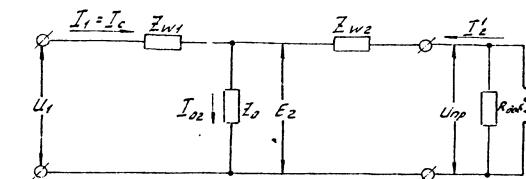
### Примечание:

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

1		2		3		4		5	
2 Гарантия производителя отбора 10/12/2024	Сечение провода обмоток по меди	Первичной вторичной	амп	$I_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}$				0,204	
	Число витков обмоток трансформатора	Первичной вторичной	вит.	$I_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$				0,049	
	Средняя длина витка обмотки	Первичной вторичной	м	$l_{1cp}$				580	
	Сопротивление обмоток трансформатора	Первичной вторичной	ом	$l_{2cp}$			$1670 \times 2 \times 5\%$	$2 \times (1600 \times 2 \times 5\%)$	
	3 ЭДС вторичной обмотки трансформатора	В		$Z_{w2} \cdot R_{w2} \cdot l_{2cp}$				6,17	
	4 Индукция в стали трансформатора	Гцс		$Z_{w1} \cdot R_{w1} \cdot l_{1cp}$				0,23	
	5 Удельная магнитодвижущая сила	%		$Z_{w2} \cdot R_{w2} \cdot l_{2cp}$		75		300	
	6 Ток магнитоподвижной обмотки	А		$I_{02} = \frac{(I_0 \cdot W)_{cp}}{W_2}$		$(\frac{I_0 \cdot 15}{1600}) \cdot (670 + 75) =$	$(\frac{I_0 \cdot 0,75}{1600}) \cdot (735 + 300) =$		
	7 Узел потерь магнитоподвижной обмотки	град				$= \frac{1}{2} 111,5$	$= \frac{1}{2} 122,6$		
	8 Узел между напряжением линии и ЭДС вторичной обмотки	град							
9	Узел между напряжением линии и током магнитоподвижной обмотки	град							
10	Ток напряжения трансформатора (вектор)	А		$I_{02} = I_{02} \cdot e^{j\delta}$		$543 \cdot 10^{-3} \cdot [\cos 58,5 \cdot \sin 58,5]$	$0,229$		
11	Вторичный ток трансформатора отбора (вектор)	А		$I_2' = \frac{I_1}{\pi \cdot \rho \cdot \lambda_{max}}$		$= 528 \cdot 10^{-3} \cdot j 1,19 \cdot 10^{-3}$	$= 1,91 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,539 \cdot 10$		
12	Напряжение на приборах синхронизации	В		$U_{np} = \frac{I_1}{Z_1} \cdot Z_2$		$5,28 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,149 \cdot 670 =$	$1,91 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,374 \cdot 670 =$		
13	Узел между напряжением линии и напряжением синхронского	град				$= 3,54 \cdot j 39,83 - 3,37 \cdot j 140$	$= (1,41 \cdot 10^{-3} \cdot j 0,374) \cdot 670 =$		
14	Напряжение на первичной стороне трансформатора отбора	В	в режиме нагрузки	$ U_1  / \frac{I_1}{Z_1} \cdot \frac{I_2 \cdot Z_2}{\pi \cdot \rho \cdot \lambda_{max}}$		43		25	
			в режиме отбора	$ U_1  / \frac{I_1}{Z_1} \cdot \frac{I_2 \cdot Z_2}{\pi \cdot \rho \cdot \lambda_{max}}$		7,5		7,5	



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



## Схема замещения трансформатора отбора напряжения ТОН-202

Смотреть совместно с листом №5

			ТП 407-0-164	ЭП
Схемы и конструктивные чертежи устройств отбора нагреваемых				
н/ак.н/р.	Гард	д/с	Стадия	н/акт
ГИП	Эссеи	д/с	Р	12
Рук.нр.	Гард	д/с	Расчет пароотводящих систем отбора нагреваемых для синхронизации тепловых отборов связи СМР-165/13	
Проверка	Гард	д/с	ЭНЕРГОСЕТЬ ПРОЕКТ Северо-Западное отделение г. Петрозаводск	
Инженер	Хорунженко	д/с	Копировал: <u>Ильин</u> Фотоцвет А2	

M 1: 20

