

**Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение
«Комсомольский-на-Амуре судомеханический техникум
имени Героя Советского Союза В.В Орехова»**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
_____/ Н.Н. Абраменко
« ____ » _____ 2016г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

МДК 02.01 Организация и технология проверки электрооборудования

Профессионального модуля ПМ.02 «Проверка и наладка
электрооборудования»

Профессия/специальность 140446.03 Электромонтер по ремонту и
обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Для группы ЭМ – 1/14

Преподаватель Е.А. Смишко

Рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии профессионального цикла
электротехнических профессий

Протокол № 1 « 12 » сентября 2016 год

Председатель комиссии _____ Е. А. Смишко

г. Комсомольск-на-Амуре

2016 г.

Оглавление

Тема 1 Проверка и наладка электрических сетей и кабельных линий	2
Практическая работа 1 Тема «Исследование влияния условий прокладки силовых кабелей»	2
Практическая работа 2 Тема «Определение потерь в экранах силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена».....	4
Практическая работа 3 Тема «Определение электрических характеристик силовых кабелей»	8
Тема 2 Проверка и наладка пускорегулирующей аппаратуры.....	12
Практическая работа 4 Тема «Исследование электромагнитного реле постоянного тока».....	12
Практическая работа 5 Тема «Исследование электромагнитного пускателя»	16
Практическая работа 6 Тема «Исследование полупроводникового реле времени»	18
Практическая работа 7 Тема «Изучение теплового реле»	21
Практическая работа 8 Тема «Исследование электромагнитного контактора переменного тока»..	23
Практическая работа 9 Тема «Исследование электромагнитного реле тока»	26
Тема 3 Проверка и наладка электрических машин.....	28
Практическая работа 10 Тема «Снятие электромеханической характеристики $p=f(I)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»	28
Практическая работа 11 Тема «Снятие электромеханической характеристики $p=\Gamma(I)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»	30
Практическая работа 12 Тема «Определение механической характеристики $p=\Gamma(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»	32
Тема 4 Проверка и наладка силовых трансформаторов.....	33
Практическая работа 13 Тема «Диагностика и испытания трансформаторов находящихся в эксплуатации»	33
Тема 5 Проверка и наладка распределительных устройств.....	41
Практическая работа 14 Тема «Изучение камеры одностороннего обслуживания сЭЩ-66 (к-66)» .	41
Практическая работа 15 Тема «Изучение камеры одностороннего обслуживания СЭЩ-59».....	57
Практическая работа 16 Изучение камеры одностороннего обслуживания КСО с вакуумным выключателем (схема214131).....	63

Тема 1 Проверка и наладка электрических сетей и кабельных линий

Практическая работа 1 Тема «Исследование влияния условий прокладки силовых кабелей»

Источник <http://lms.tpu.ru/course/>

Задание

1. Ознакомиться с физической природой процессов теплообмена в силовых кабелях.
2. Ознакомиться с программой выполнения лабораторной работы. Выполнить работу согласно программе для заданного типа кабеля (марки, сечение ТПЖ и экрана).
3. Внести начальные данные в табл. 1.

4. Результаты измерений скопировать и занести (с шагом по времени 5 мин) в табл. 2.
5. Построить кривые нагрева – графические зависимости изменения температуры для различных элементов кабеля (ТПЖ, изоляция, оболочка).
6. Оценить величину термических сопротивлений элементов кабеля и окружающей среды. Результаты занести в табл. 3.
7. Объяснить полученные зависимости.
8. Ответить на контрольные вопросы.

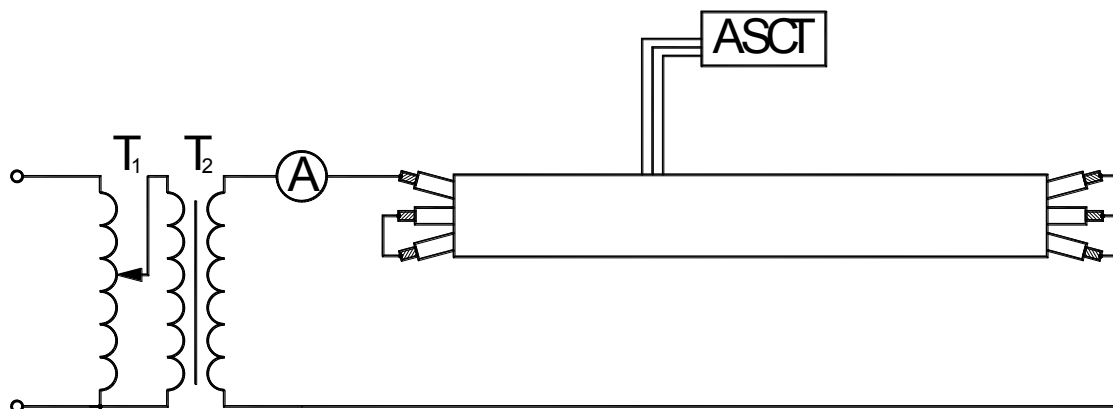


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Таблица 1

Начальные данные

№ п/п	Образец		Геометрические размеры		I_{\max}, A
	№	Марка кабеля	Сечение ТПЖ, мм ²	Сечение экрана, мм ²	
	1				
	2				
	...				

Расчётные формулы

Уравнение теплового баланса для стационарного режима

$$\frac{\Delta t_1}{\Sigma S} = n \cdot I^2 \cdot R_{\text{ТПЖ}_0} \cdot (1 + T_{kr} \cdot \Delta t) \quad (1)$$

где n – количество жил в кабеле; I – величина тока, А; $R_{\text{ТПЖ}_0}$ – электрическое сопротивление ТПЖ на постоянном токе при температуре 20 °С, Ом; T_{kr} – температурный коэффициент электрического сопротивления ТПЖ, 1/°С; $\Delta t = t_{\text{ТПЖ}} - 20$, °С; $t_{\text{ТПЖ}}$ – температура ТПЖ, °С; Δt_1 – перегрев жилы относительно окружающей среды ($\Delta t_1 = t_{\text{ТПЖ}} - t_0$), °С; ΣS – полное термическое сопротивление ($\Sigma S = S_k + S_{oc}$), $\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}}{\text{Вт}}$; S_k, S_{oc} – термические сопротивления кабеля и окружающей среды соответственно, $\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}}{\text{Вт}}$.

Таблица 2

Результаты эксперимента

№ п/п	τ , мин	Температура элементов кабеля, °С		
		ТПЖ	Изоляция	Оболочка
	5			
	10			
	15			
	20			

	...		
--	-----	--	--

Графические зависимости

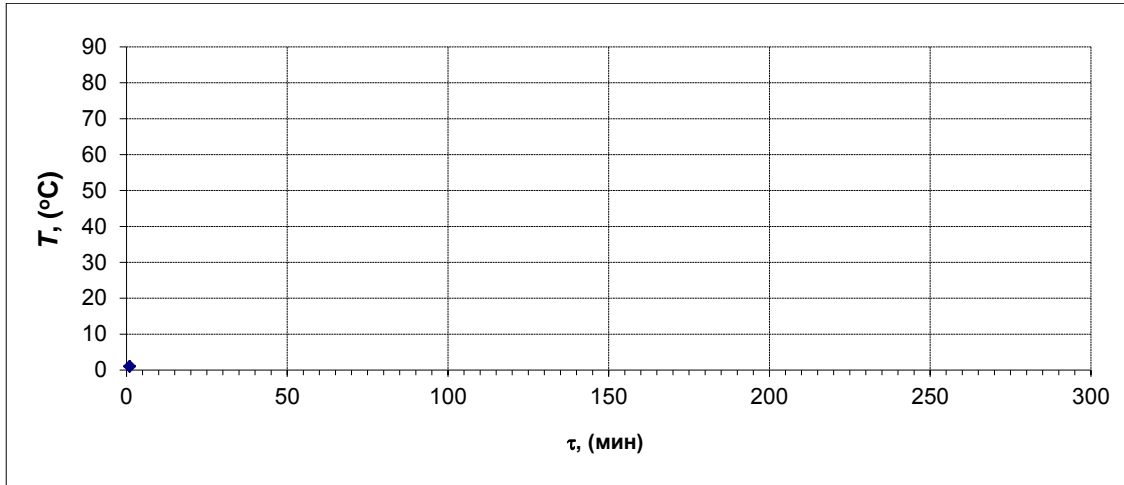


Рис. 2. Кривые нагрева элементов кабеля

Таблица 3

Результаты расчетов

№ п/п	Марка кабеля	Тепловые сопротивления $\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}}{\text{Вт}}$			Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$
		ТПЖ	Изоляция	Оболочка	

Анализ полученных результатов

Контрольные вопросы

1. Назовите виды теплообмена.
2. Что характеризуют удельные тепловые и тепловые сопротивления кабеля?

Практическая работа 2 Тема «Определение потерь в экранах силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена»

ЗАДАНИЕ

1. Ознакомиться с физическими процессами появления продольных индукционных токов в металлических экранах силовых кабелей и их математическим описанием.

2. Ознакомиться с конструкцией кабелей, определить их марки, S_H , U_H .

3. Ознакомиться с программой выполнения лабораторной работы. Выполнить работу согласно программе для заданного типа кабеля (марки, сечения ТПЖ и экрана). В работе рассматриваются два типа расположения фаз кабелей: треугольником и в плоскости. При прокладке в плоскости рассматриваются четыре варианта расстояния между центрами ТПЖ ($s_1 = D_K$, $s_2 = 2 \cdot D_K$, $s_3 = 3 \cdot D_K$, $s_4 = 4 \cdot D_K$).

4. Найти в справочнике радиальные размеры элементов кабелей (жилы, изоляции, сердечника, радиус под оболочкой) либо использовать размеры, указанные в лабораторной работе.

5. Внести начальные данные в табл. 1.

6. По выражениям (1) определить токи в экранах при известных токовых нагрузках по фазам (прокладка треугольником и в плоскости для случая расстояния между центрами ТПЖ равного D_K).

7. По выражениям (2, 3) определить коэффициенты потерь в экране для всех случаев прокладки.

8. Результаты занести в табл. 4.

9. Построить зависимость $I_{\text{Э}} = f(s)$ для прокладки в плоскости. На графике пунктирной линией указать уровень значения тока в экране для прокладки треугольником.

10. Выполнить анализ полученных результатов.

Таблица 1

Начальные данные

Наименование		Параметр
Марка кабеля		
Сечение, мм ²	ТПЖ	
	Экран	
Длина кабеля, м		
Температура окружающей среды, °С		
Радиус ТПЖ, мм		
Радиус по изоляции, мм		
Радиус по проволочному экрану, мм		
Расстояние между центрами ТПЖ, мм	треугольник	плоскость

ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ

Таблица 2

Комплексные сопротивления

Собственное сопротивление жилы, Ом	$Z_{\text{Ж}} = R_{\text{З}} + R_{\text{Ж}} + j \cdot \omega \cdot L_{\text{Ж}}$
Собственное сопротивление экрана, Ом	$Z_{\text{Э}} = R_{\text{З}} + R_{\text{Э}} + j \cdot \omega \cdot L_{\text{Э}}$
Взаимное сопротивление между жилой и экраном одного и того же кабеля, Ом	$Z_{\text{ЖЭ}} = R_{\text{З}} + j \cdot \omega \cdot M_{\text{ЖЭ}}$
Взаимное сопротивление жилы (экрана) и соседнего кабеля, Ом	$Z_{\text{К}} = R_{\text{З}} + j \cdot \omega \cdot M_{\text{К}}$

В табл. 2 $R_{\text{З}}, R_{\text{Ж}}, R_{\text{Э}}$ – соответственно активные сопротивления земли, жилы, экрана; $L_{\text{Э}}, L_{\text{Ж}}$ – собственные индуктивности экрана, жилы; $M_{\text{ЖЭ}}, M_{\text{К}}$ – взаимная индуктивность жилы и экрана одного и того же кабеля, взаимная индуктивность двух соседних кабелей; $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Таблица 3

Основные электрические параметры

Параметр	Упрощенное расчетное выражение
Активное сопротивление ТПЖ, Ом/м	$R_{\text{Ж}}^* = \rho_{\text{Ж}} \cdot \frac{1}{S_{\text{Ж}}}$
Активное сопротивление экрана, Ом/м	$R_{\text{Э}}^* = \rho_{\text{Э}} \cdot \frac{1}{S_{\text{Э}}}$

Активное сопротивление грунта, Ом/м	$R_3^* = \frac{\pi}{4} \cdot f \cdot \mu_0$
Собственная индуктивность ТПЖ, Гн/м	$L_{Ж}^* = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{D_3}{r_1}\right)$
Собственная индуктивность экрана, Гн/м	$L_{Э}^* = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{D_3}{r_2}\right)$
Взаимная индуктивность между ТПЖ (экраном) и соседним кабелем	$M_K^* = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{D_3}{s}\right)$
Взаимная индуктивность между ТПЖ и экраном одного и того же кабеля	$M_{ЖЭ}^* = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{D_3}{r_2}\right)$

В табл. 3 $S_{Ж}, S_{Э}$ – сечение ТПЖ и экрана; $\rho_{Ж}, \rho_{Э}$ – удельное электрическое сопротивление материала ТПЖ и экрана; D_3 – эквивалентная глубина, протекания тока в земле; μ_0 – магнитная постоянная, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$, Гн/м; r_2 – внутренний радиус экрана; s – расстояние между центрами ТПЖ соседних фаз.

Токи в экранах

$$\begin{aligned}
 I_{ЭА} &= -\frac{Z_{ЖЭ}^* - Z_K^*}{Z_{Э}^* - Z_K^*} \cdot I_{ЖА}; \\
 I_{ЭВ} &= -\frac{Z_{ЖЭ}^* - Z_K^*}{Z_{Э}^* - Z_K^*} \cdot I_{ЖВ}; \\
 I_{ЭС} &= -\frac{Z_{ЖЭ}^* - Z_K^*}{Z_{Э}^* - Z_K^*} \cdot I_{ЖС},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $I_{ЭА}, I_{ЭВ}, I_{ЭС}$ – токи в экранах фаз «А», «В», «С»; $I_{ЖА}, I_{ЖВ}, I_{ЖС}$ – токи в ТПЖ фаз «А», «В», «С».

Коэффициент потерь мощности в экранах кабеля

Экспериментальная оценка коэффициента потерь в проволочных экранах:

$$y_{Э} = \left(\frac{I_{Э}}{I_{Ж}}\right)^2 \cdot \frac{\rho_{Э}}{\rho_{Ж}} \cdot \frac{S_{Ж}}{S_{Э}}. \tag{2}$$

Теоретическое расчетное выражение:

$$y_{Э} = \frac{R_{Э}}{R_{Ж}} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{R_{Э}}{X}\right)^2}. \tag{3}$$

$$X = \omega \cdot L_K \cdot \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot s}{d_{Э}}\right). \tag{4}$$

где X – индуктивное сопротивление; $d_{Э}$ – средний диаметр экрана.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таблица 4

Результаты измерений и расчетов

ПРОКЛАДКА ТРЕУГОЛЬНИКОМ						
Ток ТПЖ, А		Ток в экране, А			Коэффициент потерь в экране	
					у _Э	
$I_{ЖА}$		$I_{ЭА}$	эксперимент	расчет	эксперимент	расчет
$I_{ЖВ}$		$I_{ЭВ}$				
$I_{ЖС}$		$I_{ЭС}$				
ПРОКЛАДКА В ПЛОСКОСТИ						
Ток ТПЖ, А		Ток в экране, А			Коэффициент потерь в экране	
					у _Э	
$I_{ЖА}$		расстояние между центрами ТПЖ, S_1				
		$I_{ЭА}$			эксперимент	расчет
		$I_{ЭВ}$				
		$I_{ЭС}$				
		расстояние между центрами ТПЖ, S_2				
$I_{ЭА}$			эксперимент	расчет		
$I_{ЖВ}$		$I_{ЭВ}$				
$I_{ЖС}$		$I_{ЭС}$				
		расстояние между центрами ТПЖ, S_3				
		$I_{ЭА}$			эксперимент	расчет
		$I_{ЭВ}$				
		$I_{ЭС}$				
		расстояние между центрами ТПЖ, S_4				
		$I_{ЭА}$			эксперимент	расчет
		$I_{ЭВ}$				
$I_{ЭС}$						

ПРИМЕР РАСЧЕТА

ПРОКЛАДКА ТРЕУГОЛЬНИКОМ

1. Расчет тока в экране фазы «А»
2. Определение коэффициента потерь в экране

«Эксперимент»:

«Теория»:

ПРОКЛАДКА В ПЛОСКОСТИ

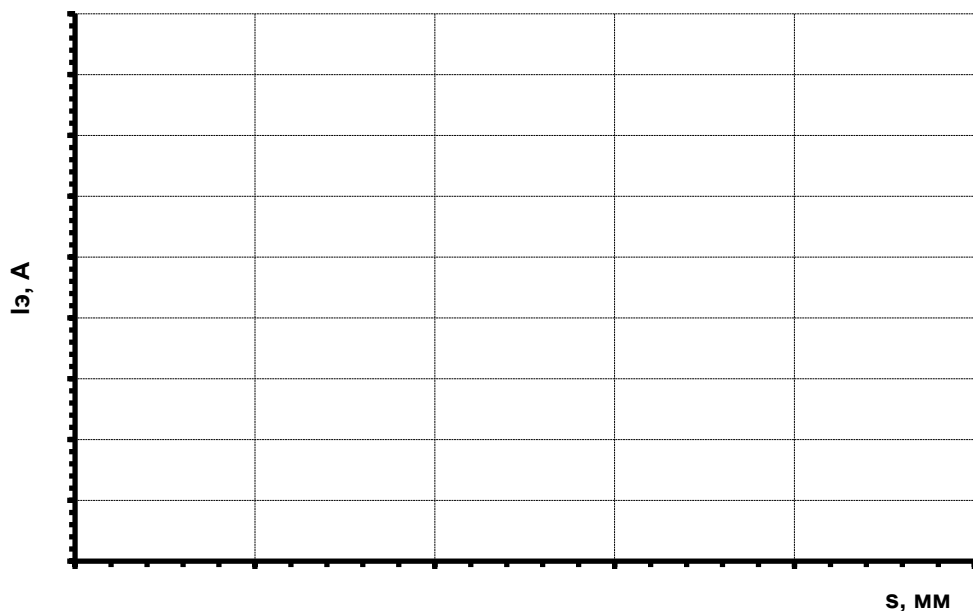
3. Расчет тока в экране фазы «А» (расстояние между центрами ТПЖ, s_1)

4. Определение коэффициента потерь в экране (расстояние между центрами ТПЖ, s_1)

«Эксперимент»:

«Теория»:

Построить графическую зависимость $I_{\Delta} = f(s)$



АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как оценить величину потерь в металлическом проволочном экране СПЭ кабеля?
2. При каком способе заземления экранов возникают продольные индукционные токи в них и почему?
3. Способы снижения потерь в экранах силовых кабелей СПЭ?
4. Как влияет расстояние между центрами ТПЖ силовых кабелей при прокладке в плоскости?

Практическая работа 3 Тема «Определение электрических характеристик силовых кабелей»

Задание

1. Ознакомиться с конструкцией кабелей, определить их марки, S_n , U_n . В работе рассматриваются кабели СПЭ, три варианта конструкций (одножильный кабель с проволочным экраном, трехжильный с общим проволочным экраном, трехжильный без проволочного экрана).
2. Ознакомиться с программой выполнения лабораторной работы. Выполнить работу согласно программе для заданного типа кабеля (марки, сечения ТПЖ и экрана, длины).
3. Найти в справочнике радиальные размеры элементов кабелей (жилы, изоляции, сердечника, радиус под оболочкой) либо использовать, указанные в лабораторной работе.
4. Внести начальные данные в табл. 1 для каждого рассматриваемого кабеля.
5. Теоретически рассчитать по формулам (1–8) $R_{из}$ и C_p .
6. Определить $R_{из}$ и C_p на единице длины кабеля (при 20 °С для $R_{из}$) и сравнить с расчетными значениями (п. 5) и требованиями ГОСТ.
7. Результаты занести в табл. 2.
8. Выполнить анализ полученных результатов.

Таблица 1

Начальные данные

Наименование	Параметр	
Марка кабеля		
Сечение, мм ²	ТПЖ	
	Экран	
Длина кабеля, м		
Температура окружающей среды, °С		
Радиус по изоляции, мм		
Радиус ТПЖ, мм		
Расстояние между центрами ТПЖ, мм		
Радиус по скрутке по поверхностям ТПЖ, мм		

Расчётные формулы**Электрическое сопротивление изоляции**

1. Одножильный кабель:

$$R_{из_20} = \frac{\rho_V}{2 \cdot \pi \cdot l_{каб}} \cdot \ln \left(\frac{R_{изэ}}{R_{ТПЖ}} \right), \text{ Ом.} \quad (1)$$

На длине $l_{каб} = 1 \text{ км}$

$$R_{из_20} = \frac{\rho_V \cdot 10^{-9}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{R_{изэ}}{R_{ТПЖ}} \right), \text{ МОм/км,} \quad (2)$$

где ρ_V – удельное электрическое сопротивление материала изоляции ТПЖ при 20 °С, Ом·м; $R_{изэ}$ – радиус по изоляции, мм; $R_{ТПЖ}$ – радиус ТПЖ, мм; $l_{каб}$ – длина кабеля, м.

2. Трехжильный кабель с круглыми жилами:

$$R_{из_20} = \frac{\rho_V}{2 \cdot \pi \cdot l_{каб}} \cdot \ln \left[\frac{3a^2}{R_{ТПЖ}^2} \frac{(R^2 - a^2)^3}{R^6 - a^6} \right], \text{ Ом} \quad (3)$$

На длине $l_{каб} = 1 \text{ км}$

$$R_{\text{из}_20} = \frac{\rho_V \cdot 10^{-9}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left[\frac{3a^2}{R_{\text{ТПЖ}}^2} \cdot \frac{(R^2 - a^2)^3}{R^6 - a^6} \right], \text{ МОм/км}, \quad (4)$$

где a – расстояние между центрами ТПЖ, мм; R – радиус по скрутке по поверхностям ТПЖ, мм.

Электрическая ёмкость кабеля

1. Одножильный кабель или ёмкость одной жилы многожильного кабеля с отдельно экранированными жилами:

$$C_p = \frac{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{каб}} \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0}{\ln \left(\frac{R_{\text{изэ}}}{R_{\text{ТПЖ}}} \right)}, \text{ Ф}. \quad (5)$$

На длине $l_{\text{каб}} = 1 \text{ м}$

$$C_p = \frac{\varepsilon \cdot 10^{-9}}{18 \cdot \ln \left(\frac{R_{\text{изэ}}}{R_{\text{ТПЖ}}} \right)}, \text{ Ф/м}, \quad (6)$$

где ε – относительная диэлектрическая проницаемость изоляции.

2. Величина рабочей ёмкости (C_p) трехжильного кабеля с круглыми жилами, т.е. ёмкость одной фазы относительно двух других соединенных с заземленной оболочкой:

$$C_p = \frac{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{каб}} \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0}{\ln \left[\frac{3a^2}{d^2} \cdot \frac{(D^2 - a^2)^3}{D^6 - a^6} \right]}, \text{ Ф}. \quad (7)$$

На длине $l_{\text{каб}} = 1 \text{ м}$

$$C_p = \frac{\varepsilon \cdot 10^{-9}}{18 \ln \left[\frac{3a^2}{d^2} \cdot \frac{(D^2 - a^2)^3}{D^6 - a^6} \right]}, \text{ Ф/м}, \quad (8)$$

где D – диаметр по скрутке по поверхностям ТПЖ, мм; d – диаметр ТПЖ, мм.

Пересчет измеренных значений ёмкости и сопротивления на единицу длины (для $R_{\text{из}}$ также пересчет на 20 °С):

$$C_{p-1} = \frac{C_{p-\text{изм}}}{l_{\text{каб}}} \quad (9)$$

где $C_{p-\text{изм}}$ – рабочая ёмкость кабеля, определенная по результатам измерений, Ф; C_{p-1} – рабочая ёмкость кабеля на длине 1 м, $l_{\text{каб}}$ – длина кабеля, м.

$$R_{\text{из}_20} = R_{\text{из}_t} \cdot K \quad (10)$$

$$R_{\text{из}_1} = R_{\text{из}_20} \cdot l_{\text{каб}} \quad (11)$$

где K – температурный коэффициент; $R_{из_20}$ – электрическое сопротивление изоляции, определенное по результатам измерений, МОм; $R_{из_1}$ – электрическое сопротивление изоляции на длине 1 км, $l_{каб}$ – длина кабеля, км.

Результаты

Таблица 2

Результаты измерений и расчетов

Марка кабеля				
Расчетные данные				
$R_{из_20}$, МОм		C_p , пФ		
Результаты измерения				
$R_{из_t}$, МОм	C_I , пФ	C_{II} , пФ	C_{III} , пФ	C_p , пФ
Приведенные значения на единицу длины				
$R_{из_1}$, МОм/км		C_{p_1} , пФ/м		

Пример расчета

Расчет рабочей ёмкости кабеля:

1. Одножильный

2. Трёхжильный

Пересчет измеренных значений ёмкости и сопротивления на единицу длины:

1. Одножильный

$$C_{p_1} = \frac{C_{p_изм}}{l_{каб}} =$$

$$R_{из_20} = R_{из_t} \cdot K =$$

$$R_{из_1} = R_{из_20} \cdot l_{каб} =$$

2. Трёхжильный

$$C_{p_1} = \frac{C_{p_изм}}{l_{каб}} =$$

$$R_{из_20} = R_{из_t} \cdot K =$$

$$R_{\text{из}_1} = R_{\text{из}_20} \cdot l_{\text{каб}} =$$

Анализ полученных результатов

Контрольные вопросы

1. Что такое рабочая ёмкость кабеля?
2. От каких параметров кабеля зависят сопротивление изоляции и ёмкость кабеля?
3. Что такое частичная ёмкость кабеля?
4. На каком напряжении выполняется измерение сопротивления изоляции кабеля и почему?

Тема 2 Проверка и наладка пускорегулирующей аппаратуры

Источник <http://www.studmed.ru/>

Практическая работа 4 Тема «Исследование электромагнитного реле постоянного тока»

Общие сведения

Реле называется устройство, в котором при определенном значении входного сигнала выходной сигнал скачкообразно принимает конечное число значений. Реле имеют широкое применение в системах автоматики, так как с их помощью можно:

- а) управлять большими мощностями на выходах посредством входных электрических сигналов сравнительно малой мощности;
- б) выполнять логические операции;
- в) создавать многофункциональные релейные устройства;
- г) осуществлять коммутацию электрических цепей;
- д) фиксировать отклонение контролируемого параметра от заданного уровня;
- е) выполнять функции запоминающего элемента и т. д.

Реле классифицируются по различным признакам: по виду физических величин, на которые они реагируют; по выполняемым функциям в системе управления и назначению.

По назначению и функциям, выполняемым в системах управления, различают реле защиты, управления и контроля. В конструкциях реле имеются воспринимающие органы, реагирующие на внешние воздействия, коммутирующие (исполнительные) органы, осуществляющие передачу воздействия от реле в управление цепи, промежуточные органы, перерабатывающие и передающие воздействия от воспринимающих органов к коммутирующим органам. Все эти органы могут быть явно выраженными или объединенными друг с другом. Широкое распространение в устройствах автоматики получили электромагнитные реле благодаря высоким коммутационным свойствам, сравнительно высокой надежности, возможности одновременного переключения большого числа цепей, многообразию конструктивных форм и другим свойствам. Принцип действия электромагнитных реле основан на взаимодействии ферромагнитного якоря с магнитным полем обмотки, обтекаемой током. Воспринимающим органом реле является обмотка с магнитопроводом, коммутирующим органом – контакты; промежуточный орган образуется неподвижной частью и пружинами (возвратными, контактными).

Основными характеристиками и параметрами реле являются:

- 1) параметры срабатывания $X_{\text{ср}}$ – значение входной величины (рис.1), при достижении которой выходная величина изменяется скачком от 0 до Y_{max} (якорь притягивается);

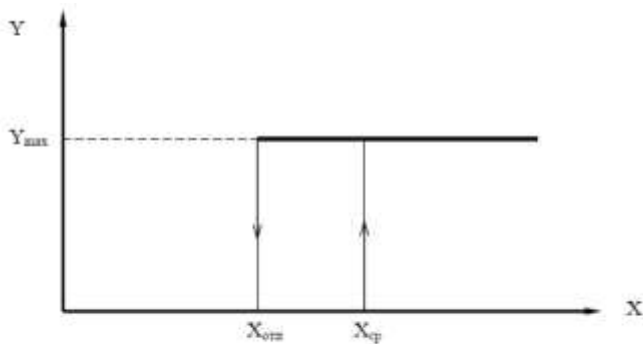


Рис.1 Параметры срабатывания контактного реле

2) параметр отпускания $X_{отп}$ – значение входной величины (рис. 1), при достижении которой в процессе последующего изменения X происходит скачок выходной величины от Y_{max} до 0 (якорь отпадает);

3) коэффициент возврата $K_{в}$ элемента релейного действия:

$$K_{\dot{A}} = \frac{X_{\dot{O}\dot{I}}}{X_{\dot{N}\dot{D}}} < 1$$

Коэффициент возврата определяет ширину петли релейной характеристики;

4) коэффициент запаса $K_{з}$ при срабатывании:

$$K_{\zeta} = \frac{X_{MAX}}{X_{CP}}$$

5) коэффициент управления $K_{у}$:

$$K_{\dot{O}} = \frac{Y_{MAX}}{X_{CP}}$$

6) время срабатывания – интервал времени с момента подачи рабочего напряжения на обмотку (в цепь питания) до первого замыкания любого замыкающего или размыкания любого размыкающего контакта, или до первого замыкания разомкнутой цепи любого переключающего контакта при срабатывании реле или до включения или выключения выходной цепи реле. По времени срабатывания различают нормальные ($t_{cp} = 50-150$ мс), быстродействующие ($t_{cp} < 50$ мс), замедленные ($t_{cp} = 0,15-1$ с) реле и реле времени ($t_{cp} > 1$ с);

Электромагнитные реле постоянного тока выполняются с внешним притягивающимся якорем (рис. 2) и с втягивающимся якорем (рис. 3).

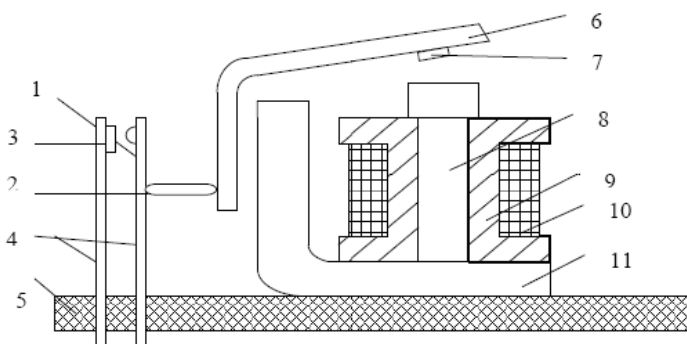


Рис. 2 Реле постоянного тока с внешним притягивающимся якорем

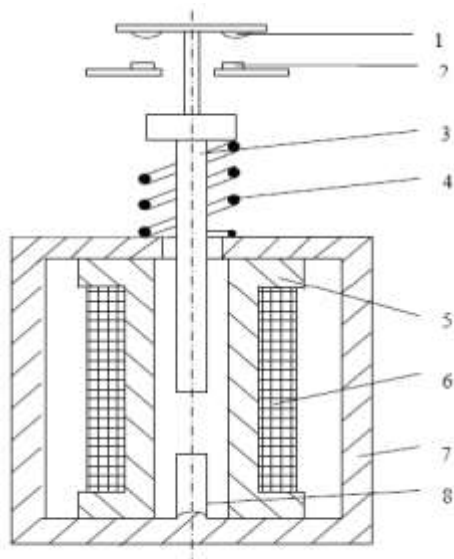


Рис. 3 Реле постоянного тока с внешним втягивающимся якорем

Реле с внешним притягивающимся якорем представляет собой электромагнитный механизм и ряд контактных групп, установленных на одном основании 5 (рис. 2). Магнитопровод реле состоит из ярма 11, сердечника 8 и якоря 6, выполненных из магнитомягкой стали. На сердечнике помещается каркас 9 с одной или несколькими обмотками 10.

При протекании по обмотке электрического тока, якорь притягивается к сердечнику. Движение якоря через непроводящий штифт передаётся на одну из контактных пружин и, в результате чего происходит замыкание подвижного 1 и неподвижного 2 контактов. Возврат якоря в исходное положение после обесточивания обмоток осуществляется при помощи штифта 7. В реле с втягивающимся якорем (рис. 3) магнитопровод состоит из ярма 7, неподвижного сердечника 8 и якоря 3. Внутри ярма помещается катушка 5 с обмоткой 6. В исходном положении якорь удерживается пружиной 4. При срабатывании реле происходит замыкание подвижных 1 и неподвижных 2 контактов.

Переходные процессы в реле постоянного тока складываются из нескольких этапов и представляют собой совокупность электромагнитного переходного процесса составления тока и магнитного потока с механическим переходным процессом движения якоря. В соответствии с этим, в осциллограммах нарастания и спада тока при включении или отключении реле (рис. 4) можно различить три периода. Первый период – нарастание тока в катушке при неподвижном ягоре (участок 0 – 1 на осциллограмме). В этот период тяговое усилие, развивается электромагнитным реле меньше суммарного противодействующего усилия. В точке 1 тяговое усилие начинает превышать противодействующее усилие, и якорь приходит в движение. При этом в катушке реле возникает электродвижущая сила, обусловленная движением якоря и действующая навстречу приложенному напряжению. Вследствие этого, ток во второй период (участок 1 – 2) замедляет свое нарастание и даже несколько спадает. В точке 2 якорь прекращает движение и притягивается к сердечнику. В третий период (участок 2 – 3) происходит дальнейшее нарастание тока в катушке при неподвижном ягоре.

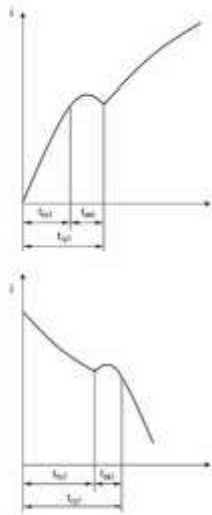


Рис. 4 осциллограммы нарастания и спада тока при включении или отключении реле

Промежуток времени от момента появления импульса до момента полного срабатывания реле называется временем срабатывания $t_{ср}$. Оно складывается из времени трогания $t_{тр}$ и времени движения $t_{дв}$ подвижных частей реле до момента воздействия на исполнительный орган. Время переходного процесса зависит от величины активного и индуктивного сопротивления катушки, от усилий противодействующих пружин, от величины остаточного воздушного зазора при притянута якоря и наличии короткозамкнутых контуров.

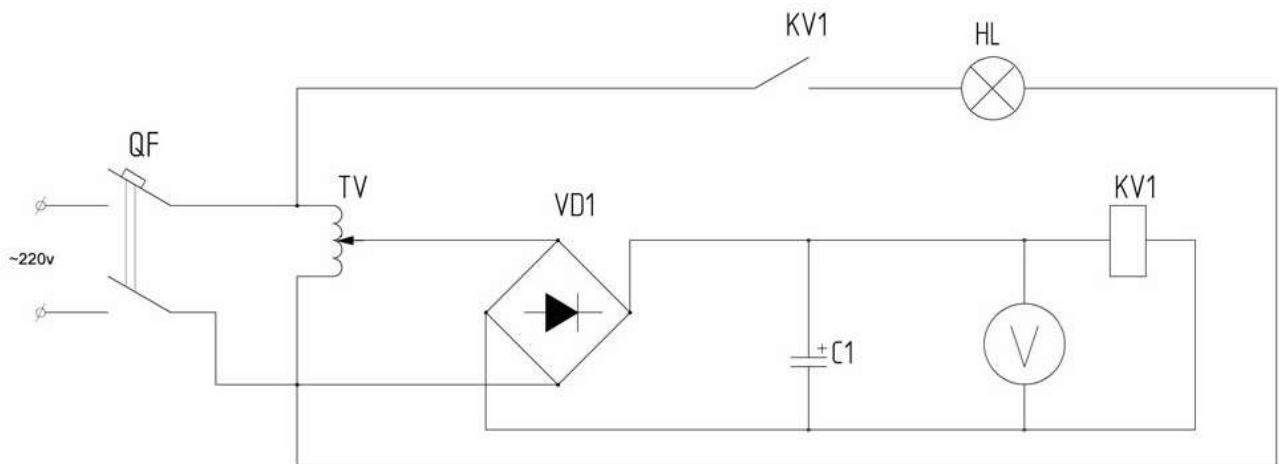


Рис. 5 Схема включения реле

Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд представляет собой панель, на которой смонтированы электромагнитное реле постоянного тока типа РПН, а также соответствующие измерительные приборы, потенциометры, переключатели и контролируемые устройства-лампочки ЛС. Питание стенда осуществляется постоянным напряжением 220 В при помощи автомата.

Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с конструкцией реле постоянного тока.
2. Перейти в раздел лаборатория
3. Убедиться, что ручка регулятора ЛАТР находится в крайнем левом положении.
4. Подать питание на стенд 220 В включив автомат «ввод» при этом должна загореться сигнальная красная сигнальная лампа
5. Плавно вращая ручку реостата ЛАТР довести значение напряжения до срабатывания реле, при срабатывании загорится сигнальная лампа на передней панели.
6. записать показания приборов в таблицу 2
7. плавно уменьшая напряжение на реле выключить его
8. при выключении реле показания приборов занести в таблицу

таблица 2 Результаты исследования

Напряжение срабатывания	ток	Напряжение отпускания
70.18	0.57	XXXXXX
XXXXXX	0.27	37.28

По результатам таблицы 2 построить характеристику

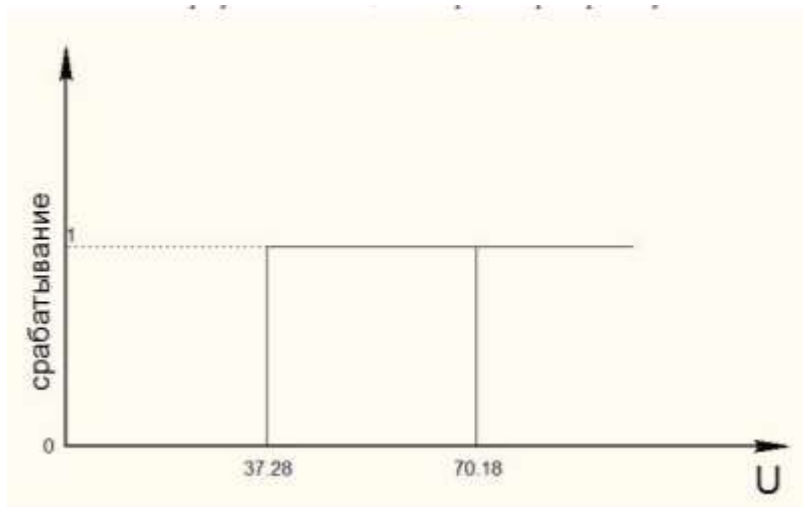


Таблица 3 Результат исследования реле

Тип реле	Напряжение срабатывания	Напряжение отпускания	Коэффициент возврата
РПН	70.18	37.28	0,53

Сделать таблицу 3 отчета по исследованию данного реле коэффициент возврата K_v элемента релейного действия:

$$K_{\hat{A}} = \frac{X_{\hat{I}0\hat{I}}}{X_{\hat{N}D}} < 1$$

9. Сделать вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение электрического реле.
2. Опишите конструкцию электромагнитного реле.
3. Объясните принцип действия электромагнитного реле.
4. Опишите работу реле напряжения.
5. Опишите работу реле максимального тока.
6. В чем отличие электромагнитных реле переменного тока от реле постоянного тока?
7. Что называется временем срабатывания и временем отключения реле?
8. Что называется коэффициентом возврата, от каких параметров релеон зависит?
9. Назовите причины вибрации контактов электромагнитного реле.
10. Объясните вид характеристики управления электромагнитного реле.

Практическая работа 5 Тема «Исследование электромагнитного пускателя»

Общие сведения

Магнитный пускатель является распространенным пусковым аппаратом в электроустановках и предназначен преимущественно для дистанционного управления электродвигателем с короткозамкнутым ротором.

Магнитный пускатель представляет собой комплексное устройство, состоящее из трехполюсного контактора переменного тока, двух тепловых реле (в некоторых типах пускателей они

отсутствуют) и кнопок управления (пуск, стоп). Существуют пускатели реверсивные и нереверсивные. Реверсивные пускатели имеют два контактора, механически заблокированных для исключения одновременного включения. К магнитным пускателям предъявляются высокие требования в отношении износоустойчивости, коммутационной способности, четкости срабатывания, надежной защиты двигателя от перегрузок, минимального потребления мощности. Отметим следующие особенности работы магнитных пускателей. При включении асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором пусковой ток достигает 6-7 кратного значения номинального тока двигателя. При таких токах, даже незначительная вибрация контактов быстро выводит их из строя. С этой целью подвижные части и контакты магнитных пускателей делаются легче, уменьшают их скорость, увеличивают нажатие.

В настоящее время выпускаются десятки типов магнитных пускателей: ПМЕ, МПКО, ПП-100, ПА, ПМ и другие.

В данной работе исследуется пускатель серии ПА третьей величины нереверсивный. Магнитные пускатели этой серии предназначены для дистанционного управления трехфазными асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором мощностью до 75 кВт на напряжение 500 В при 50 Гц. И допускают не более 600 включений в час при ПВ – 40%.

Номинальное напряжение катушки управления 120В ток 1А.

Пускатели серии ПА различаются:

- 1) По величинам (габаритам) I, II, III, IV, V, VI, предназначенные для различных диапазонов мощности управляемых двигателей;
- 2) По роду защиты от окружающей среды: открытые, защищенные и пылезащищенные;
- 3) По возможности реверсирования;
- 4) По наличию или отсутствию тепловой защиты;
- 5) По количеству и виду блок-контактов.

Конструкция магнитных пускателей серии ПА следующая. Магнитная система Ш-образного типа располагается на плече в 2,5-3 раза большем, чем плечо контактной системы. Этим достигается повышенное нажатие на контактах и малая скорость в момент их соприкосновения, что в сочетании с другими мероприятиями уменьшает вибрацию и повышает электрическую износоустойчивость контактов. Сердечник амортизирован резиновым упором. Короткозамкнутый виток из алюминия запрессован в стержень сердечника. Токоввод осуществляется с двух сторон (сверху – ввод, снизу – вывод).

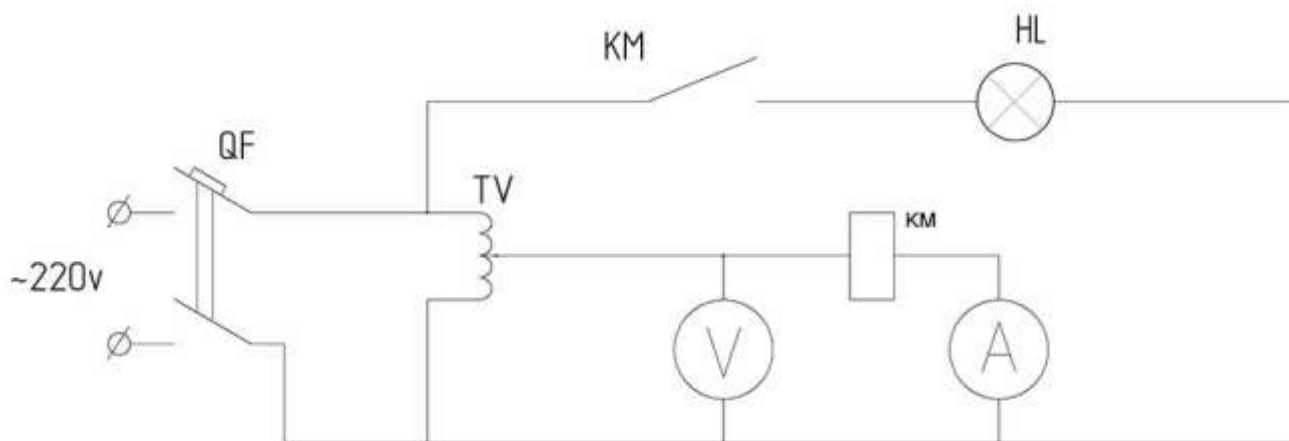


Рис.1 Схема включения магнитного пускателя

Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд представляет собой панель, на которой смонтированы магнитный пускатель, а также соответствующие измерительные приборы, потенциометры, переключатели и контролируемые устройства-лампочки ЛС, сигнализатор срабатывания пускателя. Питание стенда осуществляется постоянным напряжением 220 В при помощи автомата.

Порядок проведения лабораторной работы

1. Для испытания магнитного пускателя необходимо включить автомат.

2. Положение ползунка ЛАТР поставить в положение обеспечивающее минимальное напряжение на выходе.
3. Плавно вращая ручку ЛАТР увеличивать напряжение на катушки магнитного пускателя и в момент включения замерить ток пускателя и напряжение включения.
4. Увеличить напряжение до номинального.
5. При номинальном напряжении замерить рабочий ток и рассчитать потребляемую мощность $P = U \cdot I$

Затем, плавно уменьшая напряжение замерить напряжение отпускания. Повторить опыт 3 раза и показания занести в таблицу 4.

Таблица 4 Результаты исследования

Уср В			
Uотп В			

По средним значениям определить коэффициент возврата

6. Сделать вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Назначение контакторов и магнитных пускателей.
2. Конструкции контакторов и магнитных пускателей.
3. Что такое «провал» контактов?
4. Назначение контактной пружины?
5. Назначение короткозамкнутого витка?
6. Главные отличительные особенности контакторов переменного и постоянного токов?
7. Назначение дугогасительной камеры?

Практическая работа 6 Тема «Исследование полупроводникового реле времени»

Общие сведения

Реле времени представляет собой устройство, предназначенное для получения заданной выдержки времени при включении или отключении электрических цепей. Выдержка времени этих реле зависит от изменения какого-либо параметра управляемого процесса, поэтому реле времени являются важнейшим элементом в различных системах автоматики.

В зависимости от назначения реле к ним предъявляются свои специфические требования, которые, естественно, накладывают отпечаток на принцип действия реле и его конструкцию.

В современной технике широко используются реле времени с электромагнитным замедлением, реле с механическим замедлением, электронное реле времени. В настоящее время отечественная промышленность выпускает большое число модификаций реле с электромагнитным замедлением, выполненных на базе электромагнитов постоянного тока. Эти реле выполняются с магнитопроводами клапанного либо втяжного типа. Реле клапанного типа является более дешевым и технологичным. Так как надежность, и получаемы характеристики обеих реле примерна одинаковы, поэтому наибольшее распространение получило реле клапанного типа. Время срабатывания таких реле состоит из двух составляющих

$$t_{\text{ср}} = t_{\text{ТР}} + t_{\text{ДВ}}$$

Где $t_{\text{ТР}}$ – время трогания при срабатывании, $t_{\text{ДВ}}$ – время движения якоря при срабатывании. Временем трогания при срабатывании называется промежуток времени от момента включения напряжения на обмотку реле до начала движения якоря. За это время ток в катушке реле изменяется от нуля до значения, при котором создается электромагнитное тяговое усилие, способное преодолеть усилие противодействующей пружины. За время движения принимается промежуток времени от начала движения якоря до замыкания контактов. После замыкания

контактов якорь может продолжать движение, преодолевая сопротивление контактных пружин. Время отпускания электромагнитного реле, т.е. время с момента выключения реле до размыкания его контактов, также содержит две составляющие.

$$t_{\text{от}} = t_{\text{от}} + t_{\text{от}}$$

Для срабатывания электромагнитного реле необходимо наличие определенного магнитного потока, значение которого достигается не сразу в момент включения или выключения обмотки реле, а через определенное время. Замедляя нарастание или спадание магнитного потока, можно регулировать время срабатывания реле. Эти задачи могут быть решены не только схемными, но и конструктивными методами.

Во втором случае, кроме основной обмотки, на сердечнике магнитной системы размещается короткозамкнутый контур в виде медной гильзы или медных колец. При подаче напряжения в рабочую обмотку реле в сердечнике магнитопровода возникает магнитный поток. Изменение магнитного потока по амплитуде влечет за собой появление в короткозамкнутом контуре противо-ЭДС. Под её действием в контуре протекает ток, препятствующий нарастанию возбуждающего его магнитного потока. Этот метод магнитного демпфирования позволяет при включении получить выдержку порядка 0,1-0,5 сек. Большие задержки времени получить трудно, так как нарастание магнитного потока в этом случае происходит при большом зазоре между якорем и сердечником. Малая индуктивность системы при отпущенном якорю определяет относительно быстрый рост магнитного потока. Применение магнитного демпфирования для замедления отпускания реле является более удобной задачей. Спад магнитного потока происходит при малом рабочем воздушном зазоре, т.е. при относительно большой индуктивности системы. Использование короткозамкнутого контура позволяет в этом случае получить выдержку от 0,2 до 10 сек. Регулирование времени срабатывания реле осуществляется изменением толщины немагнитной прокладки между якорем и сердечником (изменением величины остаточного воздушного зазора - грубая регулировка) или изменением натяжения противодействующей пружины (точная регулировка).

Как отмечалось выше, магнитная система реле по конструктивному решению и характеру движения якоря бывает преимущественно клапанного П-образного типа с внешним поворачивающимся на призмах якорем.

Электронные реле времени обладают высокой чувствительностью. Благодаря простоте изготовления, дешевизне, возможности получения большой частоты включений и высокой износоустойчивости эти реле получили очень широкое распространение. При сравнительно простых средствах электронные реле времени позволяют получить большой диапазон выдержек времени (от 10⁻³ – до десятков секунд), кроме того, имеется возможность плавно регулировать выдержку времени. Наиболее широкое применение электронное реле находит в системах пуска и управления электрических машин.

Принцип работы электронного реле основан на использовании инерционности заряда конденсатора через сопротивление, причем постоянная времени цепи и определяет время выдержки. Изменение выдержки времени может осуществляться изменением зарядного сопротивления или изменением зарядного напряжения, причем использование второго метода ограничено из-за малого диапазона регулирования.

Реле времени ЭВ-237 широко применяется в различных схемах защиты и автоматики в качестве вспомогательного элемента для получения регулируемой замедленной передачи импульса от управляющего органа. Катушка реле не должна длительно находиться под током.

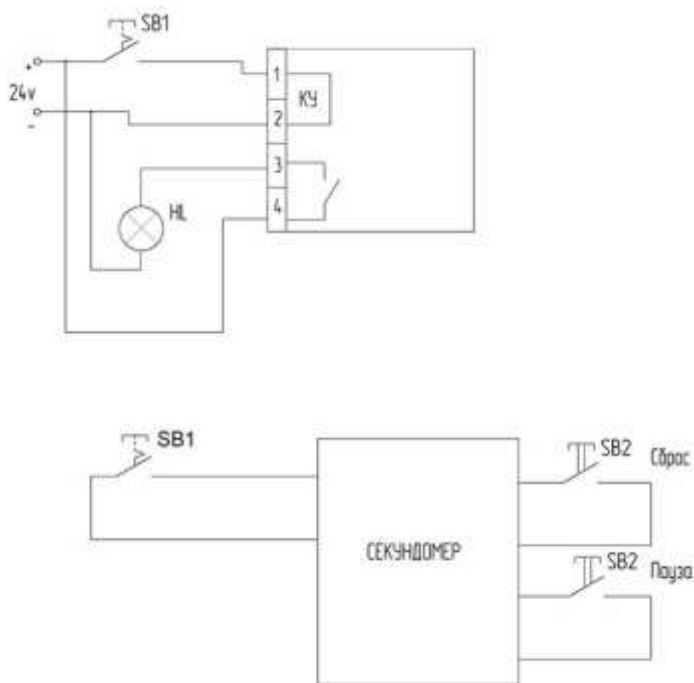


Рис. 2 Схема работы реле времени

Описание лабораторного стенда

Лабораторный стенд представляет собой панель, на которой смонтированы реле времени типа ЕЛ12, а также соответствующие измерительные приборы, потенциометры, переключатели и контролируемые устройства-лампочки ЛС, сигнализатор срабатывания реле, секундомер. Питание стенда осуществляется постоянным напряжением 220 В при помощи автомата.

Порядок проведения лабораторной работы

1. После включения стенда необходимо обнулить показания секундомера кнопкой «Сброс». Схема готова к пуску.
2. Установить время срабатывания реле при помощи уставки расположенной на верхней части реле (кликнуть по корпусу исследуемого реле).
3. Включить реле кнопкой «Включить реле» проверить работоспособность реле, наблюдая за индикаторами.
4. Включить реле кнопкой «Включить реле вместе с секундомером» секундомер начнет отсчет времени по окончании выдержки времени остановить секундомер нажатием на кнопку «Пауза» показания занести в таблицу.
5. Обнулить показания секундомера.
6. Провести опыт с разными выдержками времени реле результаты измерений занести в таблицу 5:

Таблица 5

Уставка времени туст, С					
Время срабатывания tср, С					
Погрешность срабатывания Δt, С					
Относительная погрешность δt, %					

$$\Delta_t = \left| t_{\text{ON}} - t_{\text{ND}} \right| \cdot \tilde{N}$$

Рассчитать относительную погрешность по формуле:

$$\delta_t = \frac{\Delta t}{t_{\text{ON}}} \cdot 100, \%$$

Определить среднюю относительную погрешность по формуле:

$$\bar{\delta}_t = \frac{\sum \delta_t}{n}, \%$$

где n – число измерений.

7. Сделать вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение полупроводникового реле времени.
2. Опишите конструкцию полупроводникового реле времени.
3. Объясните принцип действия полупроводникового реле времени.
4. Что называется временем срабатывания и временем отключения реле?
5. Что называется коэффициентом возврата, от каких параметров реле он зависит?
6. Назовите причины вибрации контактов электромагнитного реле.
7. Объясните вид характеристики управления электромагнитного реле

Практическая работа 7 Тема «Изучение теплового реле»

Цель работы: ознакомление с конструкцией и принципом действия теплового реле, снятие защитных характеристик теплового реле.

Приборы и оборудование

Электротепловое реле серии РТЛ-1004, $I_n = 0,5$ А, с пределом регулирования тока уставки $I_y = 0,38, 0,65$ А.

Электросекундомер типа ПВ-53.

Вольтметр Э 531, $U_n = 1,5, 7,5$ В.

Амперметр АСТ, $I_n = 1,2$ А.

Теоретические сведения

Долговечность электрического оборудования и электродвигателей в значительной степени зависит от перегрузок, которым они подвергаются во время работы.

Для защиты асинхронных двигателей от длительных перегрузок широкое распространение получили тепловые реле с биметаллическими элементами, состоящие из двух пластин с различным коэффициентом линейного расширения α при нагревании. Пластины жестко сцепляются друг с другом путем проката в горячем состоянии, либо контактной сваркой.

В тепловых реле используют биметаллические элементы из таких материалов, как инвар, имеющий малое значение α , и хромоникелевая сталь, имеющая большое значение α .

Если биметаллический элемент закрепить с одной стороны и нагреть, то он изгибается в сторону материала с меньшим коэффициентом линейного расширения. Это явление используется в тепловых реле. Изгибаясь, биметаллическая пластина действует на защелку и происходит переключение контактов реле. В схемах защиты электродвигателей используются замыкающие контакты, действующие на сигнал, или размыкающие контакты, действующие на отключение электрического двигателя от сети.

Нагрев биметаллического элемента происходит за счет тепла, выделяемого током нагрузки в самой пластине или в специальном нагревательном элементе. Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания t_{cp} от тока нагрузки I , которая называется защитной характеристикой $t_{cp} = f(I)$. Из-за инерционности теплового процесса тепловые реле, имеющие биметаллический элемент, непригодны для защиты цепей от токов коротких замыканий. Нагревательные элементы в данном случае могут перегореть до срабатывания реле. Поэтому защита тепловыми реле должна быть дополнена плавкими предохранителями или автоматическими выключателями.

Промышленность выпускает тепловые реле однополюсные серии ТРП, двухполюсные серии ТРН и трехполюсные серии РТЛ, РТТ.

Тепловые реле серии РТЛ выпускаются в расчете на ток уставки в диапазоне $0,1, 200$ А.

Устанавливаются они самостоятельно и в комплекте с магнитными пускателями серии ПМЛ и

имеют выводы для присоединения к пускателю, обозначенные 1Л1, 3Л2, 5Л3 и клеммные зажимы 2С1, 4С2, 6С3 для подключения асинхронных электродвигателей.

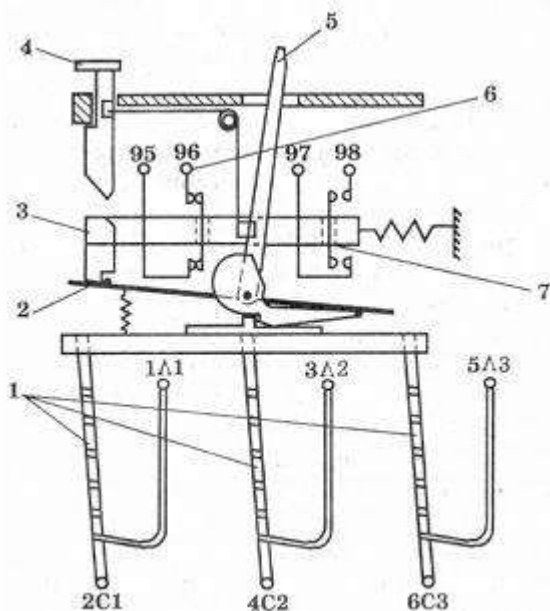


Рис. 3.1. Схема электротеплового реле РТЛ

На рис. 3.1 представлена схема электротеплового реле РТЛ, где 1 – термобиметаллические элементы, установленные в каждой фазе;

2 – пружина-защелка; 3 – устройство возврата контактов; 4 – кнопка ручного возврата подвижных контактов; 5 – регулятор уставок тока; 6 – неподвижные контакты; 7 – подвижные контакты. Выводы 1Л1, 3Л2, 5Л3 подключаются к пускателю, а выводы 2С1; 4С2; 6С3 подключаются к двигателю.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией и принципом действия теплового реле серии РТЛ.
2. Собрать схему включения теплового реле и электросекундомера (рис. 3.2 а, б).

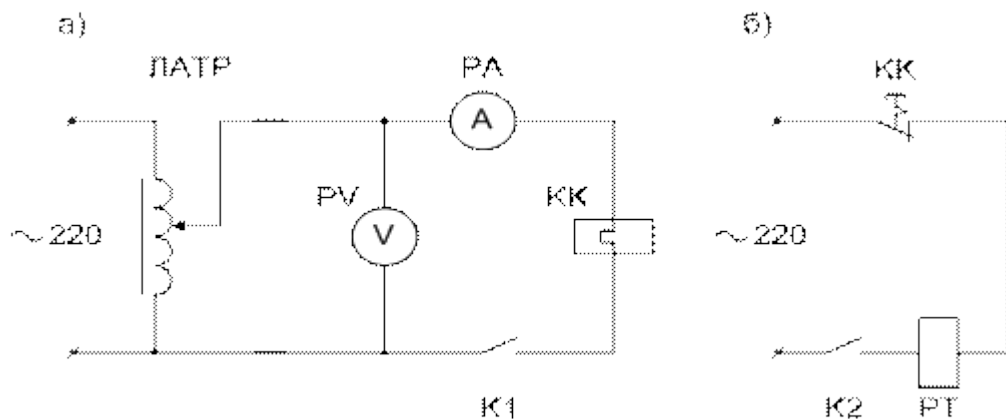


Рис. 3.2. Схема исследования теплового реле: а – включение реле; б – включение электросекундомера

3. На тепловом реле установить регулятором тока $I_{уст.} = 0,38 \text{ А}$.
4. Движок ЛАТР установить в нулевое положение.
5. При разомкнутом ключе К1 установить на вольтметре напряжение $U = 5,5 \text{ В}$.
6. Проверить работу электросекундомера, замкнув ключ К2. Обнулить секундомер, нажав рычаг.
7. Замкнуть одновременно К1, К2 и зафиксировать показание амперметра и электросекундомера. Результаты занести в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Результаты исследования

Номер опыта					
Ток срабатывания реле I, А					
Время срабатывания $t_{ср., c}$					

Кратность тока $I/I_{уст}$					
----------------------------	--	--	--	--	--

Внимание. Для полного охлаждения теплового реле между опытами делать перерыв 3-4 мин.

8. Для всех последующих опытов регулятором установить напряжение 6 В–6,5 В–7 В–7,5 В, а результаты записать в табл. 3.1.

9. По данным эксперимента построить защитную характеристику $t_{ср.} = f(I)$ и сделать выводы.

Содержание отчета

Цель работы, электрическая схема исследования теплового реле, результаты экспериментальных исследований, эскиз кинематических связей подвижных элементов электротеплового реле, график зависимости времени срабатывания от тока $t_{ср.} = f(I)$, выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет тепловое реле в схемах электрических устройств?
2. Как устроен нагревательный элемент теплового реле?
3. Почему тепловые реле не применяются для защиты электрических цепей от токов КЗ?
4. Какие виды контактов имеет тепловое реле серии РТЛ?
5. Какой вид имеет защитная характеристика теплового реле?

Практическая работа 8 Тема «Исследование электромагнитного контактора переменного тока»

I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Практическое ознакомление с конструкцией и работой электромагнитного контактора переменного тока, овладение навыками экспериментального определения его основных характеристик.

II. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Контакторы переменного тока используются для коммутации силовых цепей переменного тока. Преимущественной областью их применения является пуск и остановка асинхронных двигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором.

Для контакторов переменного тока в полной мере верны рассмотренные в предыдущей работе определения зазора и провала контактов, начального и конечного контактных нажатий, напряжений втягивания и отпадания, собственных времен включения и отключения, механической и тяговой характеристик (а так же их вид и согласование).

Вместе с тем контакторам переменного тока присущи особенности конструктивного исполнения и функционирования электромагнитной и контактно-дугогасительной систем. Так, для уменьшения активных потерь от вихревых токов и гистерезиса магнитопровод электромагнитной системы выполняется шихтованным из тонких листов специальной электротехнической стали.

Как известно из теории, силы притяжения электромагнита переменного тока изменяется от 0 до максимума с двойной частотой относительно частоты тока в катушке. При этом возникает вибрация якоря, которая приводит к сильному шумовому эффекту, быстрому механическому износу магнитной системы и к дополнительным потерям. Для устранения вибрации якоря часть полюса электромагнита охватывают короткозамкнутым витком из проводникового материала (медь, латунь, алюминий). В этом случае магнитный поток, проходящий через охваченную витком часть полюса, не будет совпадать по фазе с потоком в неохваченной части полюса. Поэтому соответствующие этим потокам тяговые усилия будут достигать своего нулевого значения не одновременно и, следовательно, результирующая сила притяжения якоря электромагнита в любой момент времени будет отлична от нуля. В современных контакторах переменного тока применяется контактная система мостикового типа, обеспечивающая получение двойного разрыва цепи контактом. Благодаря этому в контакторах на номинальное напряжение до 380

В удаётся получить надежное гашение электрической дуги отключения в закрытых дугогасительных камерах без применения специальных дугогасительных устройств. Вместе с

тем, мостиковый контакт требует удвоенного контактного напряжения (так как удваивается число контактов).

Кроме того, отсутствие проскальзывания и переката у мостиковых контактов в процессе включения - отключения исключает применение в них медных контактов. Поэтому контактные накладки контакторов переменного тока выполняются из серебросодержащих контактных материалов, не требующих самозачистки в процессе включения - отключения.

III. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В данной работе исследуется контактор переменного тока типа КМ-2332 на номинальный ток 50А и номинальное напряжение 380В. Включающая катушка электромагнита контактора имеет номинальное напряжение 220 В. Конструктивная схема контактора представлена на рис.5. Основными его элементами являются главные контакты, электромагнитный привод и дугогасительная камера.

Главные контакты (неподвижные 2 и подвижный 3) размещаются в закрытой дугогасительной камере, состоящей из крышки 1 и основания 12. Для создания контактного натяжения служит пружина 4. Главные контакты 2 и 3 имеют контактные накладки, выполненные из металлокерамики марки КМК - А 10М (85%серебра и 15% окиси кадмия).

Электромагнитный привод состоит из Г - образного якоря 7 и Ш -образного сердечника 10 с включающей катушкой 5. Якорь 7 шарнирно связан со скобой 6, несущей изоляционную контактную рейку 11 с установленными на ней контактодержателями подвижных контактов. Подвижная система контактора удерживается в исходном положении возвратными пружинами 8.

Все перечисленные выше элементы контактора крепятся на основании 9.

Схема электрических соединений, используемая при исследовании контактора, приведена на рис.6. Катушка К контактора получает питание от сети переменного тока через регулируемый автотрансформатор Т. Измерение напряжения на катушке и тока ее цепи производится соответственно с помощью вольтметра и многопредельного амперметра (или, как изображено на рис.6 двумя амперметрами с разными пределами измерения).

IV. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1.Ознакомиться с лабораторной установкой и порядком включения средств измерений.
- 2.Записать технические и метрологические характеристики основного оборудования и средств измерений, используемых в работе.
3. С помощью линейки, укрепленной на основании контактора, измерить величины зазора и провала контактов. С помощью динамометра измерить начальное контактное натяжение на отдельном узле подвижного контакта, как это показано на рис.7 , где 1- мостиковый контакт, 2 - контактная пружина, 3- контактодержатель, 4 - нить, 5 - динамометр. Для этого между контактодержателем 3 и контактом 1, предварительно сжав пружину 2, прокладывают полосу тонкой бумаги и возвращают пружину 2 в исходное положение. Затем увеличивают постепенно натяжение динамометра до тех пор, пока не освободится бумага, и фиксируют показание динамометра.

Результаты измерений следует занести в таблицу по форме 5.

Форма 5

Зазор контактов, мм	Провал контактов, мм	Начальное натяжение контактов, Н

4. Определить механическую характеристику $F_{MEX} = f(\delta)$, т.е. зависимость противодействующих включению усилий F_{MEX} от величины рабочего зазора δ между якорем и сердечником электромагнита, отсчитанного по линейке, расположенной на основании контактора. Для этого усилие динамометра должно быть приложено к центру якоря и направлено вверх (например, через нить, охватывающую концы оси, связывающей скобу 6 с якорем 7). Постепенно увеличивая натяжение динамометра, следует зафиксировать его показания при различных значениях δ . При значении $\delta=4$ мм для построения вертикального

участка (скачка) механической характеристики (аналогично изображенному на рис.1) следует определить два значения противодействующей силы $F_{МЭХ}$: одно при соприкосновении контактов, а другое при наличии незначительного провала (не более 0,5 мм) контактов. Результаты измерений надо занести в таблицу по форме 6.

Форма 6

$\delta, \text{ мм}$	12	10	8	6	4	2	0
$F_{МЭХ}, \text{ Н}$							

5. Определение напряжений и токов втягивания и отпадания контактора. Для этого необходимо при разомкнутом выключателе S2 подать питание на схему включением выключателя S1. Затем, постепенно повышая напряжение автотрансформатором Т и периодически замыкая выключатель S2, следует определить то минимальное напряжение, при котором контактор четко включается. Это напряжение и является напряжением втягивания $U_{ВТ}$. Затем удерживая подвижную систему контактора в исходном положении, при напряжении втягивания по амперметру А1 следует определить ток $I_{ВТ}$. Этот опыт необходимо производить быстро во избежание сильного нагревания катушки. Напряжение и ток отпадения определяют, плавно снижая напряжение на катушке. Показания вольтметра и амперметра А2 (предварительно расшунтировав его) фиксируют в момент отключения контактора. Результаты измерений следует занести в таблицу по форме 7. В нее же следует внести величину коэффициента возврата $K_{В} = U_{ОТП} / U_{ВТ}$.

6. Определение тяговой характеристики контактора при минимально допустимом напряжении на его включающей катушке ($0,85 \cdot U_{НОМ}$). Для этого следует включением выключателя S1 подать питание на электрическую схему и установить с помощью автотрансформатора Т напряжение $0,85 \cdot U_{НОМ} = 0,85 \cdot 220 = 187 \text{ В}$. Затем для определения тягового усилия при $\delta=0$ следует включением выключателя S2 включить контактор. Приложив усилие динамометра к центру якоря (например, к оси, связывающей якорь со скобой) и направив его вниз, следует постепенно увеличивать натяжение динамометра и зафиксировать его показание в момент отрыва якоря от сердечника. После этого надо отключить выключатель S2.

Для определения тягового усилия при $\delta=12 \text{ мм}$ следует избыточным усилием динамометра удерживать контактор в исходном положении. Затем включить выключатель S2 и, постепенно уменьшая натяжение динамометра, зафиксировать его показание в момент, когда якорь начнет двигаться к сердечнику.

Аналогично определяют тяговые усилия для $\delta=6$ и 8 мм , но при этом между рейкой II (рис.5) и ее упором устанавливаются прокладки толщиной соответственно 6 и 4 мм. Опыты следует производить достаточно быстро во избежании перегрева включающей катушки контакторов.

Результаты измерений надо занести в таблицу по форме 8.

Форма 8

$\delta, \text{ мм}$	0	6	8	12
$F, \text{ Н}$				

Поскольку тяговые усилия определялись при наличии отключающих и контактных пружин, то полученные значения $F = F_{ЭМ} - F_{МЭХ}$. Поэтому для определения тяговых усилий электромагнита следует к значениям F , занесенным в таблицу по форме 8, прибавить значения $F_{МЭХ}$, взятые для тех же величин δ из таблицы по форме 6, т.е. $F_{ЭМ} = F + F_{МЭХ}$. В заключение следует на одном графике построить зависимости $F_{МЭХ} = f(\delta)$ и $F_{ЭМ} = f(\delta)$.

V. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткое описание лабораторной установки, эскиз контактора, схема электрических соединений.
2. Метрологические характеристики средств измерения.

3. Результаты опытов и расчетов, таблицы, график.

4. Выводы по работе.

VI. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких основных элементов состоят контакторы переменного тока? Каково назначение этих элементов?

2. В чем заключается и чем обусловлены особенности конструктивного исполнения электромагнитной системы контактора переменного тока?

3. Почему охват части полюса электромагнита переменного тока короткозамкнутым витком устраняет вибрацию якоря?

4. Почему в современных контакторах переменного тока применяются контакты мостикового типа? Из каких материалов выполняются контактные накладки мостиковых контактов?

5. Укажите основные области применения контакторов переменного тока.

Практическая работа 9 Тема «Исследование электромагнитного реле тока»

Цель работы: изучение конструкции и назначения токовых реле различных типов, исследование работы реле серии РТ 40/10.

Приборы и оборудование

Вольтметр Э531, $U_n = 1,5, 7,5$ В.

Амперметр Э538, $I_n = 5$ А.

Токовое реле РТ 40/10, $I_n = 2,5, 5$ А.

Нагрузочный трансформатор $U_{1н} = 220$ В, $U_{2н} = 6$ В.

Ламповый индикатор НЛ.

Теоретические сведения

Реле тока представляет собой моноблочную конструкцию, собирается на скобе магнитопровода и регулируется до установки в комплектное устройство.

Токовое реле выполняется на токи 2, 1500 А с одним размыкающим или одним размыкающим и одним замыкающим контактами, с самовозвратом, ручным или электромагнитным возвратом.

Реле с самовозвратом после отключения защищаемой цепи (исчезновения тока) автоматически возвращается в отключенное положение. При ручном или электромагнитном возврате якорь реле после срабатывания становится под защелку и в исходное положение после отключения цепи не возвращается. Возврат в отключенное положение осуществляется обслуживающим персоналом непосредственным воздействием или дистанционно.

На рис. 2.1 представлен эскиз электромагнитного реле серии РТ-40, где 1 – электромагнит; 2 – катушка; 3 – контактная система; 4 – противодействующая пружина; 5 – якорь.

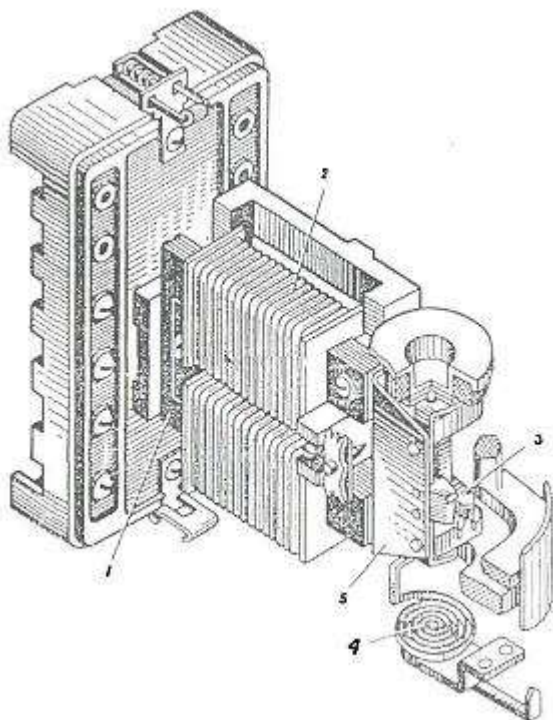


Рис. 2.1. Электромагнитное реле серии РТ-40

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией и принципом действия токового реле, указать схему соединения обмоток.
2. Собрать схему для исследования токового реле (рис. 2.2).

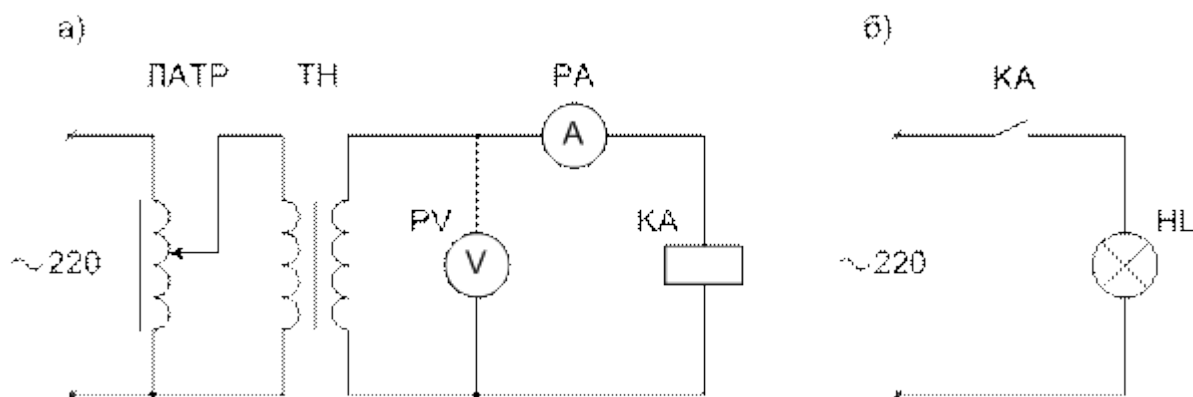


Рис. 2.2. Схема включения: а – токового реле; б – лампового индикатора

3. Установить движок ЛАТРа в нулевое положение, а в токовом реле - ток уставки $I_y = 3$ А.
4. Включить напряжение и регулятором увеличить ток нагрузки до момента срабатывания реле (ламповый индикатор загорается). Зафиксировать величину тока срабатывания $I_{ср.}$ в табл. 2.2

Таблица 2.2

Результаты исследований

$I_{уст.}, A$	$I_{ср.}, A$			$I_{ср.с.}, A$	$I_{воз.}, A$			$I_{воз.с.}, A$	K_B	$\Delta I\%$
	1	2	3		1	2	3			
3										
4										
5										

5. Уменьшить ток до момента отпускания реле (ламповый индикатор вновь погаснет), зафиксировать значение тока возврата $I_{воз.}$ в табл. 2.2.
6. Опыт повторить 3 раза, изменяя ток уставки от 3 до 5 А.
7. По формулам определить среднее значение тока срабатывания $I_{ср.с.} = (I_{ср1} + I_{ср2} + I_{ср3})/3$, коэффициент возврата $K_B = I_{воз.с.}/I_{ср.с.}$ и относительную погрешность

$$I_{уст.} - I_{ср.с}$$

$$DI \% = \frac{I_{уст.} - I_{ср.с}}{I_{уст.}} 100 \%$$

$$I_{уст}$$

Содержание отчета

Цель работы, эскиз токового реле, электрическая схема исследования токового реле и методика исследования, результаты исследования, выводы по результатам.

Контрольные вопросы

1. Принцип действия токового реле.
2. Как регулируется уставка тока срабатывания реле серии РТ-40?
3. Каковы пределы уставки тока при параллельном и последовательном соединениях катушек ?
4. Перечислить элементы токового реле серии РТ-40.
5. Какие схемы токовых реле применяются в схемах электротехнических устройств

Тема 3 Проверка и наладка электрических машин

Источник <http://elmech.mpei.ac.ru/>

Практическая работа 10 Тема «Снятие электромеханической характеристики $p=f(I)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
01	Преобразователь частоты	217.1	0...100 Гц 3x220 В; 3 А
02	Однофазный источник питания	218.8	-220 В / 6 А
03	Машина постоянного тока	101.1	90 Вт; 220 В 2,4 А (якорь) 220 В (возбуждение)
04	Преобразователь угловых	104	6 выходных сигналов
M1	Асинхронный двигатель	106	120 Вт; 220/380 В; 1350 мин ⁻¹
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.2	-0.. 240 В / 2 А
A2	Выпрямитель	322.1	-400 В / 2 А
A3	Активная нагрузка	306.5	220/380 В; 50Гц; 3x0. ...30 Вт
P1	Блок мультиметров	508.2.1	3 мультиметра 0...1000 В 0...10 А~; 0...20 МОм
P2	Указатель частоты вращения	506.5	2000...0...2000 мин ⁻¹
P3	Вольтамперметр	531	-0...240 В / -0,1...0,5 А

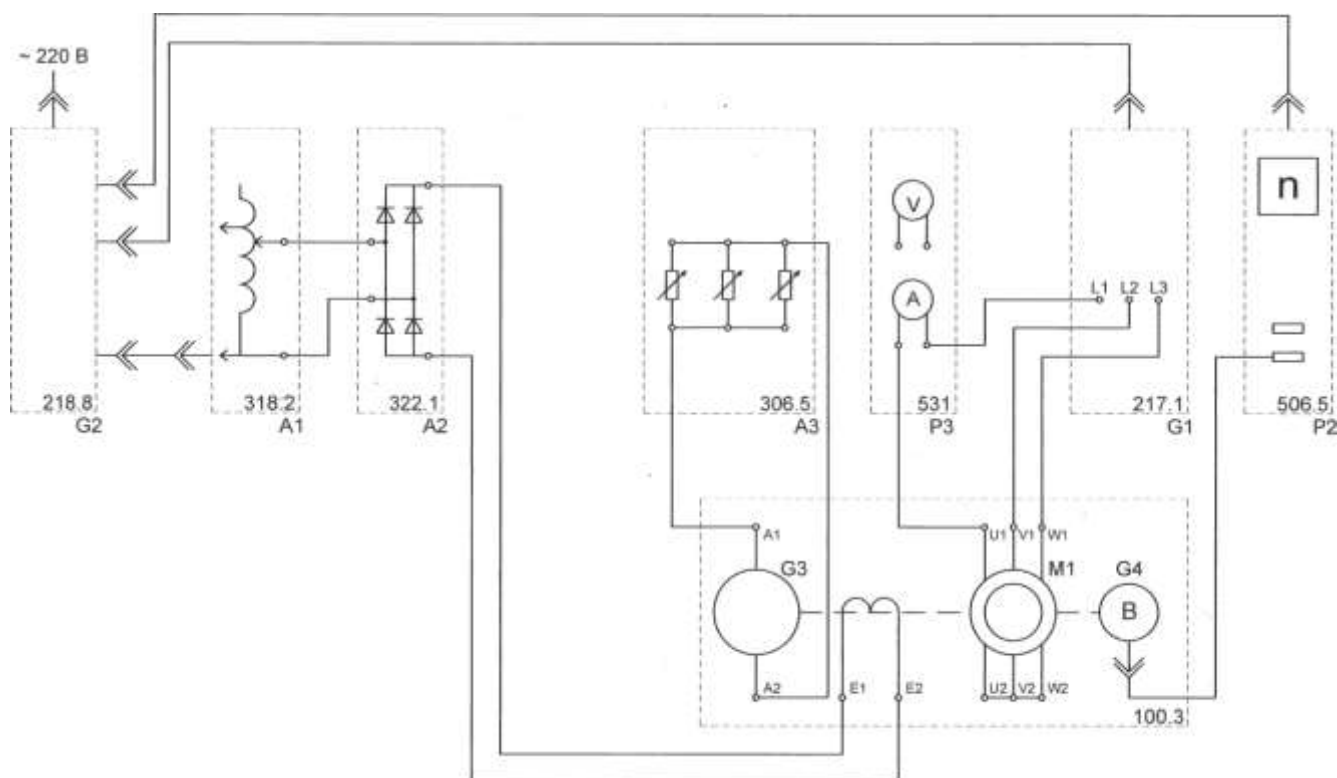


Рис. 3.1. Схема для снятия электромеханической характеристики трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Указания по проведению экспериментов

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "Ш" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника 01.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, приведенной на рис. 3.1.
- Регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 поверните против часовой стрелки до упора.
- Регулировочные рукоятки активной нагрузки А3 установите в крайнее по часовой стрелке положение.
- Включите устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания 02.
- Включите выключатель «СЕТЬ» указателя частоты вращения.
- Включите выключатель «СЕТЬ» преобразователя частоты 01. Кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» выберите режим работы «Эксперимент №1: Исследование режимов работы асинхронного двигателя».
- Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ», далее кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» и «ИЗМЕНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА» выберите, например, следующие значения параметров: U_n номинальное - 150 В, тип характеристики - линейная, выход 1 - скорость, выход 2 - скорость, управление - ручное.
- Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ».
- Вращая регулировочную рукоятку преобразователя частоты 01, установите задание скорости вращения магнитного поля двигателя М1 157 рад/с (соответствует 1500 об/мин / частоте выходного напряжения 50 Гц) и нажмите кнопку «ВПЕРЕД».
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 по часовой стрелке, увеличивайте нагрузку двигателя М1 и заносите показания амперметра блока Р3 (ток I двигателя М1) и указателя Р2 (частота вращения n двигателя М1) в таблицу 3.1. **При этом ток генератора СЗ длительно не должен превышать 0,6 А!**

Таблица 3.1

I, А										
n, мин ⁻¹										

- По завершении эксперимента выведите рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение и отключите выключатель «СЕТЬ». Нажмите кнопку «СТОП» и отключите выключатель «СЕТЬ» преобразователя частоты 01. Отключите выключатель "СЕТЬ" указателя частоты вращения Р2. Отключите автоматические выключатели однофазного источника питания 02.
- Используя данные таблицы 3.1 постройте искомую электромеханическую характеристику $n=\Gamma(1)$ асинхронного двигателя.

Практическая работа 11 Тема «Снятие электромеханической характеристики $n=\Gamma(1)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
01	Преобразователь частоты	217.1	0...100 Гц 3х220 В; 3 А
02	Однофазный источник питания	218.8	-220 В / 6 А
03	Машина постоянного тока	101.1	90 Вт; 220 В 2,4 А (якорь) 220 В (возбуждение)
04	Преобразователь угловых	104	6 выходных сигналов
М1	Асинхронный двигатель	106	120 Вт; 220/380 В; 1350 мин ⁻¹
А1	Регулируемый автотрансформатор	318.2	-0.. .240 В / 2 А
А2	Выпрямитель	322.1	-400 В / 2 А
А3	Активная нагрузка	306.5	220/380 В; 50Гц; 3х0. ...30 Вт
Р1	Блок мультиметров	508.2.1	3 мультиметра 0...1000 В 0...10 А~; 0...20 МОм
Р2	Указатель частоты вращения	506.5	2000...0...2000 мин ⁻¹
Р3	Вольтамперметр	531	-0...240 В / -0,1...0,5 А

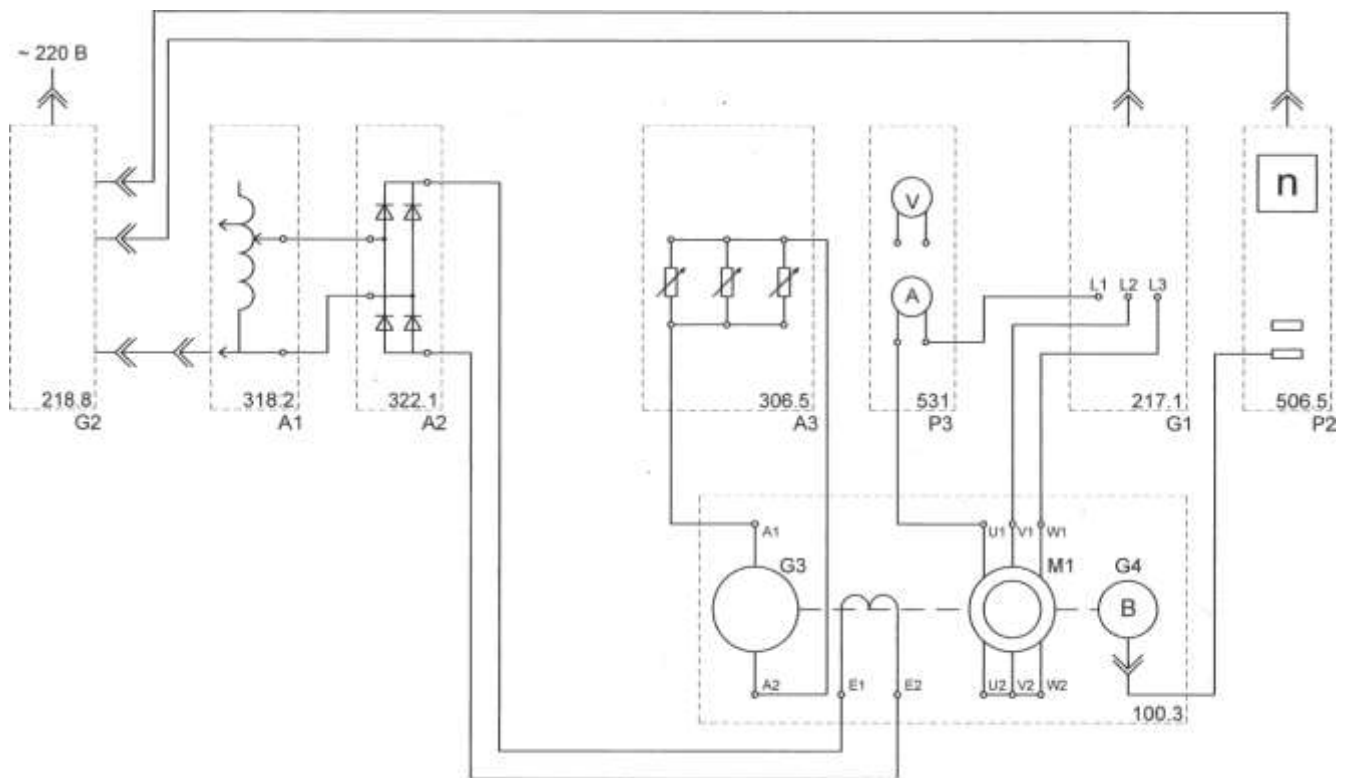


Рис. 3.1. Схема для снятия электромеханической характеристики трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Указания по проведению экспериментов

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления "Ш" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника 01.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, приведенной на рис. 3.1.
- Регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 поверните против часовой стрелки до упора.
- Регулировочные рукоятки активной нагрузки А3 установите в крайнее по часовой стрелке положение.
- Включите устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания 02.
- Включите выключатель «СЕТЬ» указателя частоты вращения.
- Включите выключатель «СЕТЬ» преобразователя частоты 01. Кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» выберите режим работы «Эксперимент №1: Исследование режимов работы асинхронного двигателя».
- Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ», далее кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» и «ИЗМЕНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА» выберите, например, следующие значения параметров: U_n номинальное - 150 В, тип характеристики - линейная, выход 1 - скорость, выход 2 - скорость, управление - ручное.
- Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ».
- Вращая регулировочную рукоятку преобразователя частоты 01, установите задание скорости вращения магнитного поля двигателя М1 157 рад/с (соответствует 1500 об/мин / частоте выходного напряжения 50 Гц) и нажмите кнопку «ВПЕРЕД».
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 по часовой стрелке, увеличивайте нагрузку двигателя М1 и заносите показания амперметра блока Р3 (ток I двигателя М1) и указателя Р2 (частота вращения n двигателя М1) в таблицу 3.1. **При этом ток генератора СЗ длительно не должен превышать 0,6 А!**

Таблица 3.1

I, А										
п, мин ⁻¹										

- По завершении эксперимента выведите рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение и отключите выключатель «СЕТЬ». Нажмите кнопку «СТОП» и отключите выключатель «СЕТЬ» преобразователя частоты 01. Отключите выключатель "СЕТЬ" указателя частоты вращения Р2. Отключите автоматические выключатели однофазного источника питания 02.
- Используя данные таблицы 3.1 постройте искомую электромеханическую характеристику $p=\Gamma(1)$ асинхронного двигателя.

Практическая работа 12 Тема «Определение механической характеристики $p=\Gamma(M)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

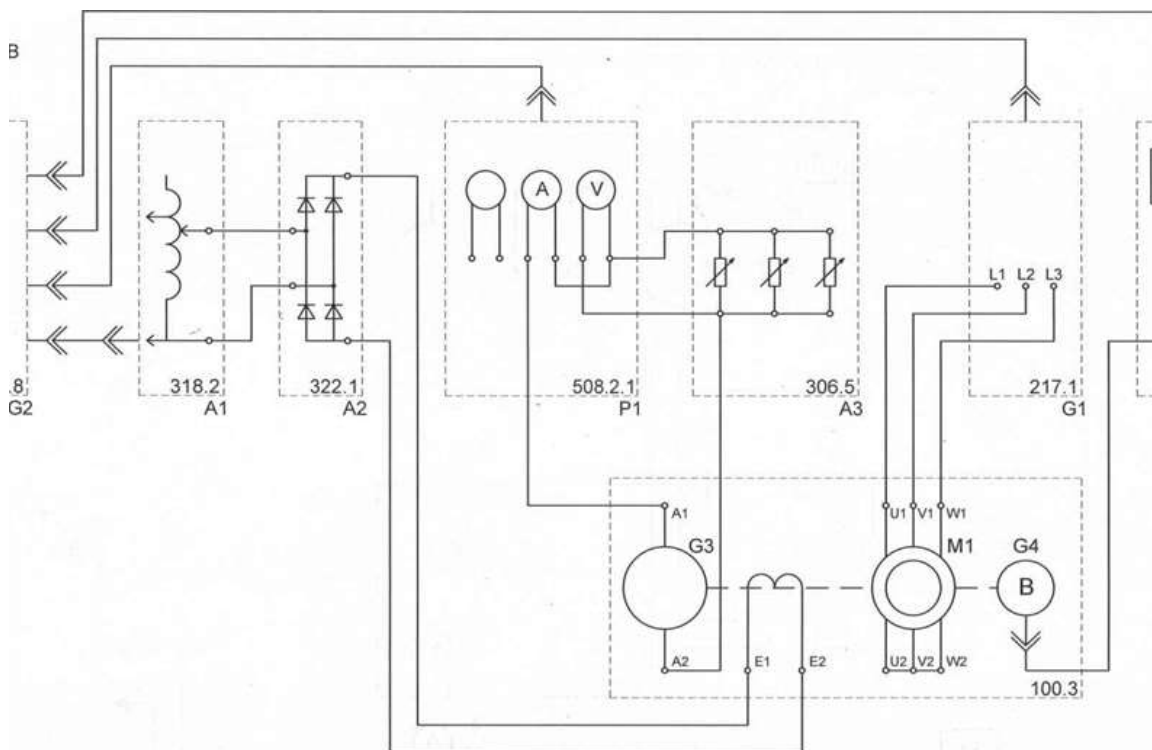


Рис. 3.2. Схема для определения механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Указания по проведению экспериментов

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте, с гнездом "РЕ" трехфазного источника 01.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 3.2.
- Регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 поверните против часовой стрелки до упора.
- Регулировочные рукоятки активной нагрузки А3 установите в крайнее по часовой стрелке положение.
- Включите устройство защитного отключения и автоматические выключатели однофазного источника питания 02.
- Включите выключатель «СЕТЬ» блока мультиметров Р1 и указателя частоты вращения Р2
- Активизируйте мультиметры блока Р1, задействованные в эксперименте.
- Включите выключатель «СЕТЬ» преобразователя частоты 01. Кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» выберите режим работы «Эксперимент №1: Исследование режимов работы асинхронного двигателя».

- Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ», далее кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» и «ИЗМЕНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА» выберите, например, следующие значения параметров: И номинальное - 150 В, тип характеристики - линейная, выход 1 - скорость, выход 2 - скорость, управление - ручное.
- Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ».
- Вращая регулировочную рукоятку преобразователя частоты 01, установите задание скорости вращения магнитного поля двигателя М1 157 рад/с (соответствует 1500 об/мин / частоте выходного напряжения 50 Гц) и нажмите кнопку «ВПЕРЕД».
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 по часовой стрелке, увеличивайте нагрузку двигателя М1 и заносите показания амперметра (ток I генератора 03) и вольтметра (напряжение U генератора 03) блока РЗ и указателя Р2 (частота вращения ω двигателя М1) в таблицу 3.2. **При этом ток генератора I длительно не должен превышать 0,6 А!**

Таблица 3.2

I, А										
U, В										
ω , мин ⁻¹										

- По завершении эксперимента выведите рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение и отключите выключатель «СЕТЬ». Нажмите кнопку «СТОП» и отключите выключатель «СЕТЬ» преобразователя частоты 01. Отключите выключатель "СЕТЬ" указателя частоты вращения Р2 и блока мультиметров Р1. Отключите автоматические выключатели однофазного источника питания 02.
- Вычислите момент М на валу асинхронного двигателя М1 для каждого значения тока I из табл. 3.2 по формуле

$$M = (11 + 65 \cdot I) \text{ [Н·м]}, \quad (3.1)$$

и занесите его в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

M, Нм										
ω , мин ⁻¹										

- Используя данные таблицы 3.2 постройте искомую механическую характеристику $\omega = \omega(M)$ асинхронного двигателя.

Тема 4 Проверка и наладка силовых трансформаторов

Источник <http://video-kursov.net/videokurs-praktikum-elektromontera/>

Практическая работа 13 Тема «Диагностика и испытания трансформаторов находящихся в эксплуатации»

Диагностика и испытания трансформаторов находящихся в эксплуатации. Трансформаторы, автотрансформаторы и масляные выключатели (далее трансформаторы), находящиеся в эксплуатации, подвергаются периодическим проверкам, испытаниям и диагностированию в объеме и сроки предусмотренные нормативной документацией. Профилактические испытания и диагностику объекта проводят при проведении капитального ремонта «К», текущего ремонта «Т» и в межремонтный период «М».

Ремонт «К» - для трансформаторов от 10кВ до 110кВ - по результатам их испытаний и техническому состоянию.

Ремонт «Т» - для трансформаторов с РПН - 1 раз в год; для трансформаторов без РПН главных ТП напряжением 35кВ и выше не реже 1 раза в 2 года; для остальных - по мере необходимости, но не реже 1 раза в 4 года; для трансформаторов, установленных в месте усиленного загрязнения - по местным инструкциям.

Объем диагностирования и профилактических испытаний, предусмотренный ПЭЭП, включает следующие работы: определение условий включения, отношений С2/С50 и ДС/С трансформатора; измерение сопротивления изоляции обмоток с определением R60/R15, ярмовых балок, прессующих колец и доступных для выявления замыкания стяжных шпилек; измерение тангенса угла диэлектрических потерь tg δ изоляции обмоток; испытание повышенным напряжением промышленной частоты изоляции обмоток 35кВ и ниже вместе с вводами, изоляции доступных для испытания стяжных шпилек, прессующих и ярмовых балок; измерение сопротивления обмоток постоянного току; проверку коэффициента трансформации, а также группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов.

Диагностика и профилактические испытания также включают: измерение тока и потерь холостого хода; проверку работы переключающего устройства; испытания бака с радиаторами статическим давлением столба масла; проверку устройств охлаждения и состояния индикаторного силикагеля; фазировку трансформатора, а также испытания масла из трансформаторов и баков контакторов устройств РПН. Испытания трансформаторов включением толчком на номинальное напряжение и испытание вводов.

Диагностику методом измерения сопротивления изоляции обмоток с определением R60/R15 проводят при ремонтах «К», «Т» и «М», как до ремонта, так и после его окончания мегаомметром на 2500В по типовым схемам. При текущем ремонте измерения производят, если для этого не требуется расшиновка трансформатора.

Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции регламентируются таблицей 9.

Таблица 9 - Наименьшие допустимые сопротивления изоляции R60 обмоток трансформатора в масле

Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения, кВ	Значения R60, МОм, при температуре обмотки, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
До 35	450	300	200	130	90	60	40
110	900	600	400	260	180	120	80
Свыше 110	Не нормируется						

При текущем ремонте и межремонтных испытаниях сопротивления R60 и R60/R15 не нормируются (не должны снижаться за время ремонта более чем на 30%). Данные учитывают при комплексной диагностике и рассмотрении всех результатов измерений параметров изоляции.

Диагностика методом измерения сопротивления изоляции ярмовых балок, прессующих колец и доступных для выявления замыкания стяжных шпилек проводят при ремонтах «К» и «Т».

Диагностирование изоляции доступных стяжных шпилек, ярмовых балок и прессующих колец выполняют для выявления замыкания у масляных трансформаторов только при капитальном ремонте, а у сухих трансформаторов и при текущем ремонте.

Сопротивление изоляции доступных стяжных шпилек, ярмовых балок, прессующих колец измеряют мегаомметром на 2500В для масляных трансформаторов и 1000В для сухих силовых трансформаторов. Величина сопротивления изоляции не нормируется, из практики эксплуатации известно, что параметр должен быть в пределах (2...3) МОм для масляных трансформаторов для номинального напряжения 10кВ и от 10 до 20МОм для трансформаторов 110кВ и выше. Для сухих трансформаторов величина сопротивления изоляции находится в пределах от 1 до 2МОм.

Состояние стяжных шпилек и прессующих колец контролируют относительно стали магнитопровода и ярмовых балок, а ярмовые балки проверяют относительно магнитопровода. При

удовлетворительных результатах диагностируют изоляцию стяжных шпилек и ярмовых балок напряжением 1000В частотой 50Гц. Продолжительность контроля 1 мин.

При эксплуатации трансформаторов изоляцию шпилек, ярмовых балок и прессирующих колец считают неудовлетворительной при снижении параметров более, чем на 50% от исходных величин. Причиной плохого состояния изоляции являются заусеницы и грязь под стальными шайбами.

После диагностирования заземление всех четырех ярмовых балок и магнитопровода трансформатора должно быть восстановлено. Незаземленными остаются только стяжные шпильки ярма.

Диагностику и испытание повышенным напряжением промышленной частоты проводят при ремонтах «К» изоляции обмоток 35кВ и ниже вместе с вводами. Испытания изоляции трансформаторов выполняют при капитальном ремонте в случаях замены обмоток и изоляции. Испытания проводят повышенным напряжением промышленной частоты, равным заводскому испытательному напряжению в течении 1 мин.

При частичной замене обмоток испытательное напряжение выбирают в зависимости от того, сопровождалась ли замена части обмоток их снятием с сердечника или нет. Наибольшее испытательное напряжение при частичном ремонте принимают равным 90% напряжения, принятого заводом. При капитальном ремонте без замены обмоток и изоляции или с заменой изоляции, но без замены обмоток испытательное напряжение составляет 85% от заводского испытательного напряжения.

Диагностику изоляции доступных для испытания стяжных шпилек, прессирующих колец и ярмовых балок выполняют в случае визуального

осмотра активной части трансформатора. Испытание выполняют напряжением 1кВ промышленной частоты в течение 1 мин, если заводом-изготовителем не установлены более жесткие нормы испытания. Испытание можно заменить измерением одноминутного значения сопротивления изоляции мегомметром на напряжение 2500В.

Диагностику и испытания масла из бака проводят при ремонтах «К», «Т» и «М» в следующих случаях: после капитального ремонта; не реже 1 раза в 5 лет для трансформаторов мощностью свыше 630кВА работающих с термосифонными фильтрами; не реже 1 раза в 3 года для трансформаторов мощностью свыше 630кВА работающих без фильтров.

В трансформаторах мощностью до 630кВА проба масла не отбирается. При состоянии изоляции «не норма» производят работы по восстановлению изоляции, замене масла и силикагеля в термосифонном фильтре. Измерение tg δ масла производят у трансформаторов на напряжение 220кВ, а также у трансформаторов, имеющих повышенное значение tg δ изоляции.

Диагностику и испытания масла из баков контакторов устройств РПН проводят при ремонтах «Т» и «М» после числа переключений, указанного в инструкции по эксплуатации, но не реже 1 раза в год (таблица 10).

По результатам испытания масло меняют при пробивном напряжении ниже: 25кВ в контакторах с изоляцией 10кВ; 30 кВ - с изоляцией 35кВ; 35кВ - с изоляцией 40кВ; 110кВ - с изоляцией 220кВ, а также если в масле обнаружена вода (определение качественное) или механические примеси (определение визуальное).

Рассмотрим предельно допустимые показатели качества трансформаторного масла (таблица 10).

В таблице приведены значения показателей эксплуатационного масла всех марок. Значения показателей свежего сухого масла перед заливкой в оборудование, а также масла после заливки в электроэнергетическое оборудование и перед вводом в эксплуатацию устанавливаются соответствующими нормативными документами.

Таблица 10 - Предельно допустимые показатели качества масла

Наименование показателя	Значение
-------------------------	----------

Наименьшее пробивное напряжение, определяемое в стандартном аппарате для трансформаторов, аппаратов и вводов на напряжение, кВ до 15 выше 15 до 35 выше 60 до 220	20 кВ 25 кВ 35 кВ
Содержание механических примесей по визуальному определению	0
Содержание взвешенного угля (определяется только для масляных выключателей) не более	1 балла
Кислотное число не более	0,25 мг КОН
Содержание водорастворимых кислот и щелочей для трансформаторов мощностью более 630 кВА и маслонеполненных герметичных вводов для негерметичных вводов для трансформаторов мощностью до 630 кВА	0,014 мг КОН 0,03 мг КОН Не определяется
Снижение температуры вспышки по сравнению с предыдущим анализом не более	5 ⁰ С
Тангенс угла диэлектрических потерь при 70 ⁰ С, не более	7%
Влагосодержание по массе	По заводским нормам
Содержание газов	То же

Диагностика методом испытания включением толчком на номинальное напряжение проводят при ремонте «К». Трансформаторы, работающие в блоке с генератором, включают в сеть с подъемом напряжения с нуля. В процессе 3 - 5-кратного включения трансформатора на номинальное напряжение не должны иметь место явления, указывающие на неудовлетворительное состояние трансформаторов.

Испытание встроенных трансформаторов тока проводится при ремонтах «К» и «М». Испытание встроенных трансформаторов тока не проводится для сухих трансформаторов независимо от мощности.

Программа работы.

1. Анализ объекта диагностирования - силовой масляный трансформатор.
2. Визуальный осмотр и тепловизионный контроль силового масляного трансформатора.
3. Диагностика и измерение сопротивления изоляции силового масляного трансформатора.
4. Диагностика и испытание силового масляного трансформатора повышенным напряжением выпрямленного тока.
5. Заполнение протоколов диагностики масляного трансформатора.

Оборудование рабочего места.

1. Элементы оборудования силового масляного трансформатора.
2. Мегаомметры напряжением 1000В и 2500В.
3. Аппарат испытания изоляции напряжением 70кВ - АИИ - 70М.
4. Комплект электрозащитных средств.
5. Соединительные провода и приспособления.

Оформление отчета по лабораторному практикуму.

1. Цель и краткие сведения о силовых масляных трансформаторах.
2. Анализ объекта диагностирования - силовой масляный трансформатор (Приложение 1).
3. Протокол визуального осмотра и тепловизионного контроля силовых масляных трансформаторов (Приложение 2).
4. Протокол диагностики и измерения сопротивления силовых масляных трансформаторов (Приложение 3).
5. Протокол диагностики и испытания силовых масляных трансформаторов повышенным напряжением выпрямленного тока (Приложение 4).
6. Нормы тепловизионного контроля оборудования (Приложение 5).
5. Схемы диагностики, испытаний и измерений трансформаторов.

б. Выводы по работе.

Приложение № 1

Пошаговый анализ объекта диагностики - изоляции трансформатора

Морфология - диэлектрики жидкие (трансформаторное масло) и твердые (дерево, гетинакс, картон, бумажно-масляная изоляция).

Процессы (физические) - химические (восстановление, окисление, образование твердых и газообразных веществ, кислот и щелочей); механические (нарушение твердой изоляции); электрические (разряды, искрение); гидравлические (гидроудар); тепловые (перегревы изоляции).

Вероятные нарушения процессов - увлажнение; перегрев конструкции; деформации обмоток (расслоение изоляции); загрязнение примесями (шламом); газовые включения; частичные разряды; старение изоляции.

Признаки проявления нарушений (дефектов) - дымный выхлоп; наличие твердых примесей (шлама) в масле; снижение электрической прочности масла; наличие кислот, щелочей и пузырьков газов в масле (образование газообразных продуктов разложения); помутнение (изменение цвета) масла; увеличение температуры нагрева элементов конструкции, давления и ударной волны в масле; работа газовой защиты на сигнал; отключение трансформатора устройствами защиты; изменение температуры вспышки и состава газов, растворенных в масле; изменение состава и горючести газов в газовом реле; изменение характеристик твердой изоляции.

Контролируемые параметры (характеристики) - удельное объемное сопротивление изоляции; ток и емкость абсорбции; тангенс угла диэлектрических потерь; электрическая прочность масла (пробивное напряжение); кислотное число; температура вспышки масла; влагосодержание; содержание газов (метан, водород, этан, этилен, ацетилен, оксид углерода, диоксид углерода, кислород, азот, пропилен, пропан).

Анализ возможных состояний изоляции (на примере бумажно-масляной изоляции - МБИ) - масло имеет пониженную электрическую прочность (локальный перегрев части барьера МБИ); наличие частичных разрядов в масляном канале между обмоткой и ближайшим к ней картонным барьером; разряд искровой по всей длине масляного канала (поверхностный разряд по МБИ); «ползущий» разряд в барьере МБИ; прогорание материала барьера МБИ вследствие замыкания части витков обмотки сетью следов «ползущего» разряда; короткое дуговое замыкание части витков обмотки.

О тепловом состоянии силового масляного трансформатора судят посредством выявления температурных аномалий на поверхности его бака или крышки, измерения значений температуры и анализа характера ее распределения, сопоставления мест нагрева с аналогичными участками фазы или других фаз, анализа причин возникновения температурной аномалии с учетом конструктивных особенностей электроэнергетического оборудования и токоведущих частей.

Приложение № 2

Объект

Место

Дата осмотра « » 201 _ г.

ПРОТОКОЛ №

Визуальный осмотр и тепловизионный контроль оборудования силовых масляных трансформаторов

№	Контролируемые узлы	Температура узла		Примечание
1	Ввод: токоведущие части фазы А			
2	Ввод: токоведущие части фазы В			
3	Ввод: токоведущие части фазы С			
4	Ввод: нетоковедущие части фазы А			
5	Ввод: нетоковедущие части фазы В			

6	Ввод: нетоковедущие части фазы С			
7	Болтовое соединение фазы А в воздухе			
8	Болтовое соединение фазы А в масле			
9	Масло верхний слой			
10	Устройство заземления			

Выполнил: старший бригады ()

Проверил: ответственный за объект ()

Приложение № 3

ПРОТОКОЛ №

Диагностика и измерение сопротивления изоляции оборудования

силовых масляных трансформаторов

Заказчик Объект диагностики

Район края Дата « » 201 _ г.

Диагностика и измерения выполнены

Измерения проведено мегаомметром типа

На напряжение заводской №

Ф.И.О. и должность лица выполнявшего работы

№	Обозначение	Рабочее напряжение	Сопротивление изоляции силовых масляных трансформаторов А-В А-С В-С А-О В-О С-О						Примечание
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

Выполнил: старший бригады ()

Проверил: ответственный за объект ()

Приложение № 4

ПРОТОКОЛ №

Диагностика и испытание изоляции оборудования силовых масляных трансформаторов

повышенным напряжением выпрямленного тока

Заказчик Объект диагностики

Район края Дата « » 201 _ г.

Диагностика аппаратом для испытания изоляции типа

Заводской номер аппарата

Ф.И.О. и должность лица выполнявшего работы

№	Наименование силового масляного трансформатора	Фаза	Испытательное напряжение		Примечание
			Значение	Длительность	
1		А			

2		В			
3		С			
4		А			
5		В			
6		С			

Выполнил: старший бригады ()

Проверил: ответственный за объект ()

Приложение 5

Нормы тепловизионного контроля электроэнергетического оборудования

№	Диагностируемые узлы	Максимальные значения температуры, °С	
		Критическая	Рабочая
1	Токоведущие (кроме контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические части: неизолированные и несоприкасающиеся с изоляционными материалами изолированные или соприкасающиеся с изоляционными материалами классов нагревостойкости У А Е В F Н	120 90 100 120 130 155 180	80 50 60 80 90 115 140
2	Контакты из меди и медных сплавов: без покрытий, в воздухе / в изоляционном масле с накладными серебряными пластинами, в воздухе / в изоляционном масле с покрытием серебром или никелем, в воздухе / в изоляционном масле с покрытием серебром толщиной не менее 24 мкм с покрытием оловом, в воздухе / в изоляционном масле	75/80 120/90 50/90 120	35/40 80/50 65/50 80
3	Контакты металлокерамические содержащие вольфрам и молибден в изоляционном масле: на основе меди / серебра	85/90	45/50
4	Аппаратные выводы из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей: без покрытия с покрытием оловом, серебром или никелем	90 105	50 65
5	Болтовые компактные соединения из меди, алюминия и их сплавов: без покрытия, в воздухе / в изоляционном масле с покрытием оловом, в воздухе/в изоляционном масле с покрытием серебром или никелем, в воздухе / в изоляционном масле	90/100 105/100 115/100	50/60 65/60 75/60

6	Предохранители переменного тока напряжением 3кВ и выше: соединения из меди, алюминия и их сплавов в воздухе без покрытий / с покрытием оловом с разъемным контактным соединением на основе пружин с разборным соединением с нажатием болтом или винтом к в том числе выводы предохранителя металлические части, используемые как пружины: из меди из фосфористой бронзы и аналогичных сплавов	115/100 75/95 90/105 75 105	75/60 35/55 50/65 35 65
7	Изоляционное масло в верхнем слое коммутационных аппаратов	90	50
8	Встроенные трансформаторы тока: обмотки магнитопроводы	- -	10 15
9	Болтовое соединение токоведущих выводов съемных вводов в масле/в воздухе	-	85/65
10	Соединения устройств регуляторов под нагрузкой (РПН) трансформаторов из меди (сплавов) и содержащих медь композиций без покрытия серебром при работе на воздухе / в масле: с нажатием болтами или другими элементами, обеспечивающими жесткость соединения с нажатием пружинами, которые очищаются сами в процессе переключения с нажатием пружинами, которые сами не очищаются в процессе переключения	-	40/25 35/20 20/10
11	Токосоведущие жилы силовых кабелей в режиме нормальном / аварийном при наличии изоляции из: ПВХ пластика и полиэтилена. вулканизирующегося полиэтилена резины резины повышенной кислотостойкости пропитанной бумажной изоляцией при вязкой/не вязкой пропитке и номинальном напряжении, кВ: 1 и 3 6 10 20 35	70/80 90/130 65/- 90/- 80/80 65/75 60/- 55/- 50/-	- - - - - - - - -
12	Коллекторы и контактные кольца, незащищенные и защищенные при изоляции классов нагревостойкости: А Е В F Н	- - - - -	60 70 80 90 100
13	Подшипники скольжения / качения	80/100	-

Список литературы

1. Левин В.М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей: учебное пособие. Часть 1 / В.М. Левин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. - 116с.
2. Хорольский, В.Я. Надежность электроснабжения: учебное пособие по специальности 140211 - «Электроснабжение» / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов. СтГАУ. - Ставрополь: АГРУС, 2013. - 108 с.

3. Привалов Е.Е. Диагностика и тепловизионный контроль электроэнергетического оборудования: учебное пособие. / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2014. - 36с.
4. Привалов Е.Е. Диагностика внешней изоляции электроэнергетического оборудования: учебное пособие. / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2014. - 40с.
5. Привалов Е.Е. Диагностика вентильных разрядников электроэнергетического оборудования: учебное пособие. / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2014. - 38с.
6. Привалов Е.Е. Диагностика масляных выключателей электроэнергетического оборудования: учебное пособие. / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2014. - 38с.
7. Привалов Е.Е. Диагностика асинхронных двигателей электроэнергетического оборудования: учебное пособие. / Е.Е. Привалов. - Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2014. - 38с.

Тема 5 Проверка и наладка распределительных устройств

Практическая работа 14 Тема «Изучение камеры одностороннего обслуживания сэщ-66 (к-66)»

Цель работы - изучить конструкцию и принцип действия камеры СЭЩ-66(К-66) ЗАО Группа компаний «Электрощит».

1. Основные теоретические положения.

1.1 Общие сведения о КРУ СЭЩ-66.

Малогабаритное устройство комплектное распределительное СЭЩ-66 напряжением 6 и 10кВ одностороннего обслуживания предназначено для приема и распределения электрической энергии переменного трехфазного тока промышленной частоты 50 Гц, напряжением 6(10) кВ.[1]

КРУ СЭЩ-66 применяются в качестве распределительных пунктов городских подстанций, подстанций мощностью силового трансформатора до 10000 кВА, для электрических сетей промышленности, сельского хозяйства, электрических станций и электрификации железнодорожного транспорта. Шкафы КРУ СЭЩ-66 предназначены для работы внутри помещения.

КРУ СЭЩ-66 состоит из отдельных шкафов со встроенными в них аппаратами, приборами измерения, релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления, соединенные между собой в соответствии с электрической схемой главных цепей распределительного устройства.

Встраиваемая в шкафы аппаратура и присоединения определяют их вид конструктивного исполнения.

Присоединения (вводы или выводы) могут быть как кабельными, так и шинными.

Конструкцией КРУ предусмотрен вариант ввода высоковольтного кабеля в высоковольтный отсек шкафа через кабельные каналы снизу шкафа с подсоединением в шкафу.

Конструкция шкафа позволяет подключать не более двух трехжильных высоковольтных кабелей сечением 3 x 240 мм или трех одножильных кабелей сечением до 630 мм².

Ввод контрольных кабелей в шкафы может осуществляться сверху через кабельные лотки в верхней части шкафа, либо снизу шкафа по левой стойке корпуса шкафа.

В конструкции КРУ СЭЩ-66 предусмотрена возможность шинного ввода через боковую стенку крайней ячейки или сзади ячейки, через заднюю стенку.

КРУ СЭЩ-66 рассчитаны на одностороннее обслуживание.

Заземление шкафов осуществляется подсоединением шинок заземления к раме основания шкафа с помощью болтовых соединений или электросварки. Металлические корпуса встроенного оборудования и металлические части КРУ имеют электрический контакт с каркасами распределительного устройства посредством шинок заземления, зубчатых шайб, или скользящих контактов. [1]

Защита металлоконструкции КРУ от коррозии осуществляется лакокрасочными и гальваническими покрытиями.

Компоновка шкафов предусматривает удобство осмотров, ремонта и демонтажа основного оборудования во время эксплуатации КРУ без снятия напряжения со сборных шин и соседних присоединений.

Ошиновка КРУ выполнена неизолированными шинами со следующим расположением фаз (по виду на фасад шкафов) и окраской:

- дальняя шина - фаза А, желтая;
- средняя шина - фаза В, зеленая;
- ближняя шина - фаза С, красная.

Каждый ряд распределительного устройства с боковых сторон закрыт торцевыми стенками. На каждой торцевой стенке закреплены съемная рукоятка для оперирования приводами и рукоятка подъема выключателя.

Шкафы КРУ унифицированы и независимо от схем электрических соединений главной цепи имеют аналогичную конструкцию основных узлов и одинаковые габаритные размеры.

По исполнению шкафы подразделяются на шкафы с выкатными элементами (с вакуумными выключателями), а также шкафы без выкатных элементов (с разъединителями, с трансформаторами собственных нужд). Шкафы могут иметь следующие исполнения:

- шкаф кабельного ввода;
- шкаф шинного ввода (вывода);
- шкаф секционного разъединителя;
- шкаф трансформатора напряжения;
- шкаф трансформатора собственных нужд.

Шкафы устанавливаются на закладных основаниях, которые укладываются в строительные конструкции распределительного устройства. В нулевом цикле для установки шкафов должны быть уложены два швеллера не менее №8 по ширине распределительного устройства.

Отсеки имеют двери, оборудованные блокировочными устройствами, на дверях имеются смотровые окна для наблюдения за положением установленных в камере аппаратов.

Провода вспомогательных цепей в высоковольтных отсеках шкафа проложены в защитных металлорукавах и защитных кожухах.

1.2. Камера СЭЩ-66 с выкатным элементом (вакуумным выключателем).

Камера СЭЩ-66 с вакуумным выключателем может быть использована как ячейка ввода или отходящих линий, входящая в состав КРУ К-66 (рис.1.1) и предназначена для коммутации сетей и отключения токов короткого замыкания, перегрузок. [1]

В состав камеры входят основные отсеки и оборудование, представленные на рис. 1.2, 1.3.

Высоковольтная часть шкафа с вакуумным выключателем с помощью стенок и панелей разделена на три отсека (рис. 1.2):

- отсек выкатного элемента;
- отсек ввода (вывода);
- отсек сборных шин;

В отсеке ввода (вывода) шкафа находятся кабельный ввод и ограничители перенапряжения.

I. -Терминал релейной защиты “Seram”; 2.-Включение освещения ячейки; 3.- Штепсельный разъем освещения; 4.-Кнопка “ОТКЛ”; 5.-Кнопка “ВКЛ”; 6.- Лампа “Аварийная сигнализация”; 7.- ЗДЗ отсека выключателя; 8.-ЗДЗ отсека ввода; 9.-Выбор режима, местное или дистанционное; 10.- Вывод ЗДЗ ячейки;

II. -Газовая защита; 12.-Шкаф релейной защиты; 13.-Мнемосхема выкатного элемента; 14.- Мнемосхема камеры; 15.-Устройство определения фазировки и наличия напряжения; 16.- Штепсельный разъем; 17.-Отсек выкатного элемента; 18.-Разъем для механического включения заземляющего разъединителя; 19.- Привод винтового механизма; 20.-Педаль фиксации; 21.-Эл. Магнитная блокировка; 22.-Лампа сигнализации готовности выключателя к включению; 23.- Лампа сигнализации включения, отключения выключателя.

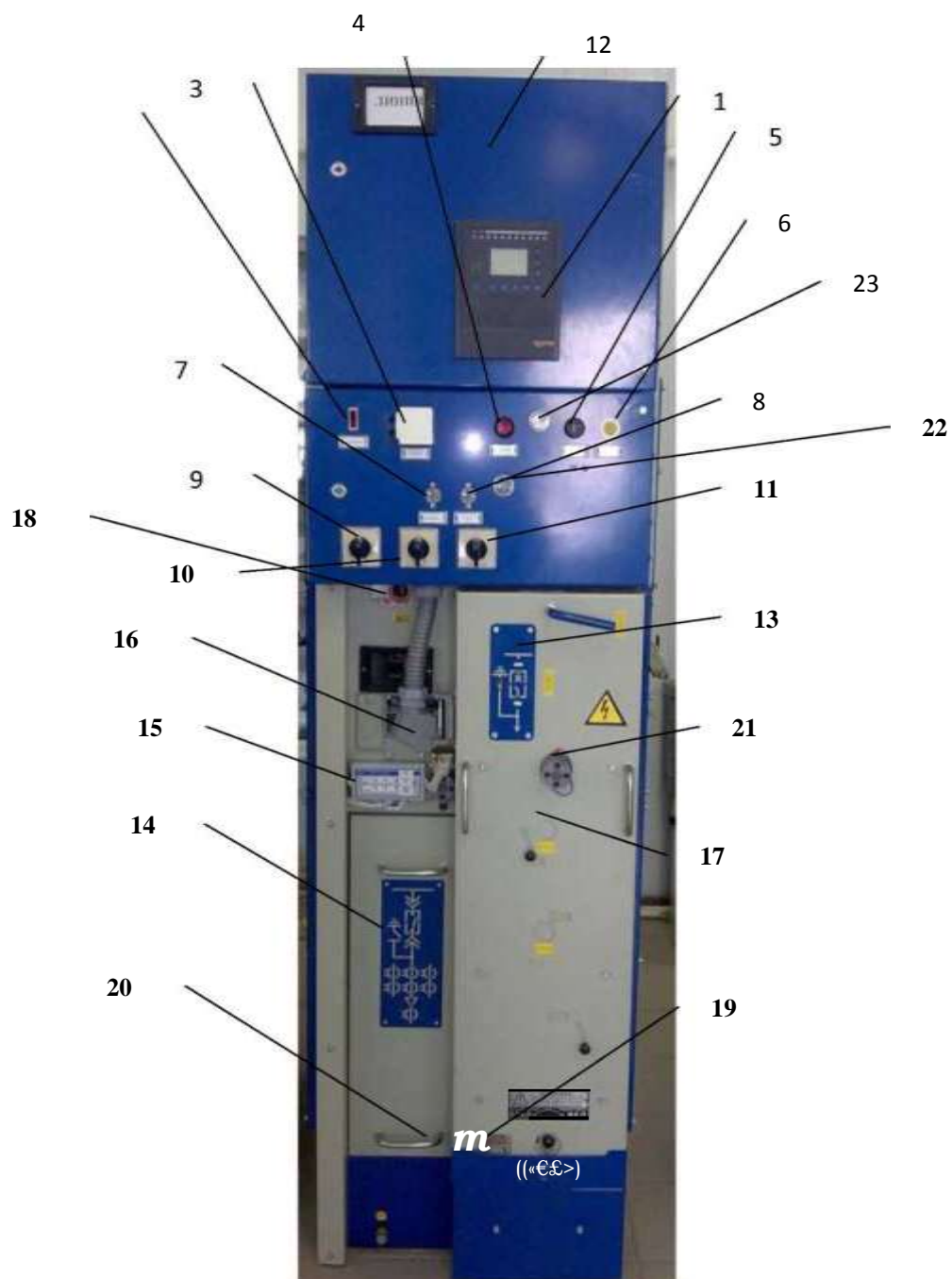


Рис 1.1 Камера СЭЩ-66 с вакуумным выключателем.

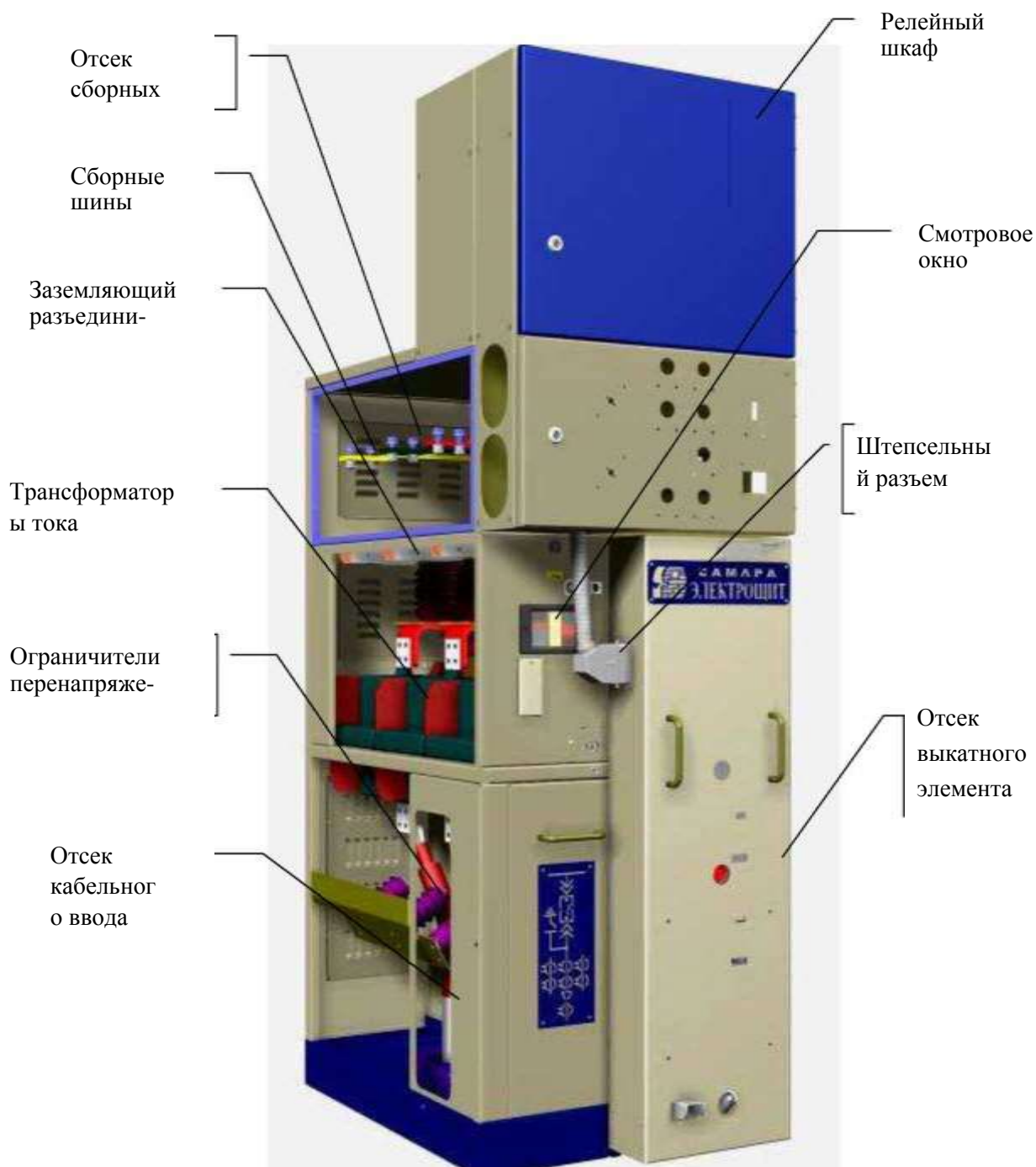


Рис 1.2 Шкаф с выкатным элементом

В отсеке выкатного элемента находятся высоковольтный выключатель на тележке и заземляющий разъединитель. Проходные трансформаторы тока разделяют отсек кабельного ввода и высоковольтного выключателя.

Отсек ввода и отсек выкатного элемента разделен легкоъемной перегородкой, демонтируемой для подключения высоковольтного кабеля. Основанием шкафа служит рама с направляющими для выкатного элемента и неподвижным контактом для его заземления. С помощью болтового соединения на раме закреплен узел фиксации положения выкатного элемента. В целях предотвращения неправильных операций при проведении ремонтно-профилактических и других работ имеются блокировки, не допускающие:



Рис. 1.3 Основные отсеки и оборудование камеры СЭЩ-66

- переместить тележку из ремонтного положения в зафиксированное при отключенном заземляющем разъединителе;
- переместить тележку из зафиксированного положения в ремонтное при отключенном заземляющем разъединителе;
- переместить каретку из контрольного положения в рабочее при включенном заземляющем разъединителе;
- переместить каретку из контрольного положения в рабочее при включенном выключателе, установленном на каретке;
- переместить каретку из рабочего положения в контрольное при включенном выключателе, установленном на каретке;
- включить выключатель или отключить заземляющий разъединитель при нахождении каретки с выключателем в промежутке между рабочим и контрольным положениями;
- включить заземляющий разъединитель при нахождении каретки с выключателем в рабочем положении.

Типы основного оборудования, встраиваемого в камеру К-66:

- вакуумный выключатель ВВУ-СЭЦ-П4-10-20/1000(1600)УХЛ2 с пружинно-моторным приводом;
- вакуумный выключатель ВВУ-СЭЦ-Э4-10-20/1000(1600)УХЛ2 с электромагнитным приводом;
- трансформаторы тока ТПОЛ-10 и ТПК-10;
- датчики тока типа ТЗЛЭ-125 УХЛ2 и ТДЗЛК-0,66;
- трансформаторы напряжения типа ЗНОЛП-10УХЛ2;
- ограничители перенапряжения серии ОПН-СО-П-6/10-10/2; ОПН-СО-П-6/10-10/3.
- ограничители перенапряжения серии ОПН-РС/TEL, ОПН-КС/TEL, ОПН-КР/TEL

Камера СЭЦ-66 оборудована микропроцессорным устройством защиты “Seram”(Р[^].1.4), предназначенным для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6-35 кВ. С целью уменьшения разрушающего воздействия избыточного давления газов при коротких замыканиях конструкцией КРУ предусмотрена установка клапанов разгрузки (рис. 1.2, 1.3), представляющих собой легко открываемые потоком газов крышки. Каждый высоковольтный отсек шкафа имеет свой клапан разгрузки. После дугового короткого замыкания внутри КРУ клапаны в исходное положение возвращаются вручную и фиксируются винтами.

1.2.1. Шторка отсека сборных шин.

Безопасная работа в отсеке выкатного элемента обеспечивается защитной шторкой (рис. 1.5, 1.6), которая при выкатывании выкатного элемента из контрольного положения в ремонтное автоматически закрывается, перекрывая доступ к неподвижным контактам, находящимся под напряжением. При вкатывании выкатного элемента бортик фасадной панели тележки надавливает на штыри и шторка открывает отверстия для ввода контактов выключателя.

Для фиксации шторок в открытом и закрытом положениях служит пружина. Конструкция шторочного механизма исключает самопроизвольное открывание шторки при нахождении выкатного элемента в ремонтном положении.



Рис. 1.4 Панель устройства “Seram”

С целью уменьшения разрушающего воздействия избыточного давления газов при коротких замыканиях конструкцией КРУ предусмотрена установка клапанов разгрузки (рис. 1.2, 1.3), представляющих собой легко открываемые потоком газов крышки. Каждый высоковольтный отсек шкафа имеет свой клапан разгрузки. После дугового короткого замыкания внутри КРУ клапаны в исходное положение возвращаются вручную и фиксируются винтами.

1.2.2. Шторка отсека сборных шин.

Безопасная работа в отсеке выкатного элемента обеспечивается защитной шторкой (рис. 1.5, 1.6), которая при выкатывании выкатного элемента из контрольного положения в ремонтное автоматически закрывается, перекрывая доступ к неподвижным контактам, находящимся под напряжением. При вкатывании выкатного элемента бортик фасадной панели тележки надавливает на штыри и шторка открывает отверстия для ввода контактов выключателя.

Для фиксации шторок в открытом и закрытом положениях служит пружина. Конструкция шторочного механизма исключает самопроизвольное открывание шторки при нахождении выкатного элемента в ремонтном положении. При ремонте для обеспечения безопасной работы предусмотрена возможность запираания шторок в закрытом положении на навесной замок.

1.2.3. Заземляющий разъединитель

Узел заземляющего разъединителя шкафов КРУ состоит из следующих составных частей: заземляющего разъединителя, привода и системы рычагов и тяг. Включение заземляющего разъединителя может производиться только в контрольном положении каретки или ремонтном положении тележки. Вал управления заземляющим разъединителем выведен на фасад ячейки. Оперирование приводом производится вращением съемной рукоятки вверх или вниз. Съемная рукоятка закреплена в кронштейнах-держателях на торцевых стенках распреустройства.

Привод (рис.1.7, 1.8) имеет два фиксированных положения: включенное и отключенное.

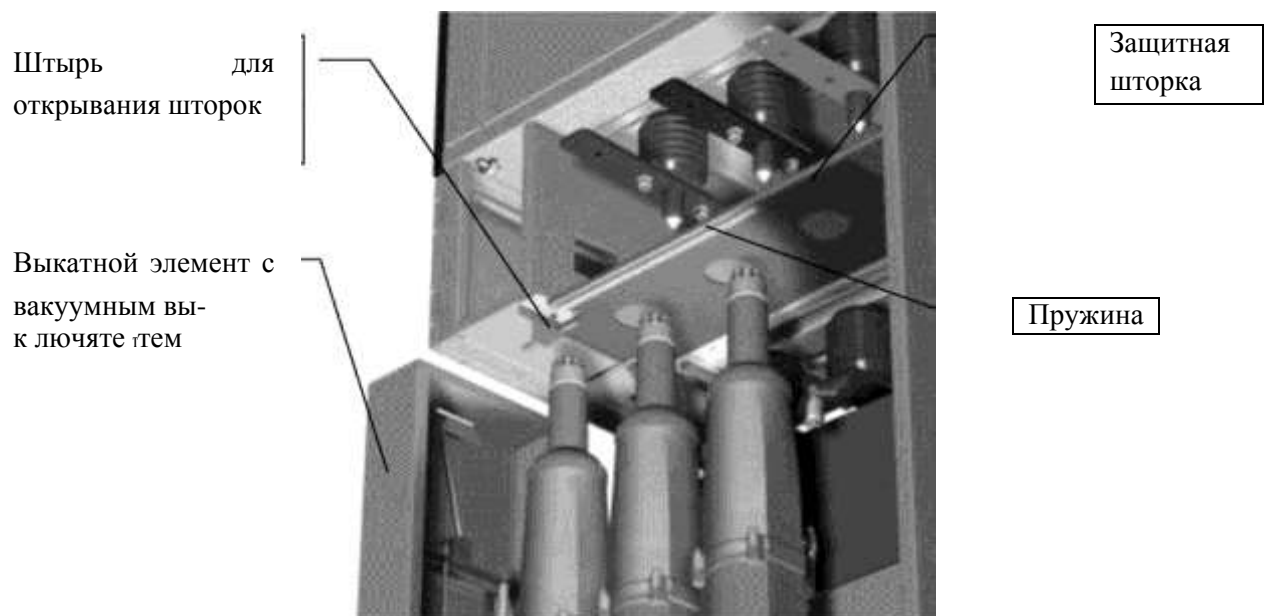


Рис 1.5 Шторка закрыта, выкатной элемент в разобранном положении.



Рис 1.6 Шторка открыта, выкатной элемент в контрольном положении.

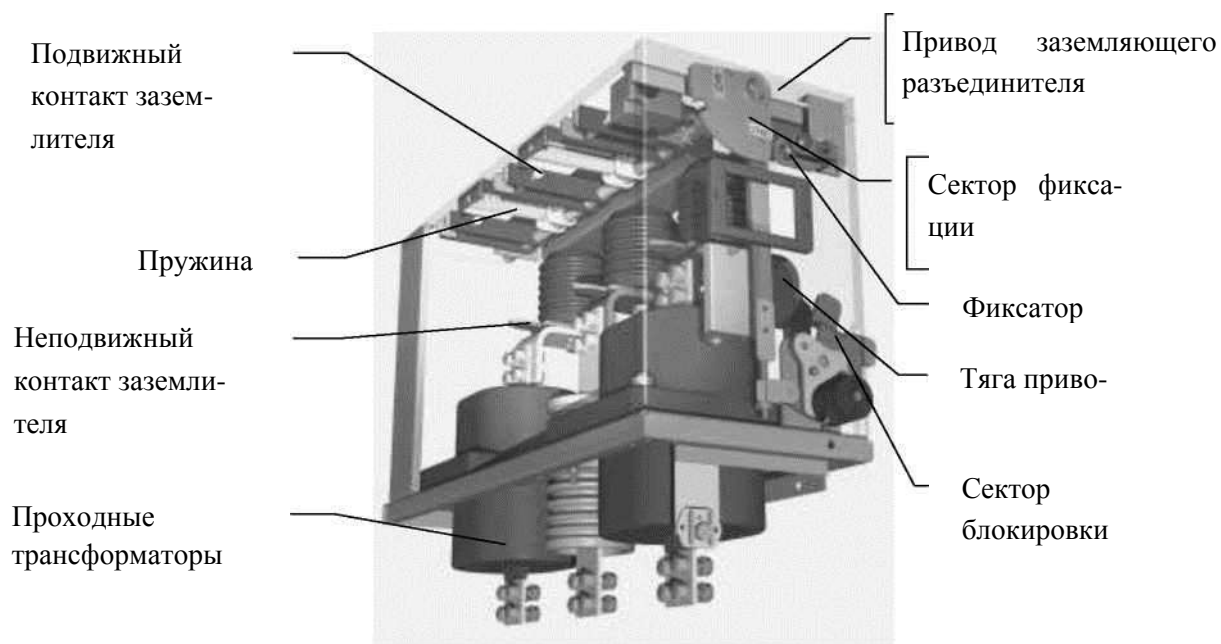


Рис 1.7 Заземляющий разъединитель выключен.

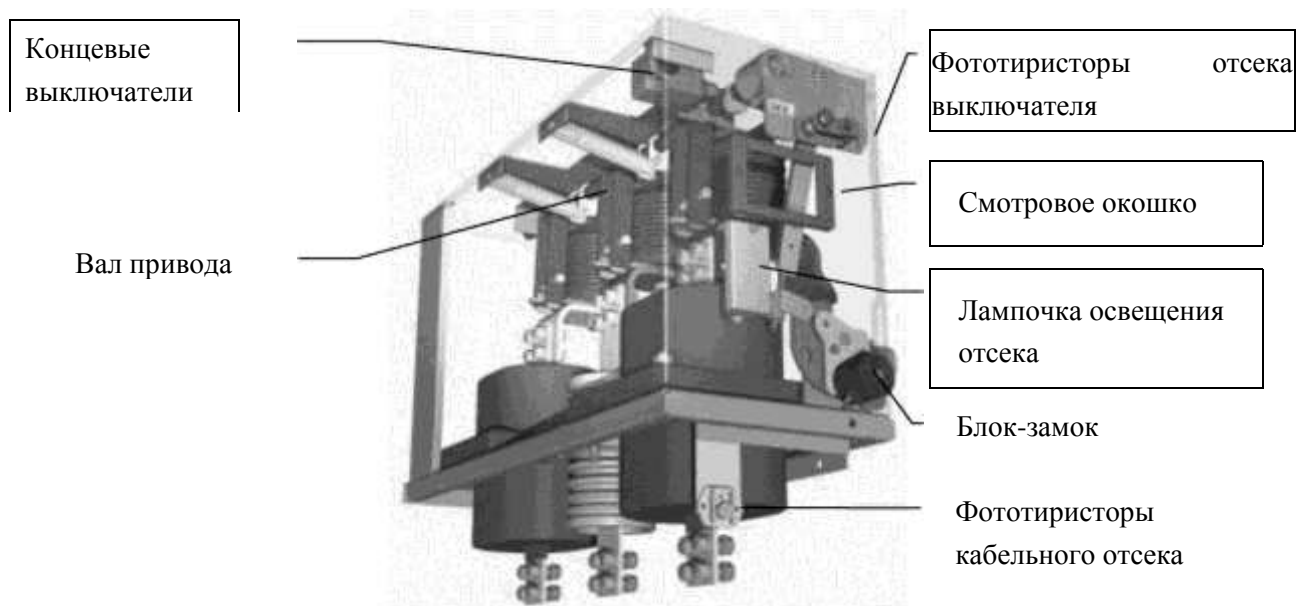


Рис 1.8 Заземляющий разъединитель включен.

Привод снабжен поворотным диском, в котором имеются отверстия для фиксации привода в отключенном и включенном положении с помощью фиксатора.

Для включения заземляющего разъединителя необходимо:

- переместить каретку в контрольное положение;
- вставить в гнездо привода съемную рукоятку;
- затем, потянув за фиксатор вывести его из зацепления с сектором привода заземляющего разъединителя;
- повернуть рукоятку против часовой стрелки; при повороте на угол около 15 градусов заземлитель включается автоматически.

Отключение заземляющего разъединителя производится поворотом рукоятки против часовой стрелки на угол 90 градусов.

Во включенном и отключенном положениях привода предусмотрена возможность запираания его на навесной замок.

В соответствии со схемами блокировок [1] ручные приводы и выкатные элементы снабжены блокировочными устройствами, препятствующими выполнению ошибочных операций. Блокировка выполняется с помощью механических или электромагнитных блокировочных замков.

Блокировочные замки устанавливаются на фасадной панели под окошком отсека заземляющего разъединителя и запирают поворотный сектор блокировки тележки, который тягой связан с поворотным сектором заземляющего разъединителя. Поворот сектора заземляющего разъединителя, а соответственно и включение заземляющего разъединителя возможно только при разрешающем положении блокировочного замка.

1.2.1. Выкатные элементы

Выкатные элементы (рис. 8) представляют собой сборно-сварную конструкцию, на которой устанавливается высоковольтное оборудование, определяемое схемой электрических соединений главных цепей шкафа, и разъединяющие контакты.

На выкатных элементах установлены вакуумные выключатели: ВВУ-СЭЩ-П4-10-20/1000(1600)УХЛ2 с пружинно-моторным приводом или вакуумные выключатели ВВУ-СЭЩ-Э4-10-20/1000(1600)УХЛ2 с электромагнитным приводом.

Выкатной элемент может занимать относительно корпуса шкафа положения: зафиксированное и ремонтное.

В ремонтном положении выкатной элемент полностью извлечен из корпуса шкафа, разъединяющие контакты главной и вспомогательной цепей разомкнуты, выкатной элемент, может быть подвергнут осмотру и ремонту.

В зафиксированном положении выкатной элемент находится в корпусе шкафа и зафиксирован фиксаторами. При этом каретка с выключателем может занимать два положения: Контрольное и рабочее.

В рабочем положении каретка поднята, разъемные контакты главной и вспомогательной цепей замкнуты и выкатной элемент полностью подключен для выполнения своих функций.

В контрольном положении каретка опущена, разъемные контакты главной цепи разомкнуты, изоляционный промежуток в пределах норм установленных конструкторской документацией, (выкатной элемент остается механически связанным с корпусом шкафа), вспомогательные цепи замкнуты и обеспечивают возможность проведения испытаний выкатного элемента и проверки вспомогательных цепей.

На раме выкатного элемента (Рис. 1.9, 1.10) установлен подъемный винтовой механизм, который приводится в действие с помощью съемной рукоятки, которая крепится на торцевой стенке выкатного элемента. Подъемный механизм перемещает в вертикальном направлении каретку с установленным на ней выключателем.

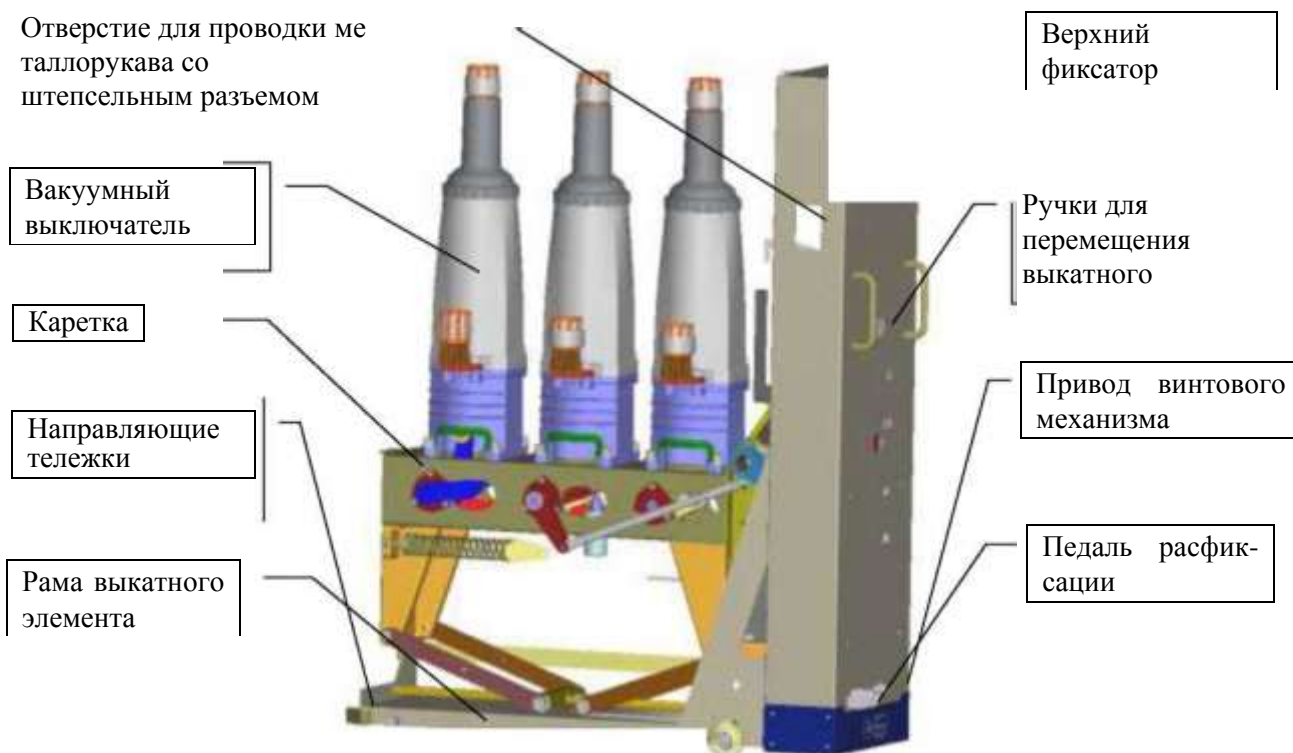


Рис 1.9

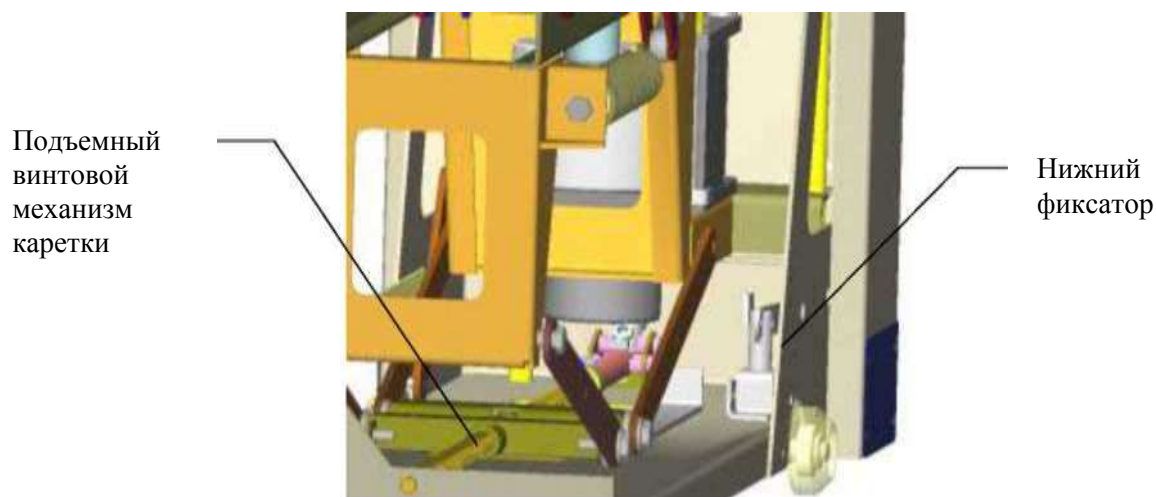


Рис 1.10

Тележка закрепляется в шкафу двумя фиксаторами: нижний фиксатор установлен на раме выкатного элемента и автоматически фиксирует тележку при закатывании в шкаф. Для расфиксации служит педаль.

Верхний фиксатор управляется вручную и заблокирован с кареткой так, что расфиксировать его можно только в контрольном положении выключателя. Для обеспечения постоянного электрического контакта на раме элемента выполнена оцинкованная полоса, а на раме ячейки самоустанавливающиеся контактные элементы, прижимающиеся к полосе при вкатывании тележки в шкаф.

Из ремонтного положения в зафиксированное выкатной элемент перемещается вручную и фиксируется с помощью фиксаторов (см. выше).

Электрическая связь выкатных элементов и релейных шкафов осуществляется одним штепсельным разъемом, подвижная часть которого закреплена на конце металлорукава, выходящего из релейного шкафа, а неподвижная на боковой левой стенке фасада тележки.

Надежность контактного соединения в штепсельном разъеме обеспечивается за счет пружинящей конструкции контактного гнезда розетки и плавающей конструкции контактной пары «гнездо-штырь».

Соединение и разъединение штепсельного разъема осуществляется воздействием оператора на вилку (усилие прикладывается с легким покачиванием вилки)

Штепсельный разъем необходимо оберегать от ударов и падений. После выкатывания выкатного элемента из ремонтного положения в зафиксированное необходимо соединить или разъединить перед выкатыванием его из зафиксированного положения в ремонтное штепсельные разъемы вспомогательных цепей.

ВНИМАНИЕ!

Соединение и разъединение штепсельных разъемов вспомогательных цепей выкатных элементов выключателей с электромагнитным приводом производить только при отключенном автомате цепей электромагнита включения привода. Для проверки вспомогательных цепей выкатных элементов при нахождении в ремонтном положении в комплекте ЗИП поставляются два удлинителя металлорукавов.

1.2.2. Блокировки.

В соответствии со схемами блокировок приводы заземляющего разъединителя и выкатные элементы шкафов КРУ снабжены блокировочными устройствами, препятствующими выполнению ошибочных операций.

В шкафах могут выполняться следующие виды блокировок:

- механическая;
- электромагнитная;
- смешанная.

Блокировки между тележкой, кареткой и заземляющими разъединителями выполнены механическими (рис.1.11, 1.12).

Блокировка выключателя с кареткой выполнена механической.

Рычажок блокировки на вакуумном выключателе упирается в специальную направляющую на выкатном элементе и имеет возможность повернуться только в контрольном и рабочем положениях каретки. При попытке поднять или опустить каретку с включенным выключателем рычажок поворачивается и отключает выключатель, при этом ход каретки составляет не более 10 мм.

Блокировка заземляющих разъединителей и дверей высоковольтных отсеков сделана механической. При открытой двери блокировочная скоба двери не дает повернуться рычажку блокировки привода заземляющего разъединителя и соответственно отключить заземляющий разъединитель.

При закрытой двери наоборот: рычажок блокировки привода заземляющего разъединителя (при отключенном заземляющем разъединителе) не дает привести в движение блокирующую скобу двери и соответственно открыть ее.

1.2.3. Дуговая защита от коротких замыканий.

В КРУ СЭЩ-66 имеется быстродействующая дуговая защита, выполненная с использованием разгрузочных клапанов избыточного давления в сочетании с фототиристорами, установленными в каждом отсеке шкафа.

Схемы от дуговых замыканий выполнены: •с блокировкой по току,

- с блокировкой по напряжению,
- с блокировкой по току и по напряжению, что исключает ложную работу защиты.

Для каждой секции сборных шин выполнен отдельный комплект защиты, который располагается в релейном шкафу шкафа трансформатора напряжения или на отдельной релейной панели.

Фототиристоры срабатывают от вспышки света дуги короткого замыкания мгновенно (время срабатывания фототиристора составляет 0,01с) и подают сигнал на отключение питающего выключателя участка цепи, на котором возникло короткое замыкание.

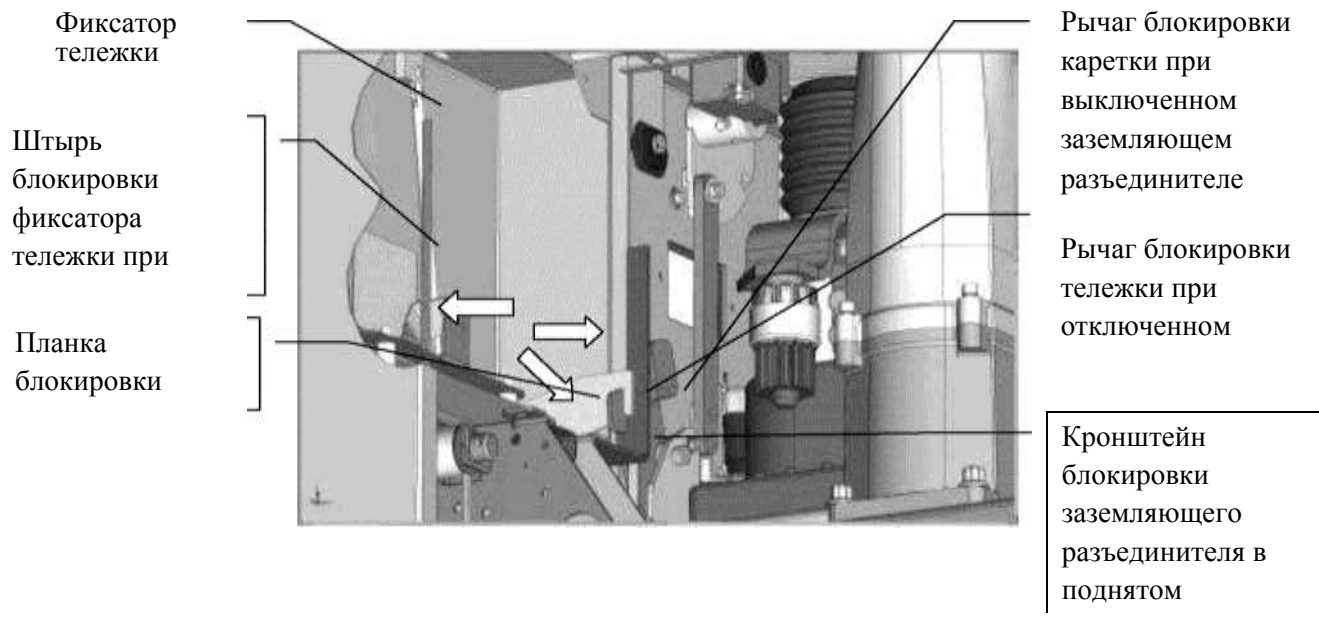


Рис.1.11 Тележка зафиксирована, каретка поднята. Заземляющий разъединитель отключен (передний полюс выключателя не показан).

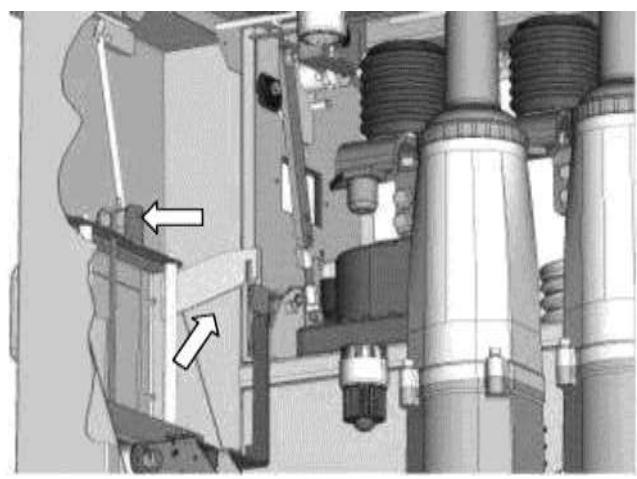


Рис 1.12 Тележка расфиксирована, каретка опущена, заземляющий разъединитель включен.

Срабатывание дуговой защиты происходит при токах короткого замыкания, равном 0,5кА (нижний уровень тока срабатывания).

Верхний уровень тока короткого замыкания, при котором гарантируется надежное срабатывание фототиристоров, соответствует номинальному значению тока электродинамической стойкости шкафов КРУ.

Время ограничения действия дуги короткого замыкания не превышает 0,2с и включает время отключения выключателя, время срабатывания релейной защиты и время срабатывания фототиристора.

1.2.3. Релейный шкаф.

Релейные шкафы бывают двух типов: обыкновенный и малогабаритный (в изучаемой ячейке установлен малогабаритный шкаф, рис. 1.13).

Релейный шкаф (рис. 1.13), представляющий сборную конструкцию, со шкафом для низковольтной аппаратуры вспомогательных цепей 1 и шкафом сигнализации 2, установлен над отсеком сборных шин. На двери шкафа сигнализации установлены приборы сигнализации, измерения и ручного управления. Электрическая связь между релейными шкафами выполнена по шинкам оперативных цепей внутри шкафов сигнализации, образующих общий объем.

Состав и соединения аппаратуры вспомогательных цепей определяются соответствующими схемами.

Двери шкафов отпираются и запираются с помощью ключа. Дверные замки всех релейных шкафов КРУ открываются одним ключом. Ключ находится в комплекте ЗИП.

1.2.4. Устройство для определения фазировки и наличия напряжения

В КРУЦ СЭЩ-66 предусмотрена установка индикатора напряжения стационарного ИНС-1, либо ИНС-1Ф. Индикаторные блоки устанавливаются на фасадной панели релейного шкафа.

На лицевой части индикаторного блока имеются светодиоды, которые информируют о наличии высокого напряжения на токоведущих частях, совпадении или несовпадении фаз (ИНС-1Ф).

Устройство ИНС-1 имеет три индикаторных датчика, которые устанавливаются в отсеке сборных ячейки ТН либо в отсеке ввода (вывода).

Устройство ИНС-1Ф имеет шесть индикаторных датчиков, три из которых устанавливаются в отсеке сборных шин и три в высоковольтном отсеке ввода (линии).

ПРАВИЛА ОПЕРИРОВАНИЯ ВЫКАТНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

1. Вкатите выкатной элемент вручную в фиксированное положение, в котором элемент автоматически фиксируется с помощью фиксаторов.
2. Перемещая выкатной элемент внутрь шкафа следите за тем, чтобы верхний фиксатор не упирался в дверку релейного шкафа до автоматической фиксации нижним фиксатором, затем поворотом ручки верхнего фиксатора по часовой стрелке, зафиксируйте выкатной элемент.
3. Соедините штепсельные разъемы вспомогательных цепей. Если на выкатном элементе установлен выключатель с электромагнитным приводом, соединения или разъединение штепсельных разъемов вспомогательных цепей производите только при выключенном автомате цепей электромагнита включения привода.
4. Для перемещения каретки в рабочее положение необходимо отключить заземляющий разъединитель. Перемещение осуществляется вращением привода по часовой стрелке. Правильное вхождение нижних контактов контролируется через смотровое окно отсека заземляющего разъединителя, а верхних контактов . через смотровое окно внутри релейного шкафа.
5. Для выкатывания выкатного элемента из фиксированного положения в ремонтное положение:
 - отключите выключатель;
 - переместите каретку из рабочего положения в контрольное вращением рукоятки привода;
 - включите заземляющий разъединитель;

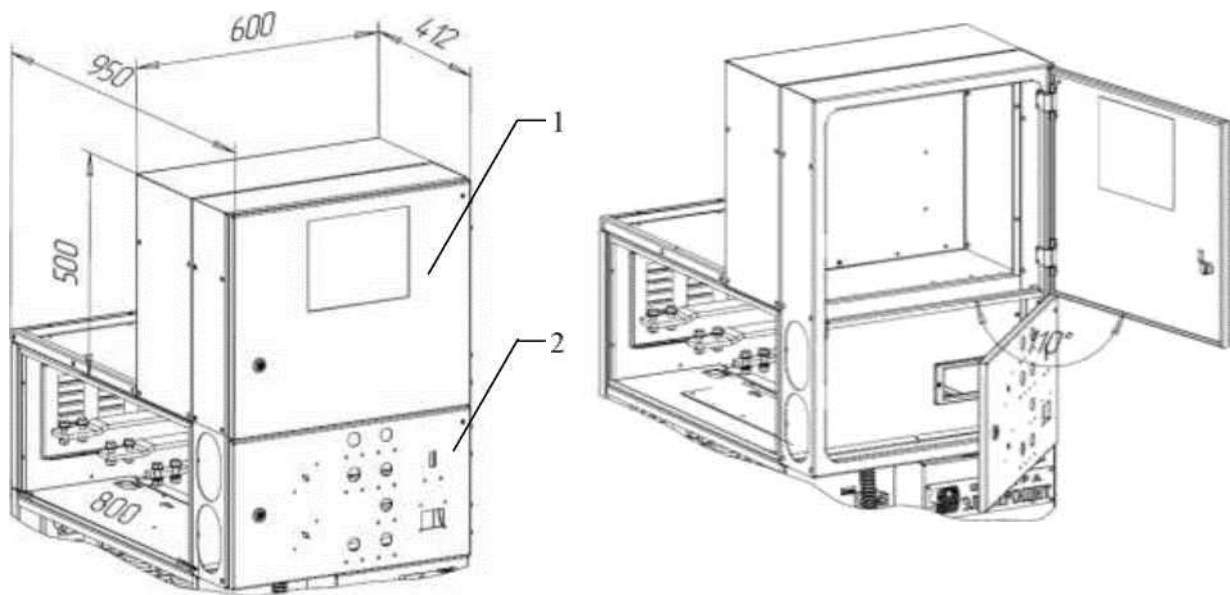


Рис. 1.13 Малогабаритный релейный шкаф.

- разъедините штепсельный разъем вспомогательных цепей;
- поверните ручку верхнего фиксатора против часовой стрелки до горизонтального положения;
- нажмите ногой педаль и потяните выкатной элемент на себя.

1. Не вкатывайте элемент резким толчком или с разгона. Затруднения при вкатывании элемента свидетельствуют о наличии в шкафу неустранимого дефекта.

ПРАВИЛА ОПЕРИРОВАНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИМИ РАЗЪЕДИНИТЕЛЯМИ.

Оперирование разъединителем допускается только в контрольном положении каретки или ремонтном положении выкатного элемента и не допускается при рабочем положении каретки. Перед включением заземляющего разъединителя убедитесь в отсутствии напряжения на заземляемом участке цепи.

2. Порядок выполнения лабораторной работы.

1. Изучить конструкцию камеры, назначение всех элементов.
2. Найти оборудование камеры: сборные шины, выключатель, заземляющий разъединитель, трансформаторы тока, ограничители перенапряжения, кабельный ввод, клапаны разгрузки давления, блокировки.
3. Изучить конструкцию вакуумного выключателя.
4. Изучить виды блокировок и принцип их действия.
5. Получить допуск преподавателя к работе.
6. Изучить конструкцию релейного шкафа, включить и отключить автоматические выключатели питания цепей защиты и сигнализации.
7. Включить и выключить выключатель. Убедиться в правильности работы устройства сигнализации состояния выключателя. Для этого включить питание оперативных цепей и провести следующие действия.
 - 7.1. Включить выключатель с помощью кнопки “Вкл” на панели управления ячейки, предварительно проверив готовность выключателя к включению (лампа 22, рис. 1).
 - 7.2. Отключить выключатель с помощью кнопки “Откл” на отсеке выкатного элемента, либо на панели управления ячейки.
8. Произвести операции включения и отключения заземляющего разъединителя. Убедитесь в правильности работы устройства сигнализации положения заземляющего разъединителя.
9. Подготовка к выводу в ремонт выключателя.

- 9.2. Проверить отключенное положение выключателя и опустить каретку.
- 9.3. Отсоединить металлорукав со штепсельным разъемом(16, Рис.1)
- 9.4. Проверить состояние заземляющих ножей. Они должны быть включены.
- 9.5. Выкатить выключатель, нажав на педаль фиксации (20, Рис.1) и втянув на себя за ручки выкатной элемент.

Все действия проводить с учетом блокировок и правилами оперирования.

10. Ввод выключателя в рабочий режим производится в обратном порядке.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет в письменном виде должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Краткие сведения о КРУ-66 и камере СЭЩ-66.
3. Эскизы основных элементов рассматриваемой ячейки (по указанию преподавателя), мнемосхему.
4. Работу блокировок от неправильного действия с выключателем и заземляющим разъединителем.
5. Действия при выводе в ремонт выключателя.
6. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Назначение и область применения КРУ СЭЩ - 66.
2. Что представляет собой КРУ СЭЩ - 66?
3. Как выполняются присоединения (ввод, вывод)?
4. Каким образом осуществляется заземление шкафов?
5. Расположение и окраска фаз ошиновки КРУ.
6. Какие исполнения могут иметь шкафы К-66?
7. Назначение камеры с вакуумным выключателем?
8. Основные отсеки и оборудование камеры?
9. Какие блокировки от неправильных операций предусматриваются в камере?
10. Типы основного оборудования, встраиваемого в камеру К-66?
11. Что предусматривается в камере для уменьшения разрушающего воздействия избыточного давления газов при коротких замыканиях?
12. Назначение и принцип действия ремонтной шторки?
13. Конструкция и принцип действия заземляющих разъединителей?
14. Необходимые действия для включения заземляющего разъединителя?
15. Назначение блокировочных замков?
16. Описать какие положения может занимать выкатной элемент?
17. Каким образом фиксируется выкатная тележка?
18. Как осуществляется электрическая связь выкатных элементов и релейных шкафов?
19. Виды блокировок?
20. Принцип работы блокировки выключателя с кареткой?
21. Принцип работы блокировки заземляющих разъединителей и дверей высоковольтных отсеков?
22. Действие дуговой защиты от коротких замыканий.
23. Последовательность действий при перемещении тележки.
24. Конструкция релейного шкафа.
25. Что такое ИНС-1, ИНС-1Ф?
26. Правила оперирования выкатными элементами.

Практическая работа 15 Тема «Изучение камеры одностороннего обслуживания СЭЩ-59»

Цель работы - изучить конструкцию и принцип действия камеры СЭЩ-59(К-59)

1. Основные теоретические положения

1.1. Общие сведения о КРУ СЭЩ-59

КРУ СЭЩ-59 предназначено для приема и распределения электрической энергии переменного трехфазного тока промышленной частоты 50 и 60 Гц напряжением 6 и 10кВ.

КРУ СЭЩ-59 применяется в качестве распределительных устройств 6¹⁰ кВ, в том числе и распределительных устройств трансформаторных подстанций, включая комплектные трансформаторные подстанции (блочные) 35/6¹⁰ кВ, 110/6¹⁰ кВ и 110/35/6¹⁰ кВ.

КРУ СЭЩ-59 представляет собой отдельностоящий блок высоковольтных ячеек с коридором управления (далее - блок КРУ), шкаф ТСН и шкаф ВЧ связи при наличии, а для подстанций без развитого РУ-6(10) кВ - отдельный шкаф ТН.

Заземление блока и отдельностоящих шкафов КРУ осуществляется путем приварки оснований блока и шкафов к контуру заземления.

Высоковольтная часть блока разделена вертикальными перегородками на ячейки, которые могут иметь следующие исполнения:

- ячейка ввода (вывода) (ввод воздушный или кабельный, наибольшее количество кабелей - 4шт. сечением не более, чем 3х185 мм²);
- то же с трансформаторами напряжения;
- ячейка с воздушным вводом (выводом) и кабельным выводом (вводом);
- ячейка трансформаторов напряжения;
- ячейка конденсаторов;
- ячейка с трансформаторами напряжения и разрядниками;
- ячейка секционного выключателя (с трансформаторами тока в двух или трех фазах);
- ячейка секционного разъединителя;
- ячейка секционирования;
- ячейки воздушного и кабельного ввода (вывода) могут иметь панель со вторым комплектом трансформаторов тока.

В ячейках размещено высоковольтное оборудование и шкафы с аппаратурой вспомогательных цепей. КРУ СЭЩ-59 поставляется с полностью смонтированными в пределах транспортного блока главными и вспомогательными цепями. Компоновка ячеек и блока в целом предусматривает удобство осмотров, ремонта и демонтажа основного оборудования во время эксплуатации КРУ без снятия напряжения со сборных шин и соседних присоединений. КРУ СЭЩ-59 выполнено с одной системой сборных шин, питание на которые подается через высоковольтный выключатель ячейки ввода.

Ошиновка КРУ выполнена неизолированными шинами со следующим расположением фаз (по виду из коридора обслуживания) и окраской:

- левая шина- фаза А, желтая;
- средняя шина -фаза В, зеленая;
- правая шина фаза С, красная.

Надежность электроснабжения обеспечивается релейной защитой. Эксплуатация КРУ СЭЩ-59 не требует постоянного обслуживания.

В целях предотвращения неправильных операций при проведении ремонтнопрофилактических и других работ в КРУ имеются блокировки, не допускающие:

- перемещения выкатной тележки элемента из контрольного положения в рабочее при включенных ножах заземляющего разъединителя;

- включения высоковольтного выключателя при нахождении выкатной тележки между рабочим и контрольным положениями;
- перемещения выкатной тележки из рабочего положения в контрольное и обратно при включенном высоковольтном выключателе;
- включение заземляющего разъединителя сборных шин секции при рабочем положении выкатных тележек шкафов ввода;
- включения и отключения трансформатора собственных нужд под нагрузкой;
- включение заземляющего разъединителя при нахождении выкатной тележки в рабочем или промежуточном между рабочим и контрольным положениями;
- вкатывание выкатной тележки ячейки ввода далее контрольного положения при
- включенных ножах заземления на сторонах ВН и СН подстанции.

Камера СЭЩ-59 с выкатным элементом (выключателем)

- Камера СЭЩ-59 используется как ячейка отходящих линий, входящая в состав КРУ К-59.
- Внешний вид камеры с указанием основных элементов представлен на рис. 2.1.
- Камера СЭЩ-59 предназначена для коммутации сетей и отключения токов короткого замыкания, перегрузок и снабжена вакуумным выключателем выкатного типа.
- Камера СЭЩ-59 оборудована микропроцессорным устройством защиты “БМРЗ-КЛ”, предназначенным для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6-35 кВ.
- Типы основного оборудования, встраиваемого в камеру СЭЩ-59:
- 1. Высоковольтные выключатели:
 - вакуумные: ВБУП(Э) 3-10-20(31,5); ВВП(М)-10-20; ВБЭК-10-20(31,5);
 - ВВЭ-М-10-20(31,5); ВВПВ-10-20(31,5); ВБКЭ-10-20; ВБТЭ-М-10-20; ВВ/^-10/20(25); Эволис; ЗАН; VD-4.
 - элегазовые: LF-1.
- Трансформаторы тока: ТОЛС-10; ТЛК-10; ТОЛ-10; ТЛО-10; Основанием ячейки служит рама с направляющими для выкатной тележки и неподвижным контактом для ее заземления.
- С помощью болтового соединения на раме закреплен узел фиксации положения выкатной тележки.
- Выкатная часть ячейки с помощью стенок и панелей разделена на три отсека:
 - отсек выкатной тележки;
 - отсек ввода;
 - отсек сборных шин;

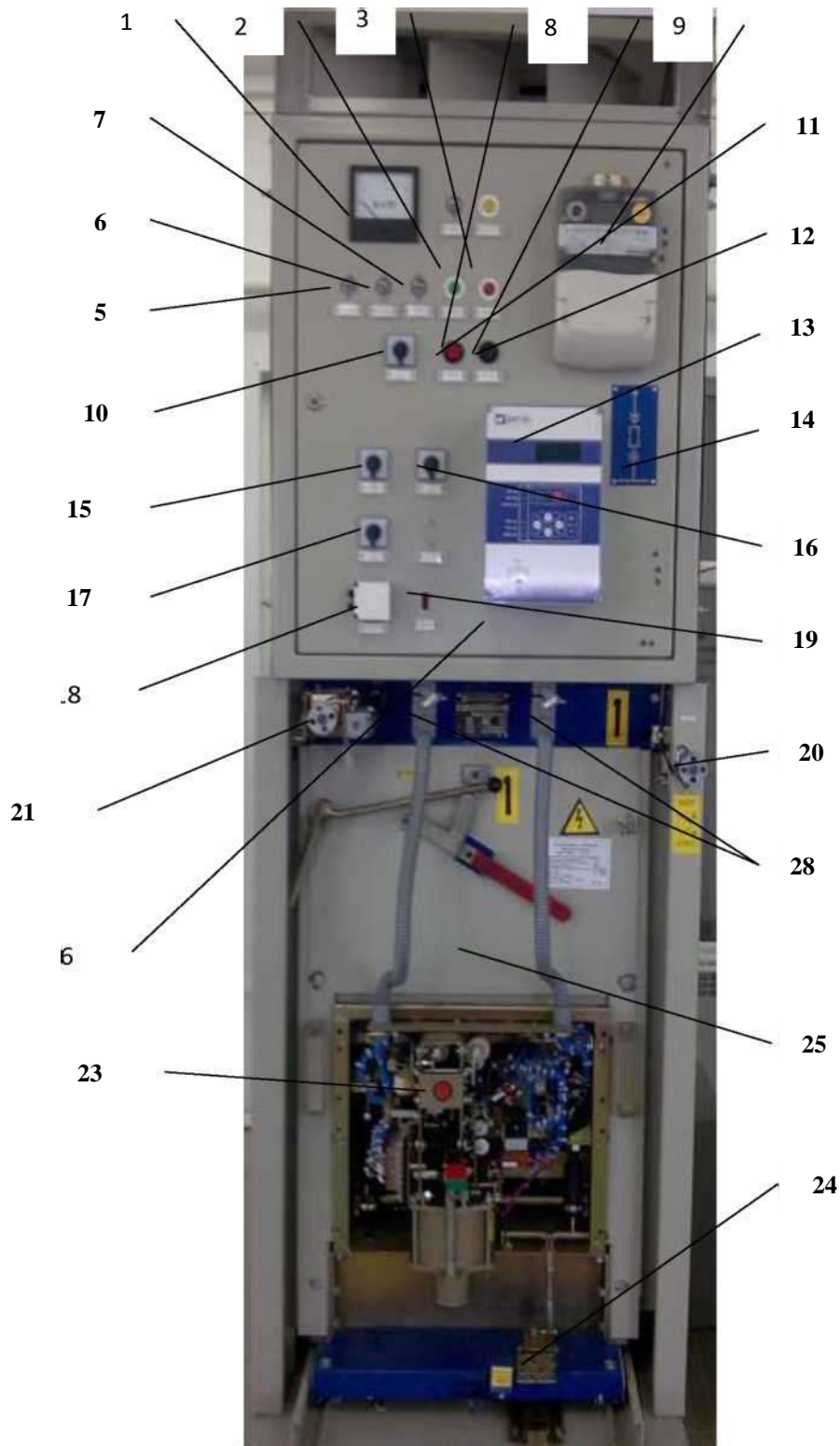


Рис. 2.1 Камера СЭЩ-59 с вакуумным выключателем.

1.-Амперметр; 2.-Лампа сигнализации срабатывания защиты; 3.-Лампа “Неисправность”; 4.-Счетчик активной и реактивной мощностей; 5.-ЗДЗ отсека выключателя; 6.-Лампа неисправности цепи управления; 7.-Лампа неисправности БМРЗ; 8.-Лампа сигнализации “выключатель включен”; 9.-Лампа сигнализации “выключатель отключен”; 10.-ЗДЗ ячейки; 11.-Кнопка “Откл” выключателя; 12.-Кнопка “Вкл” выключателя; 13.-Терминал релейной защиты “БМРЗ-КЛ”; 14.- Мнемосхема; 15.-Ключ “режим управления” местное или дистанционное; 16.- Ключ блокировки АПВ; 17.-Ключ УРОВ; 18.-Штепсельный разъем; 19.- Включение освещения ячейки; 20.- Эл. Магнитная блокировка включения заземляющего разъединителя; 21.-Эл. Магнитная блокировка выкатной тележки; 22.- Штепсельные разъемы; 23.-Кнопка “Откл” выключателя; 24.-Педаля фиксации; 25.- Отсек выкатного элемента; 26.-Отсек релейной защиты.

Мнемосхема с указанием встроенных аппаратов и оборудования представлена на рис 2.2.

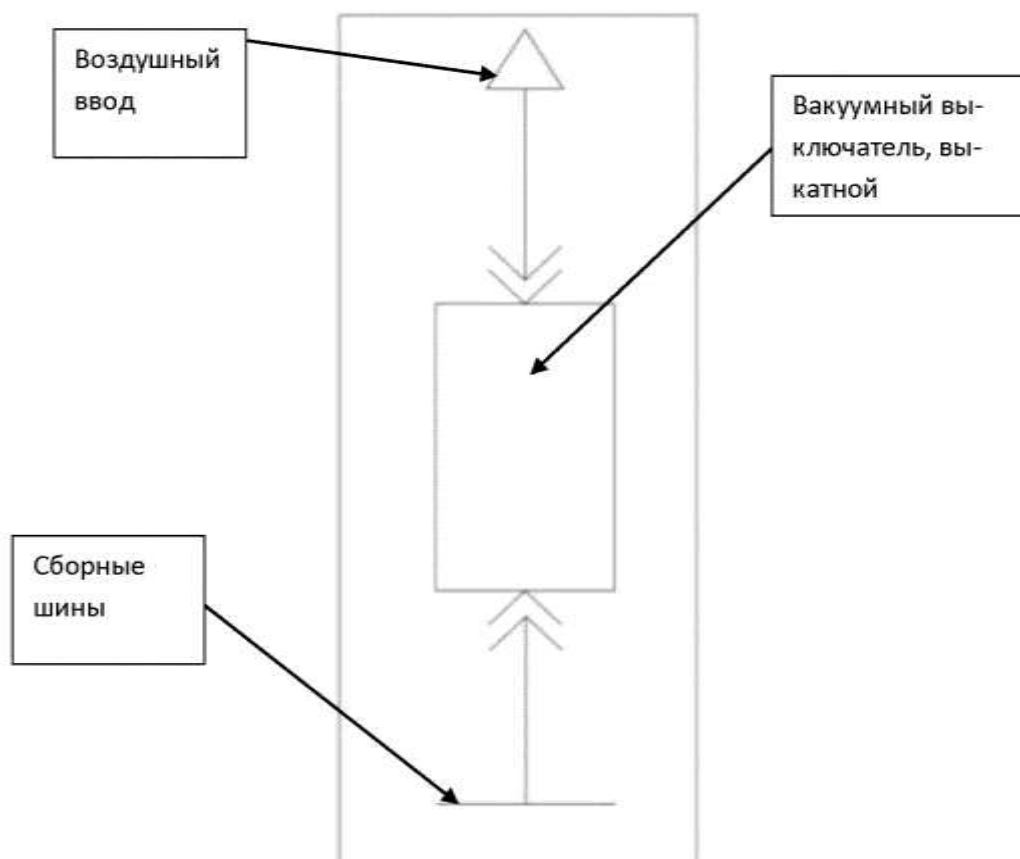


Рис 2.2 Поясняющая схема с указанием аппаратов и оборудования.

С задней стороны отсеки ввода и сборных шин закрыты съемными стенками.

Отсек сборных шин и отсек ввода ячейки имеют одну общую заднюю стенку с дверьми в каждой из отсеков

Отсеки ввода и выкатной тележки имеют дифференциальный разгрузочный клапан представляющий собой жесткую перегородку, шарнирно закрепленную в нижней части и избирательно (в зависимости от места возникновения короткого замыкания) отклоняющуюся потоком газов.

В исходное положение клапан возвращается вручную.

В камере имеется быстродействующая дуговая защита, выполненная на светочувствительных элементах (фототиристорах или светодатчиках системы ОВОД),

установленных в высоковольтных отсеках, причем, при коротком замыкании в цепях сборных шин КРУ, с возможностью выполнения АПВ. Оперирование заземляющими разъединителями производится ручными приводами поворотом съемной ручки. Ручку возможно вставить в гнездо привода только при ремонтном положении выкатной тележки и разрешающем положении блокировочных замков на приводе. Для включения или отключения заземляющего разъединителя необходимо вывести из зацепления фиксатор, затем повернуть ручку соответственно вверх или вниз.

В соответствии со схемами блокировок ручные приводы и выкатные тележки снабжены блокировочными устройствами, препятствующими выполнению ошибочных операций.

Блокировка заземляющих разъединителей части выкатных тележек выполнена с помощью механических блокировочных замков. Кроме того, на приводе заземляющего разъединителя в ячейке ввода установлены электромагнитный замок и концевой выключатель для блокировки разъединителей на сторонах ВН и СН силовых трансформаторов подстанции.

Блокировка выкатной тележки высоковольтного выключателя ячейки ввода выполняется как механической, так и электромагнитной.

Механическая блокировка осуществляется блок-замком во взаимодействии с упором, который не допускает вкатывания тележки из контрольного положения в рабочее.

При наличии электромагнитной блокировки ключ с обменного блокировочного замка при наличии разрешающего со стороны ВН и СН сигнала на электромагнитном замке переносится на замок.

В отсеке выкатной тележки смонтированы: привод заземляющего разъединителя, проходные изоляторы с неподвижной частью разъединяющих контактов главных цепей.

Безопасная работа в отсеке выкатной тележки обеспечивается защитными шторками, которые при выкатывании тележки из контрольного положения в ремонтное автоматически закрываются, перекрывая доступ к неподвижным контактам, находящимся под напряжением. В закрытом положении предусмотрена возможность запираания шторок на замок.

Для предотвращения опрокидывания выкатных тележек при коротких замыканиях, предусмотрено дополнительное крепление выкатных тележек в рабочем положении с помощью скоб.

Для выкатывания тележки скобы необходимо приподнять.

Для удобства наблюдения за состоянием оборудования в отсеках выкатных тележек в панели имеются смотровые окна, а под релейными шкафами в ячейках с выключателями - место для установки ламп подсветки. Предусмотрено использование ламп на напряжение 36 вольт мощностью не более 40 ватт.

Порядок выполнения лабораторной работы.

1. Изучить конструкцию камеры, назначение всех элементов.
2. Найти все оборудование камеры: сборные шины, выключатель, заземляющий разъединитель, трансформаторы тока, кабельный ввод, блокировки.
3. Получить допуск преподавателя к работе.
4. Включить и выключить выключатель. Для этого включить питание оперативных цепей и провести следующие действия:

- Включить выключатель с помощью кнопки “Вкл” на панели управления ячейки.
 - Отключить выключатель с помощью кнопки “Откл” на отсеке выкатного элемента, либо на панели управления ячейки.
5. Подготовка к выводу в ремонт выключателя.

Вращением рукоятки привести в движение привод винтового механизма[^], Рис.2.2), тем самым опуская контакты выключателя.

6. Обратит внимание на изменения в мнемосхеме.

- Отсоединить металлорукав со штепсельным разъемом(16, Рис.2.2)
- Снять Эл. Магнитную блокировку привода тележки(21, Рис. 2.1)
- Включить заземляющий разъединитель. Для этого вывести из зацепления фиксатор, затем повернуть ручку соответственно вверх или вниз.(20, Рис.2.1)
- Выкатить выключатель, нажав на педаль фиксации (24, Рис.2.1) и втянув на себя за ручки выкатной элемент.

7. Ввод выключателя в рабочий режим производится в обратном порядке.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет в письменном виде должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Краткие сведения о КРУ-66 и камере СЭЩ-66.
3. Мнемосхему.
4. Порядок работы.
5. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и область применения КРУ СЭЩ - 59.
2. Что представляет собой КРУ СЭЩ - 596?
3. Как выполняются присоединения (ввод, вывод)?
4. Каким образом осуществляется заземление шкафов?
5. Какие имеются блокировки в КРУ, с целью предотвращения неправильных операций при проведении ремонтнопрофилактических и других работ?
6. Перечислите типы основного оборудования, встраиваемого в камеру СЭЩ-59
7. Как производится управление заземляющими разъединителями?
8. Как обеспечивается безопасная работа в отсеке выкатной тележки?

Практическая работа 16 Изучение камеры одностороннего обслуживания КСО с вакуумным выключателем (схема 214131)

Цель работы - изучить конструкцию и принцип действия камеры КСО - СЭЩ схема 214131.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Общие сведения о КРУ КСО-СЭЩ

Устройство комплектное распределительное, состоящее из камер сборных одностороннего обслуживания «СамараЭлектроЩит» КСО- СЭЩ (далее КСО), предназначено для приема и распределения электрической энергии переменного трехфазного тока частотой 50 Гц напряжением $6\sqrt{10}$ кВ.

КРУ КСО применяется в качестве устройства высшего напряжения (УВН) для модернизированной серии комплектных трансформаторных подстанций КТП 10/0,4 (КТПП (промышленная), КТПА, КТПСН (собственных нужд), КТПГ (городская)) мощностью от 100 до 2500 кВА.

КРУ КСО используется:

- в нефтяной, газовой, угольной и металлургической промышленности;
- в энергетике;
- в распределительных сетях энергокомплекса;
- в сельском хозяйстве;
- для нужд промышленных предприятий;
- для городских и муниципальных сетей.

КСО предназначены для работы внутри помещения (климатические исполнения УЗ и ТЗ по ГОСТ 15150-69), при следующих условиях:

- высота над уровнем моря до 1000м; допускается эксплуатация КСО на высоте над уровнем моря более 1000м, при этом следует руководствоваться указаниями ГОСТ 8024 - 90, ГОСТ 1516.1-96 и ГОСТ 17516.1 - 90;

нижнее значение температуры окружающего воздуха:

- для исполнения УЗ - минус 25°C;
 - для исполнения ТЗ -минус 10°C;
- тип атмосферы по ГОСТ 15150-69:
- для исполнения УЗ - II тип (примерно соответствует атмосфере промышленных районов);
 - для исполнения ТЗ - III тип.

КСО не предназначено для эксплуатации в среде, подвергающейся усиленному загрязнению, действию газов, испарений и химических отложений, вредных для изоляции, а так же в среде, опасной в отношении взрыва и пожара.

Конструкция КСО сейсмостойка во всем диапазоне сейсмических воздействий землетрясения до 9 баллов по шкале MSK 64 включительно на уровне 25 м по ГОСТ 17516.1-90.

КСО соответствуют требованиям ТУ 3414-056-00110473-2003.

Структура условного обозначения камер КСО приведена ниже. Вместо традиционного номера схемы в структурном обозначении камеры введена нумерация из шести цифр, которая однозначно идентифицирует исполнение камеры по схеме электрических соединений главных цепей.

КСО- СЭЩ- X X X X X X - XX- XXX /20 XX

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

- | | |
|--|--|
| 1. Камера сборная одностороннего обслуживания. | |
| 2. Самарский завод «Электрощит» | |
| 3. Основной аппарат: 4. Наличие ЗР: | |
| 2 - силовой выключатель; 0 - без ЗР; | |
| 3 - ВНА; 1 - линейный ЗР; | |
| 4 - разъединитель; 2 - шинный ЗР; | 3 - линейный и шинный ЗР; |
| 5 - ТН; | |
| 6 - без аппарата; | 4 - линейный и верхний ЗР; |
| 9 - шинные мосты. | 5 - верхний ЗР. |
| 5. Номер схемы в подгруппе. | 8. Наличие ОПН: |
| 6. Ввод (вывод) в шкаф: | 0 - без ОПН; |
| 0 - кабель без ТТНП; | 1 - на линии; |
| 1 - кабель с ТТНП; | 2 - на сборных шинах; |
| 2 - шинный сзади; | 3 - на линиях и сборных шинах. |
| 3 - шинный справа; | 9. Номинальное напряжение, кВ: 6 или 10. |
| 4 - шинный слева; | 10. Номинальный ток, А: 630 или 1000. |
| 9 - нет. | 11. Ток термической стойкости, кА. |

7. Количество ТТ (в схемах 5ХХ - количество ТН). 12. Климатическое исполнение и размещение по ГОСТ 15150 УЗ, ТЗ.

Распределительное устройство КСО-СЭЩ состоит из состыкованных камер цельнометаллической конструкции, в пределах каждой камеры основные цепи собраны по одной из схем, смонтированы все аппараты, приборы измерения, релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления.

Присоединения (вводы или выводы) могут быть как кабельными (предпочтительно), так и шинными. Шинный ввод (вывод) в камеры выполняется шинопроводом через проходные изоляторы на задней или на боковой стенке.

Любые боковые выводы из камер КСО-СЭЩ осуществляются через проходные изоляторы типа ИП-10.

Фундамент под камеры КСО-СЭЩ выполняется в одном уровне. Камеры устанавливаются на закладные элементы фундамента и привариваются к ним через 4 отверстия в каждой камере.

Кабельный ввод в камеру КСО-СЭЩ осуществляется через кабельные каналы снизу камеры и с подсоединением внутри камеры. Конструкция камеры позволяет подключать не более двух трехжильных высоковольтных кабелей сечением 240 мм² или трех одножильных высоковольтных кабелей сечением до 630 мм².

Заземление камер выполняется подсоединением шинок заземления к основанию камер с помощью болта заземления. Металлические части встроенного оборудования и доступные прикосновению металлические конструкции имеют электрический контакт с каркасами камер КСО посредством шинок заземления или зубчатых шайб.

Камера КСО-СЭЩ (Рис.3.1) собрана из листовых панелей толщиной 2-3мм, внутренние и задние панели выполнены из оцинкованного металла, фасадные детали защищены от коррозии полимерным лакокрасочным покрытием. С фасада имеются дверки для доступа к оборудованию со смотровыми окошками.

Разъединители, заземляющие разъединители и выключатели нагрузки размещены на правой стенке камеры, фазами вглубь шкафа. Привод этих аппаратов осуществляется шестигранной рукояткой, вставляющейся непосредственно в отверстие с торца вала аппарата, что исключает передаточные звенья и повышает надёжность.

Приводы имеют фиксированные включенное и отключенное положения с возможностью запираения в любом из них на навесной замок, и имеют указатели положения. На приводах предусмотрена возможность установки электромагнитных блокировочных замков. На валах силового выключателя, выключателя нагрузки, разъединителя и заземляющего разъединителя установлены концевые выключатели, с помощью которых контролируется состояние аппаратов. Конструкция камер КСО-СЭЩ обеспечивает локализацию аварии при возникновении короткого замыкания внутри отсеков камеры.

Дуговая защита камер (кроме камер с ВНА) выполнена с использованием разгрузочных клапанов избыточного давления (находятся на крыше и задней стенке камер) и чувствительных элементов дуговой защиты (фототиристоров или оптоволоконных датчиков) и обеспечивает отключение дуговых коротких замыканий внутри КСО при величине тока дуги 500А и более. Время ограничения действия дуги короткого замыкания не превышает 0,2с.

Сборные шины расположены в верхней части камеры в одной горизонтальной плоскости, ближняя к фасаду - шина фазы С, средняя В и дальняя А. Доступ к сборным шинам осуществляется через крышу или через верхнюю фасадную дверку.

В правой боковой панели каждой камеры расположены проходные изоляторы, сквозь которые и пропущены сборные шины, таким образом осуществляется полная локализация отдельной камеры; как такового общего отсека сборных шин в КСО-СЭЩ нет.

2. Камера с вакуумным выключателем

Камера с вакуумным выключателем (КСО - СЭЩ - 242131) имеют ширину 800мм и разделена стационарной металлической перегородкой на 2 отсека, связанные шинами через проходные изоляторы (рис.3.1, 3.3):

- отсек шинного разъединителя, в котором размещены часть сборных шин, шинный разъединитель и верхний заземляющий разъединитель. Конструктивно в этих камерах невозможна установка заземляющего разъединителя сборных шин, заземление должно осуществляться в соседних шкафах без выключателя;

- отсек выключателя, вмещающий вакуумный выключатель, трансформаторы тока, линейные разъединитель и заземляющий разъединитель и узел кабельного или шинного ввода.

В камере КСО расположены следующие элементы представленные на мнемосхеме (рис. 2).

Вакуумный выключатель стационарно установлен в камере. Управление им осуществляется с фасада привода либо с двери релейного шкафа. Для доступа к механизму привода снимается защитный кожух, выступающий с фасада шкафа. Привод может быть демонтирован и отправлен в ремонт отдельно от выключателя. Электрическая связь привода и релейного шкафа осуществляется через специальные разъёмы. Для ремонта выключателя откручиваются 12 болтов присоединения шин и 4 болта крепления, и выключатель выдвигается по горизонтальным направляющим из шкафа.

Лоток контрольных кабелей

Большой релейный шкаф >

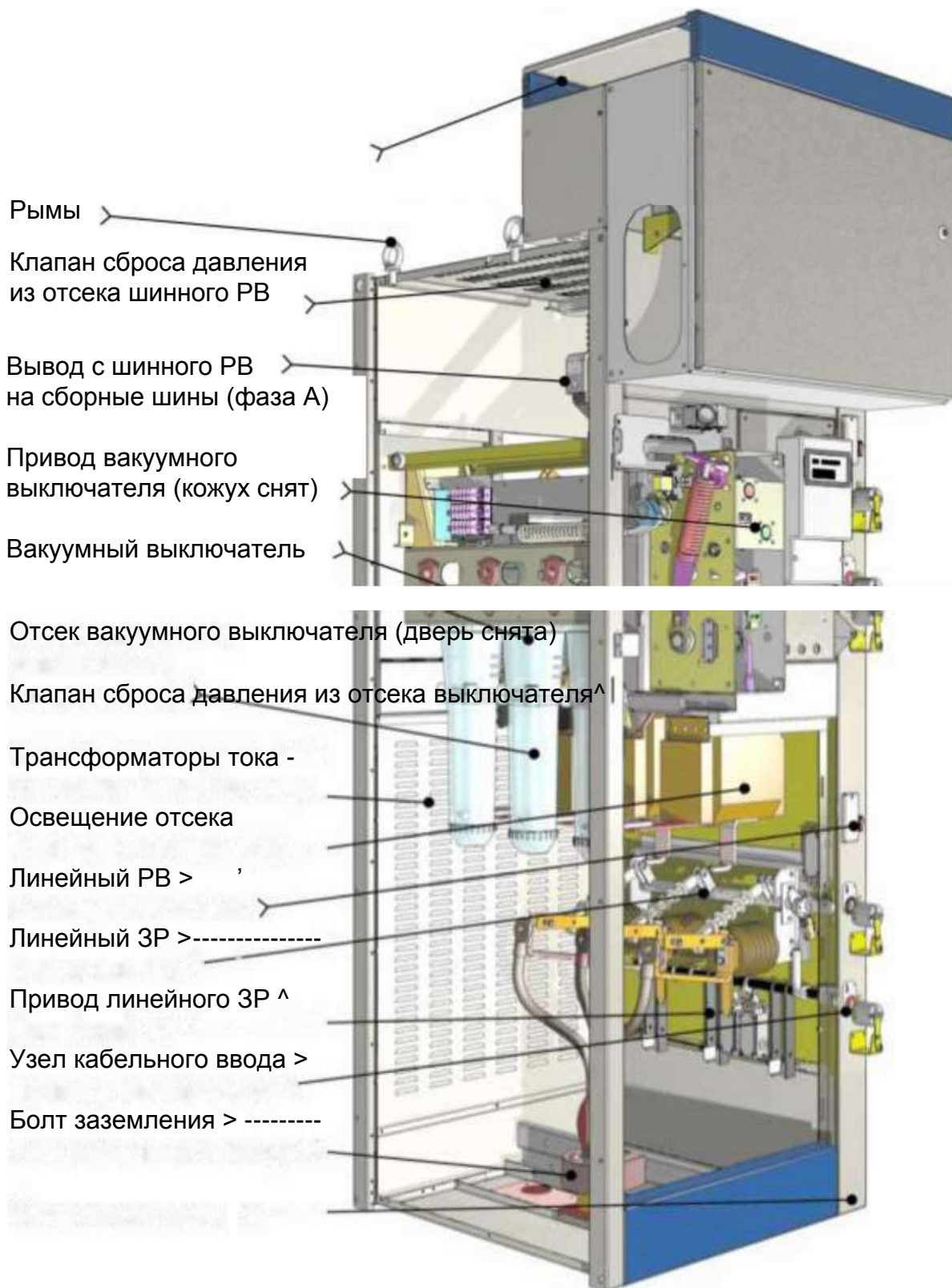


Рис. 3.1 Камера КСО с выключателем.

Сборные шины Щитный РВ
Разъединители предназначены

- для создания видимого разрыва электрической цепи с целью обеспечения безопасного обслуживания оборудования;
- для включения и отключения под напряжением обесточенных участков цепи высокого напряжения;
- заземления отключенных участков при помощи стационарных заземлителей;
- для отключения и включения тока холостого хода трансформаторов

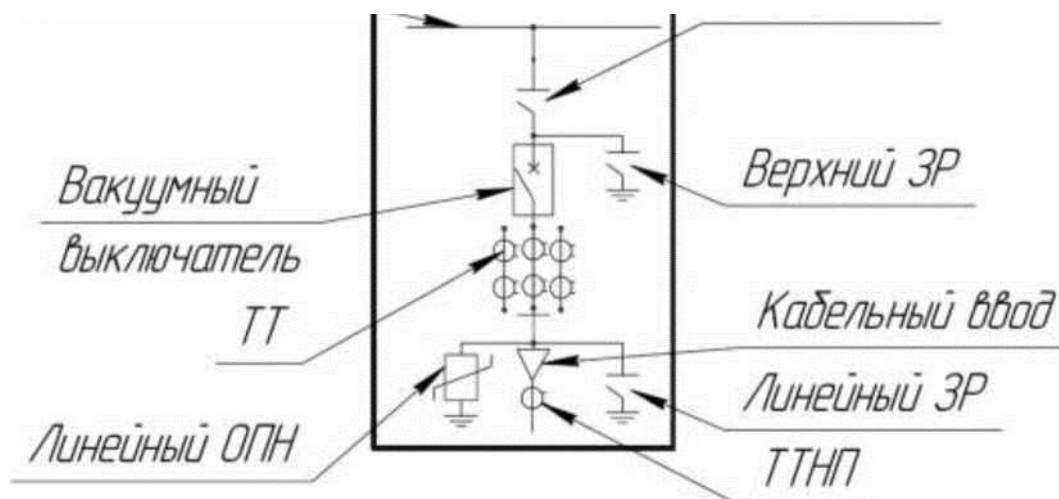


Рис. 3.2 Мнемосхема (КСО - СЭЩ - 242131)

Силовой разъединитель (рис. 3.4). Силовой разъединитель РВ(З) СЭЩ расположен в средней части шкафа КСО и имеет два положения “включено” и “отключено”, которые отображаются указателем положения, расположенного на панели привода. Панель управления приводом выключателя находится на лицевой панели шкафа. Разъединитель имеет привод со съемной рукояткой. Для управления приводом разъединителя на панели управления привода имеется гнездо для установки съемной рукоятки. Операция включения и отключения разъединителя производится поворотом съемной рукоятки по часовой стрелке или против часовой стрелки в соответствии с указателем направления движения привода. На приводе разъединителя предусмотрена возможность установки электромагнитного блокирующего замка, обеспечивающего выполнение схем блокировки.

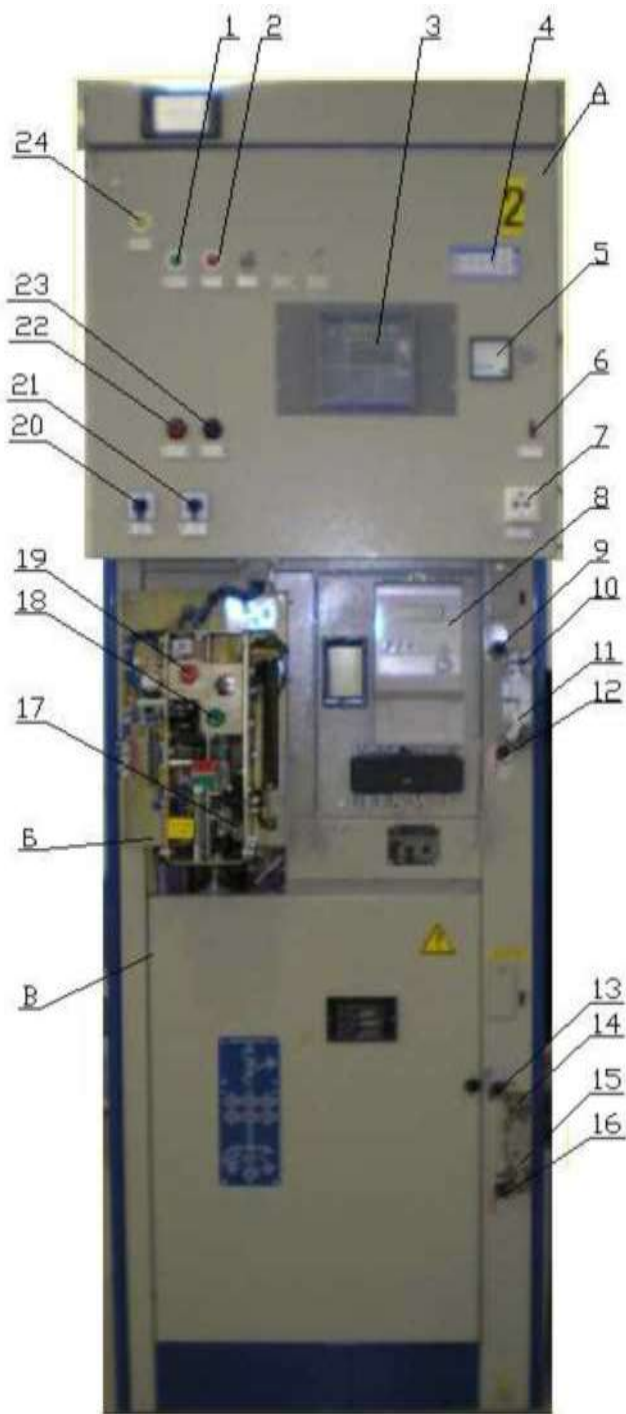


Рис. 3.3 Камера КСО с вакуумным выключателем

1.- Лампа сигнализации отключения вакуумного выключателя; 2. - Лампа сигнализации включения вакуумного выключателя; 3. - Терминал релейной защиты “Сириус - 2МЛ”; 4- Указатель фаз “Кристалл - фаза”; 5. - Амперметр; 6. - Включение освещения ячейки; 7. - Штепсельный разъем; 8. - Счетчик активной и реактивной мощности; 9. - Разъем для механического включения линейного разъединителя входящей линии; 10. - Эл. магнитная блокировка включения линейного разъединителя входящей линии; 11. - Эл. магнитная блокировка включения шинного разъединителя входящей линии; 12. - Разъем для механического включения шинного разъединителя входящей линии; 13. - Разъем для механического включения линейного разъединителя отходящей линии; 14. - Эл. магнитная блокировка включения линейного разъединителя отходящей линии; 15. - Эл. магнитная блокировка включения шинного разъединителя отходящей линии; 16. - Разъем для механического включения шинного разъединителя отходящей линии; 17. - Разъем для ручного взвода пружины; 18. - Кнопка “ОТКЛ.” выключателя; 19. - Кнопка “ВКЛ.” выключателя; 20. - Ключ “Выбор режима” местное или дистанционное; 21. - Ключ “ЗДЗ”; 22. - Кнопка “ОТКЛ.”; 23. - Кнопка “ВКЛ.”; 24. - Лампа “Аварийная сигнализация”

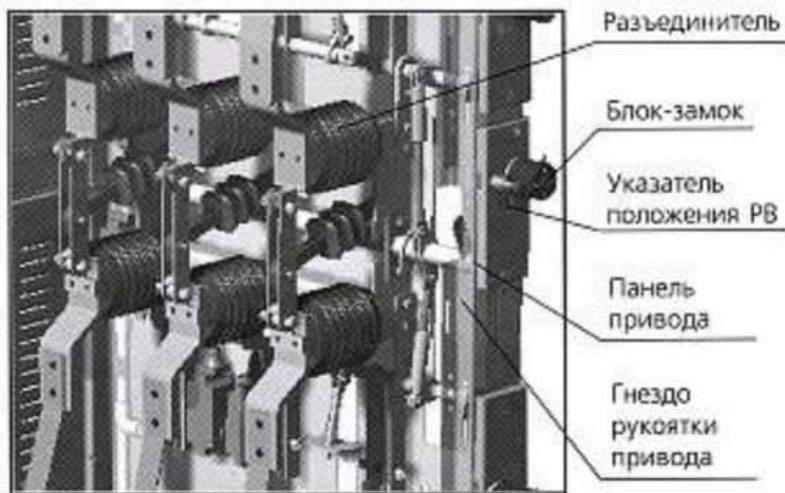


Рис. 3.4 Силовой разъединитель

Положение ножей разъединителя отслеживается путевыми выключателями, подающими сигнал в схему электромагнитной блокировки ячейки.

Заземляющий разъединитель. Заземляющий разъединитель сборных шин расположен в верхней части шкафа, а заземляющий разъединитель ввода (линии) в нижней части шкафа, приводы заземляющих разъединителей расположены на лицевой панели шкафа.

Заземляющий разъединитель (рис. 3.5) представляет собой узел, смонтированный на панели с оборудованием. Неподвижные контакты разъединителя смонтированы на опорных изоляторах и выполнены из меди. Подвижные контакты выполнены из стали. Конструкция заземляющего разъединителя выполнена с быстродействующим механизмом замыкания, скорость срабатывания которого не зависит от оператора. Быстродействие достигается за счет установки доводочной пружины. Оперирование ручным приводом заземляющего разъединителя осуществляется съемной рукояткой, закрепленной на торцевой панели, крайнего шкафа секции.

Приводы снабжены указателями положения и оборудованы устройством, позволяющим запирать его с помощью навесного замка во включенном положении. Возможна установка электромагнитного или механического блок-замка, обеспечивающих выполнение схем блокировки. Положение ножей заземляющего разъединителя отслеживается путевыми выключателями, подающими сигнал в схему электромагнитной блокировки ячейки.

По правилам техники безопасности требуется, чтобы выключатель во время ремонта был заземлен с обеих сторон. Для этого предусмотрены заземляющие ножи разъединителей. Разъединители не имеют дугогасительного устройства. Поэтому ими можно включать только небольшие токи:

- ток х.х. трансформаторов (10 кВ - мощностью до 750 кВА; 20 кВ - мощностью до 6300 кВА; 35 кВ - мощностью 6300 кВА; 35 кВ - мощность до 20 МВА и 110 кВ - мощностью до 40 МВА);
- ток заземления нейтралей трансформаторов и дугогасящих катушек;
- уравнильный ток линии (при разности напряжений не больше 2%);
- ток замыкания на землю (не превышающий 5 А при напряжении 35 кВ и 10 А при напряжении 10 кВ);
- небольшие зарядные токи воздушных и кабельных линий.

Отключение нагрузочных токов может вызвать короткое замыкание между полюсками разъединителя, поэтому во избежание ошибочного отключения под током нагрузки в разъединителях предусматриваются специальные блокировки.

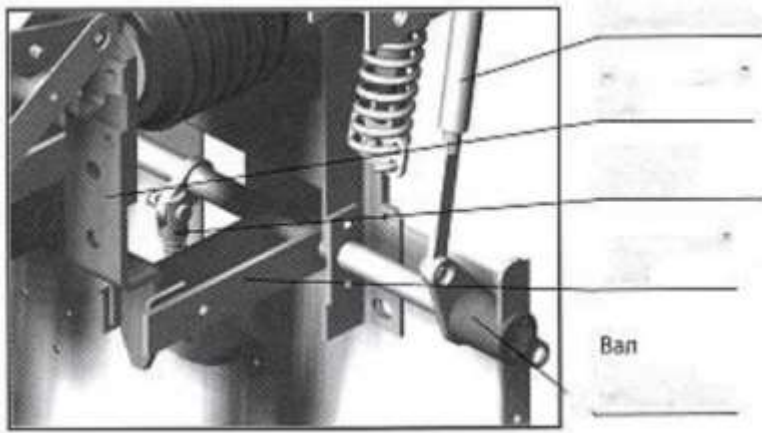


Рис. 3.5 Заземляющий разъединитель

Ограничители перенапряжений нелинейные типа ОПН - предназначены для защиты электрооборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений в электрических сетях различного напряжения переменного тока частоты 48 - 62 Гц с изолированной или глухозаземленной нейтралью.

Перенапряжение - это кратковременное повышение напряжения до величины, опасной для изоляции электрооборудования. Перенапряжения возникают вследствие электромагнитных колебательных процессов, вызванных изменением режима работы электрических цепей и при разрядах молнии на землю.

В ячейках РУ выполненные камерами КСО устанавливаются измерительные *трансформаторы тока* (ТТ), которые предназначены для питания токовых катушек измерительных приборов и реле.

Подбирая коэффициенты трансформации, силу тока во вторичной цепи принимаемой равной 5 А, чтобы была возможность произвести измерения обычным амперметром.

В КСО - СЭЩ выполнен ряд внутренних **механических блокировок** в пределах одной камеры, не позволяющих произвести неверные действия:

- невозможно открыть дверь отсека, пока в этом отсеке не включен нож заземляющего разъединителя (если заземляющего разъединителя нет, то дверь выполнена на болтах);
- невозможно отключить нож заземляющего разъединителя, пока открыта дверка отсека;
- невозможно отключить или включить разъединитель при включённом вакуумном выключателе своей камеры.

Общая схема блокировки распределительного устройства выполняется на электромагнитных блок - замках.

Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2-МЛ» (в

дальнейшем - устройство), предназначено для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6 - 35 кВ (рис. 3.6).

Устройство предназначено для установки в релейных отсеках КРУ, КРУН и КСО, на панелях и в шкафах в релейных залах и пультах управления электростанций и подстанций 6 - 35 кВ.



Рис. 3.6 Расположение элементов управления и индикации на передней панели устройства “Сириус - 2 - МЛ”

Устройство обеспечивает следующие *эксплуатационные возможности*:

- выполнение функций защит, автоматики и управления, определенных ПУЭ и ПТЭ;
- задание внутренней конфигурации (ввод/вывод защит и автоматики, выбор защитных характеристик и т.д.);
- ввод и хранение уставок защит и автоматики;
- контроль и индикацию положения выключателя, а также контроль исправности его цепей управления;
- определение вида и расстояния до места повреждения;
- передачу параметров аварии, ввод и изменение уставок по линии связи;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;
- получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;
- гальваническую развязку всех входов и выходов, включая питание, для обеспечения высокой помехозащищенности;
- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой для повышения устойчивости устройства к перенапряжениям, возникающим во вторичных цепях КРУ.

Функции защиты, выполняемые устройством:

- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов. Любая из ступеней МТЗ может быть выполнена направленной. Любая из ступеней имеет комбинированный пуск по напряжению (блокировка по напряжению).
- автоматический ввод ускорения любой из ступеней МТЗ при любом включении выключателя;
- защита синхронных двигателей от асинхронного хода в ступени МТЗ-2;
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ);
- защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ);

Функции автоматики, выполняемые устройством:

- операции отключения и включения выключателя по внешним командам. Блокировка «от прыгания» выключателя;
- исполнение пяти внешних сигналов аварийного отключения: АЧР, газовой и дуговой защит и двух защит с программируемым названием;
- формирование сигнала УРОВ (устройство резервирования отказа выключателя) при отказах своего выключателя;
- исполнение входного сигнала УРОВ при отказах нижестоящих выключателей;
- одно - или двукратное АПВ;
- отработка сигнала ЧАПВ после АЧР;
- формирование сигнала пуска МТЗ для организации логической защиты шин.

Дополнительные сервисные функции:

- определение вида и расстояния до места повреждения при срабатывании МТЗ;
- фиксация токов и напряжений в момент аварии;
- измерение времени срабатывания защиты и отключения выключателя;
- встроенные часы - календарь.
- измерение текущих фазных токов, напряжений, мощности;
- дополнительные реле и светодиоды с функцией, программируемой пользователем;
- цифровой осциллограф;
- регистратор событий.

Устройство производит измерение электрических параметров входных аналоговых сигналов фазных токов и напряжений $I_A, I_B, I_C, U_A, U_B, U_C$ и тока и напряжения нулевой последовательности $3I_0$ и $3U_0$.

Сигнализатор напряжения стационарный СНСФ 6-10-У2 “Кристалл-Фаза” предназначен для автоматического определения и предупреждения о наличии высокого напряжения 6 - 10 кВ, частотой 50 Гц со стороны сборных шин, после разъединителя, а также для проведения “горячей” фазировки линий в распределительных устройствах КРУ и КСО.

Дуговая защита камер (кроме камер с ВНА) выполнена с использованием разгрузочных клапанов избыточного давления (находятся на крыше и задней стенке камер) и чувствительных элементов дуговой защиты (фототиристоров или оптоволоконных датчиков) и обеспечивает отключение дуговых коротких замыканий внутри КСО при величине тока дуги 500А и более. Время ограничения действия дуги короткого замыкания не превышает 0,2с.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить конструкцию камеры, назначение и принцип действия всех элементов.
2. Получить допуск преподавателя к работе.
3. Включить и выключить выключатель в ручную и дистанционно (с передней панели шкафа релейной защиты). Для этого включить питание оперативных цепей и провести следующие действия:
 - I. *В ручном режиме* (использование ручного привода):
 - а) проверить отключенное положение вакуумного выключателя, нажав кнопку “ОТКЛ.” 2 (рис. 3.7). Проверить визуально отключенное состояние выключателя и разъединителя;
 - б) на панели МПУ защиты “Сириус - 2МЛ” установить переключатель управления выключателя в положение “РУЧН.”;
 - в) установить рычаг в разъем 4 и с помощью рычага взвести пружину 3, подготовив его к включению;
 - г) включить выключатель, нажав кнопку “ВКЛ.” 1, проверить включенное состояние визуально;
 - д) выключить выключатель, нажав кнопку “ОТКЛ.” 2;
 - II. *В дистанционном режиме* (использование электропривода):
 - а) проверить отключенное положение выключателя, нажав кнопку “ОТКЛ” 22 (рис. 3.3);
 - б) на панели МПУ защиты “Сириус-2МЛ” установить переключатель управление выключателя в положение “дистанц.”;
 - в) нажать кнопку, взведения пружины с помощью электропривода, подготовив его к включению;
 - г) включить выключатель, нажав кнопку “ВКЛ.” 23 рис.3, проверить включенное состояние;
 - д) выключить выключатель, нажав кнопку “ОТКЛ.” 22;
 - е) отпустить пружины с помощью фиксатора 5.
5. Подготовка к выводу в ремонт выключатель:

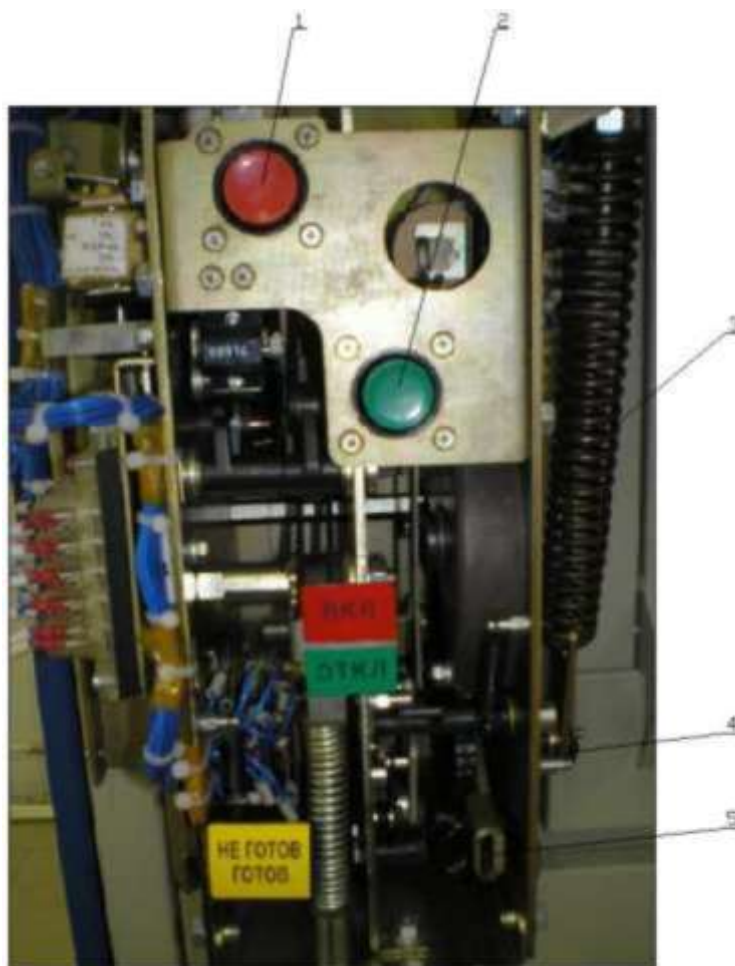


Рис. 3.7 Пружинный привод для включения вакуумного выключателя 1. - Кнопка “ВКЛ.”; 2. - Кнопка “ОТКЛ.”; 3. - Пружина взвода привода вакуумного выключателя; 4. - фиксатор; 5. - Разъем для ручного взвода пружины привода вакуумного выключателя.

- а) проверить наличие или отсутствие напряжения в цепи;
 - б) проверить отключенное положение выключателя;
 - в) выключить шинный разъединитель, сняв блокировку с помощью электромагнитного ключа и включить заземляющий разъединитель, так же сняв блокировку (данные операции обычно называют одной - выключить шинный разъединитель, так в дальнейшем будем обозначать эту операцию);
 - г) выключить линейный разъединитель. Далее откручивают крепежные болты, и выключатель выдвигается по горизонтальным направляющим из шкафа.
6. Ввод выключателя в рабочий режим производится в обратном порядке.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет в письменном виде должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Краткие сведения о КСО и КСО с вакуумным выключателем.
3. Рисунок передней панели МПУ «Сириус-2-МЛ» с нанесением всех обозначений, мнемосхему.
4. Основные виды блокировок.
5. Порядок действий.
6. Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение КСО-СЭЩ?
2. Условия работы КСО?
3. Структура условного обозначения камер КСО?
4. Каким образом могут выполняться присоединения?

5. Как контролируется состояние аппаратов?
6. Как осуществляется дуговая защита камер?
7. Как располагаются сборные шины?
8. На какие отсеки разделена камера КСО сх. 214131?
9. Мнемосхема КСО 214131.
10. Как осуществляется управление вакуумным выключателем?
11. Каким образом осуществляется управление приводом выключателя?
12. Назначение разъединителей?
13. Какие цепи можно включать разъединителем?
14. Каким образом осуществляется управление приводом силового и заземляющего разъединителей?
15. Что представляет собой заземляющий разъединитель?
16. Какие блокировки предусматриваются в камере?
17. Какие органы управления и контроля выведены на лицевую панель камеры?
18. Что такое «Сириус-2-МЛ»?
19. Эксплуатационные возможности «Сириус-2-МЛ»?
20. Какие защиты можно выполнить с помощью «Сириус-2-МЛ»?
21. Дополнительные сервисные функции «Сириус-2-МЛ»?
22. Какие функции автоматики выполняет устройство «Сириус-2-МЛ»?
23. Назначение сигнализатора напряжения?
24. Какие виды камер КСО выпускаются заводом «Электрощит»?
25. Назначение ограничителя перенапряжения ОПН?
26. Назначение, принцип действия и вывод в ремонт вакуумного выключателя?
27. Какие токи можно включать разъединителем?
28. Назначение и принцип действия заземляющих разъединителей?
29. Последовательность действий при выводе в ремонт выключателя?
30. Последовательность действий при вводе в ремонт выключателя?

