

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Автоматизированный электропривод»

В. В. Шапоров

ОХРАНА ТРУДА

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2009

УДК 621.311.031(075.8)
ББК 65.246я73
Ш24

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 12.11.2007 г.)*

Рецензент: доц каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук
О. Г. Широков

Шапоров, В. В.

Ш24 Охрана труда : лаборатор. практикум по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / В. В. Шапоров. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 57 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Рассматриваются основные вопросы техники безопасности и охраны труда на предприятиях. Содержится теоретический и практический материал, необходимый для изучения различных методов безопасности работ в электроустановках.

Для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.311.031(075.8)
ББК 65.246я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

Лабораторная работа № 1

Защитное заземление, защитное зануление, расчет заземляющего устройства.

1. Цель работы: Изучить меры защиты от поражения электрическим током, защитное зануление, методику расчета контура защитного заземления.

2. Краткие теоретические сведения.

Защитное заземление

Защитным заземлением называется преднамеренное электрическое соединение с землей или эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус.

Задача защитного заземления – устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу и другим нетоковедущим металлическим частям электроустановки, оказавшейся под напряжением.

Принцип действия заземления – снижение напряжения между корпусом, оказавшимся под напряжением, и землей до безопасного значения.

Рассмотрим два случая:

Если корпус электрооборудования не заземлен, то прикосновение человека к корпусу, который оказался в контакте с фазой равносильно прикосновению к фазе. В этом случае ток, проходящий через человека, определяется по формуле 1.1

$$I_h = U_{\phi} / R_h + R_{об} + R_{пола} + (R_{изол} / 3), \quad (1.1)$$

Напряжение, под которым окажется человек, прикоснувшийся к корпусу, напряжение прикосновения составит:

$$U_{пр} = I_h \cdot R_h, \quad (1.2)$$

Если корпус заземлен (рис. 1.1), то ток, проходящий через человека при $R_{об} + R_{пола} = 0$, можно определить по выражению

$$I_h = (3U_{\phi} / R_h + R_{из}) \cdot R_3, \quad (1.3)$$

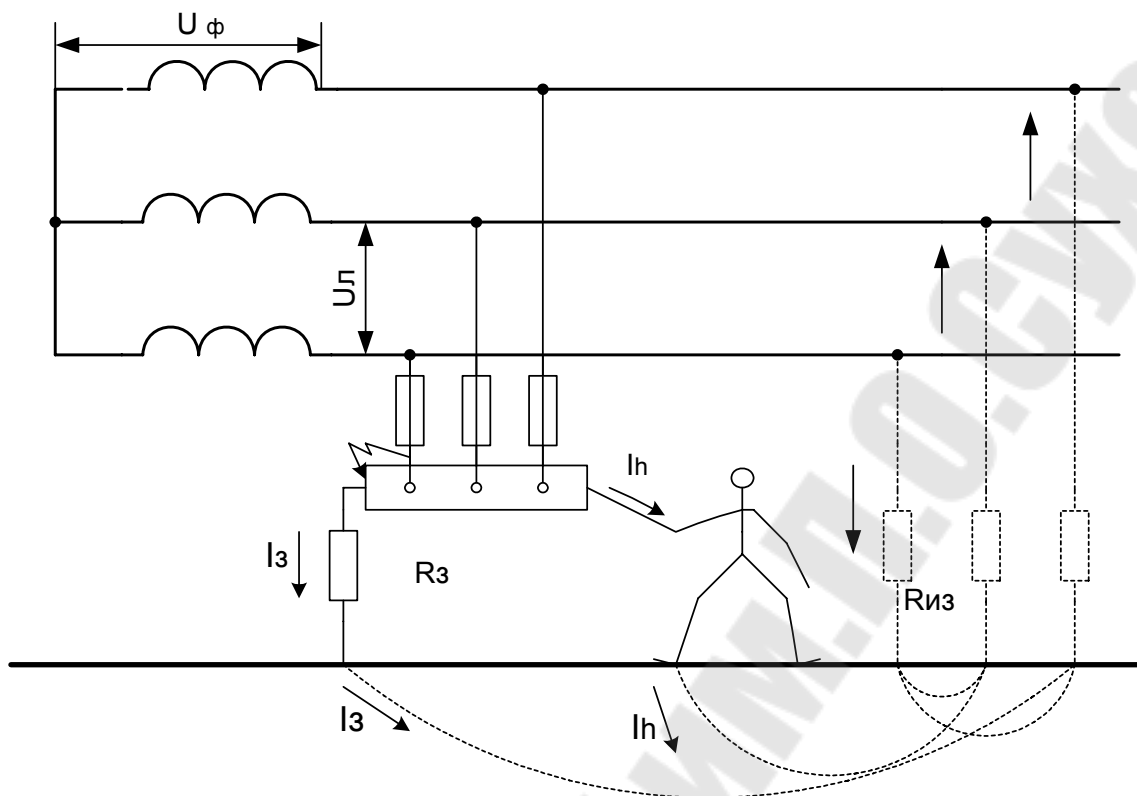


Рисунок 1.1. Корпус электроприемника заземлен

Зануление

Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Принцип действия зануления – превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание (замыкание между фазным и нулевым проводниками) с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети.

Зануление требует наличия в сети нулевого защитного проводника, заземления нейтрали источника тока и повторного заземления нулевого

защитного проводника.

Назначение нулевого защитного проводника. Различают нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока (генератора или трансформатора).

Нулевым рабочим проводником называется проводник, служащий для питания током электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока (генератора или трансформатора)

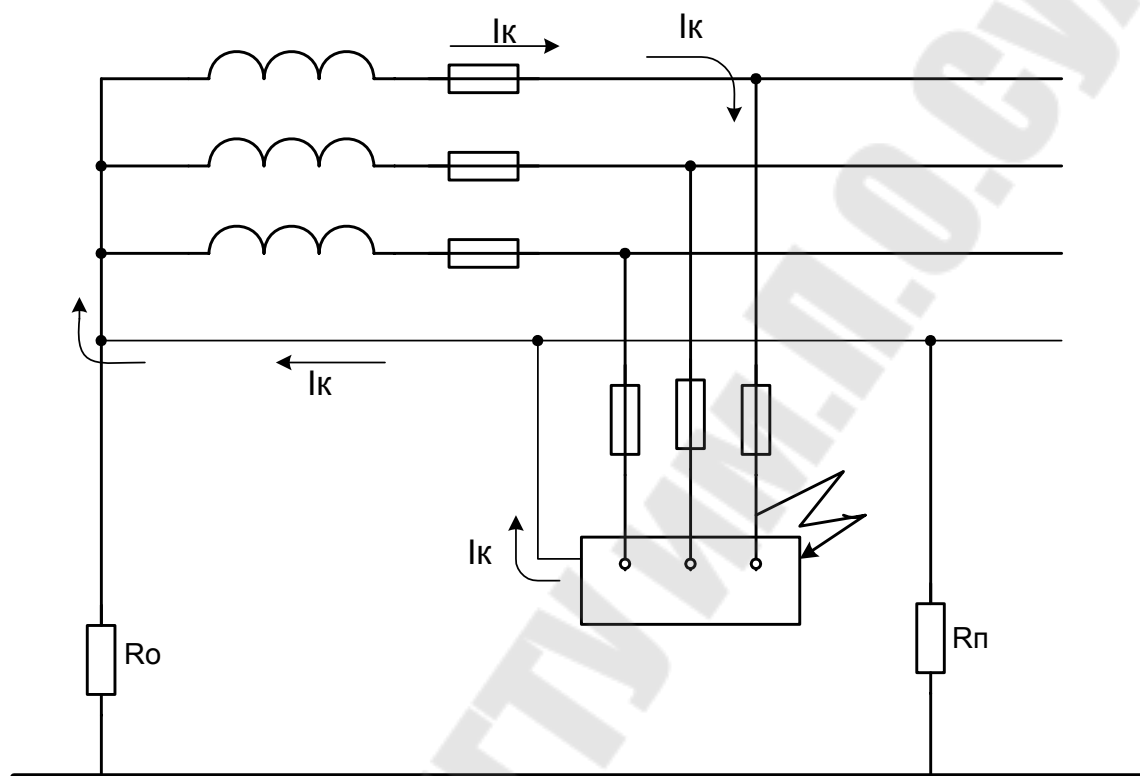


Рисунок 1.2. Принципиальная схема зануления

При замыкании фазы на корпус (рис. 1.2) по цепи, образовавшейся через землю, будет проходить ток:

$$I_з = U_\phi / R_0 + R_з, \quad (1.4)$$

на корпусе относительно земли возникает напряжение

$$U_к = I_з R_з = U_\phi \cdot (R_з / R_0 + R_з), \quad (1.5)$$

Назначение заземления нейтрали – снижение до безопасного значения напряжения относительно земли нулевого защитного провода.

Назначение повторного заземления нулевого защитного провода – уменьшение опасности поражения людей электрическим током, возникающей при обрыве нулевого защитного провода и замыкания фазы на корпус за местом обрыва.

Если нулевой защитный проводник будет иметь повторное заземление, то при его обрыве сохранится цепь тока $I_з$ через землю

(рис.1.3) , благодаря чему напряжение зануленных корпусов относительно земли, находящихся за местом обрыва, снизится до значения:

$$U_k = I_3 R_{\Pi} = U_{\phi} \cdot (R_{\Pi} / R_0 + R_{\Pi}), \quad (1.6)$$

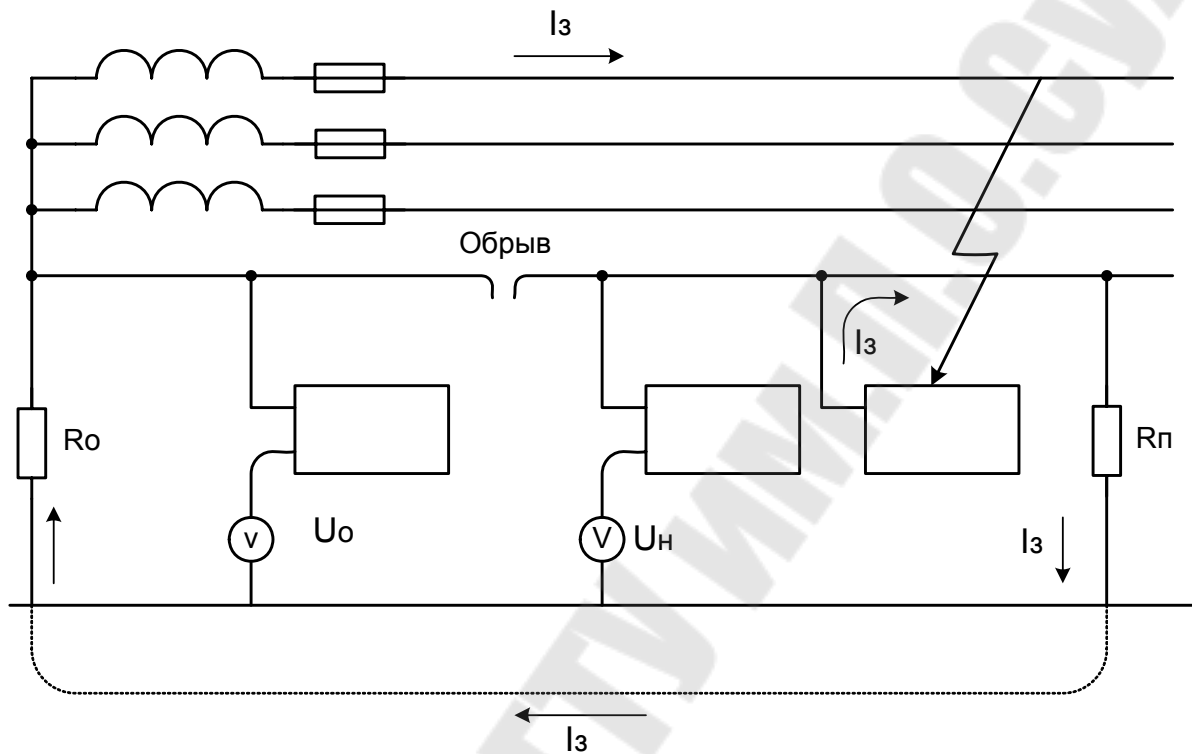


Рисунок 1.3. Замыкание фазы на корпус при обрыве нулевого защитного проводника

Расчет заземляющих устройств

При расчете заземляющего устройства определяют тип заземлителей, их количество и место размещения, а также сечение заземляющих проводников.

Сопротивление растеканию заземлителей в основном зависит от удельного сопротивления грунта ρ , которое определяется в зависимости от состава почвы, ее влажности, температуры, плотности прилегания частиц, наличия растворимых солей и пр.

Ниже приведены величины удельного сопротивления грунта ρ (Ом*м), полученные на основании опытных данных при влажности грунта 10...20 %:

песок.....700 Ом-м;

супесок.....300 Ом-м;
 суглинок.....100 Ом-м;
 глина.....40 Ом-м;
 садовая земля.....40 Ом-м;
 чернозем.....20 Ом-м;
 торф.....20 Ом-м.

Зная расчетное удельное сопротивление грунта, можно определить сопротивление одиночного заземлителя.

Сопротивление вертикального заземлителя при длине 1 (м), диаметре d (мм) определяется по формуле

$$R_0 = (0,366 \rho / \lg(41/d)), (1.7)$$

В расчетах можно пользоваться упрощенными формулами:

для углубленного пруткового электрода диаметром 12 мм, длиной 5 м - $R_0 = 0,00227 \rho$;

для электрода из угловой стали размером 50 x 50 x 5 мм, длиной 2,5 м - $R_0 = 0,0034 \rho$;

для электрода из трубы диаметром 60 мм, длиной 2,5 м – $R_0 = 0,00325 \rho$,

где ρ - удельное сопротивление грунта выражено в Ом*см.

Число вертикальных заземлителей определяется по формуле

$$n = R_0 / (\eta R_3), (1.8)$$

где η - коэффициент экранирования (использования) трубчатых заземлителей определяется по табл. 1.2; R_3 - сопротивление заземляющего устройства при линейном напряжении 380 В.

Таблица 1.1.

Коэффициент экранирования

Число трубчатых заземлителей	Коэффициент экранирования η при отношении расстояния между трубами к их длине (a/l)					
	3	2	1	3	2	1
	Трубы размещены в ряд			Трубы размещены по контуру		
5	0,87	0,8	0,68	-	-	-
10	0,83	0,7	0,55	0,78	0,67	0,59
20	0,77	0,62	0,47	0,72	0,60	0,43
30	0,75	0,6	0,40	0,71	0,59	0,42
50	0,73	0,58	0,30	0,68	0,52	0,37
100	-	-	-	0,64	0,48	0,33

Пример размещения вертикальных и горизонтальных заземлителей

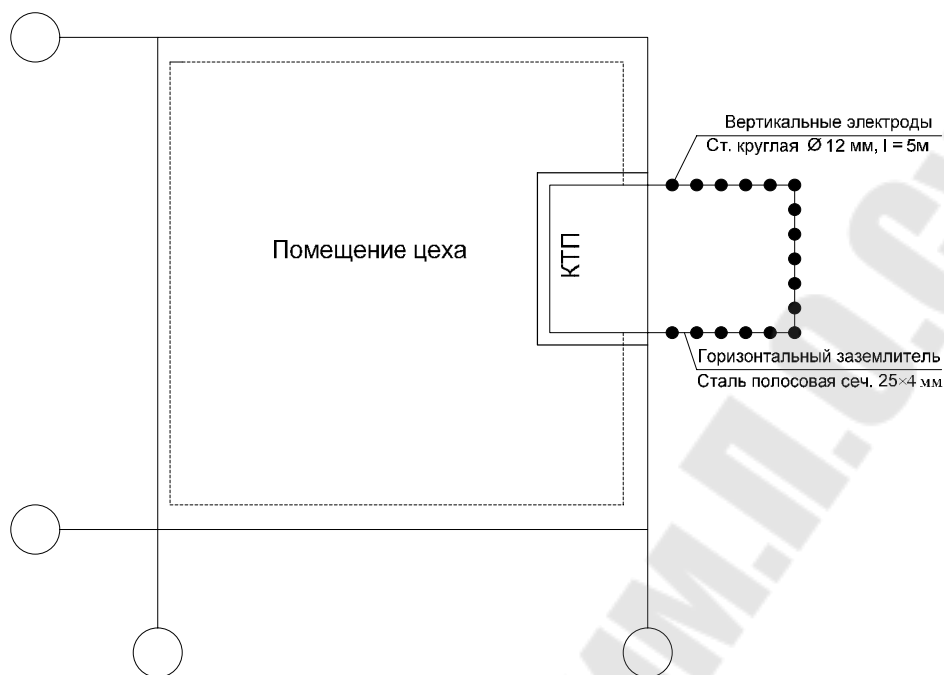


Рисунок 1.4. Схема размещения вертикальных и горизонтальных заземлителей

3. Задания для выполнения лабораторной работы.

1. Определить силу тока, проходящего через тело человека, прикоснувшегося к корпусу поврежденной электроустановки при пробое изоляции.

Указания к решению задачи. При решении задачи необходимо определить силу тока I_h , проходящего через тело человека: а - при наличии защитного заземления; б – без защитного заземления. Сравнить силу с допустимым уровнем.

Таблица 1.2.

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопротивление изоляции, кОм	5	6	7	4	8,5	5,5	4,5	6,5	4,8	7,5
Сопротивление тела человека, кОм	1	0,9	0,95	1,15	1,25	1,3	1,4	1,5	1,2	1,1
Напряжение, В	220	380	220	380	127	380	220	127	660	380
Сопротивление защитного заземления, Ом	3,5	2,5	1,5	5	6	4	9,5	8	2	4

2. Выполнить расчет зануления в электрической сети напряжением 380/220 В. Электроснабжение осуществляется от трехфазного трансформатора. Нагрузка трансформатора – электродвигательная. В качестве защиты установлены плавкие предохранители. Электрическая сеть выполнена проводами с медными жилами.

Указания к решению задачи. При решении задачи необходимо привести принципиальную схему и схему замещения. Обосновать выбор сечения нулевого провода и необходимость его повторного заземления.

В качестве защитного аппарата можно применять и автоматические выключатели.

Таблица 1.3.

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность тр-ра, кВт	250	25	40	100	160	25	63	400	40	63
Мощность эл. двигателя, кВт	100	15	22	75	125	11	55	150	30	45
Длина провода, м	200	250	350	300	450	400	550	500	150	100
Сечение провода, мм ²	Определяется по току двигателя									

3. Произвести расчет количества вертикальных заземлителей контура защитного заземления трансформаторной подстанции напряжением 10/0,4 кВ.

Указания к решению задачи. В качестве вертикальных электродов принять - сталь круглая диаметр - 12 мм, длина - 5 м ($R_{\text{электрода}} = 0,00227\rho$). Вычертить схему расположения заземлителей контура заземления.

Таблица 1.4.

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вид грунта	глина	песок	торф	супесок	глина	чернозем	песок	торф	супесок	глина
Удельное сопротивление грунта, ρ (Ом.м)	40	700	20	300	40	20	700	20	300	40

4. Контрольные вопросы

1. Какая норма сопротивления заземляющего контура принята по ПЭУ?
2. Какие факторы влияют на степень поражения человека электрическим током?
3. Какие величины напряжения при двухфазном прикосновении в сети напряжением 380 В?
4. Дать определение – нулевой рабочий проводник.
5. Дать определение – нулевой защитный проводник.
6. Назначение зануления.
7. Назначение повторного заземления нулевого проводника.
8. В качестве вертикальных заземлителей какие профили применяются?
9. Какие профили применяются в качестве горизонтальных заземлителей?
10. Как конструктивно выполняется контур заземления?

Лабораторная работа №2

Исследование опасности поражения током в трехфазных электрических сетях напряжением до 1000 В.

1. Цель работы: Исследование эффективности действия защитного заземления в электрических сетях напряжением до 1000 В
2. Краткие теоретические сведения.

Меры защиты от поражения электрическим током

Все случаи поражения человека током в результате электрического удара возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение.

Опасность такого прикосновения, оцениваемая значением тока, проходящего через тело человека, или же напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов:

- схемы замыкания цепи через тело человека;
- напряжения сети;

- режима нейтрали сети (нейтраль изолирована, или заземлена);
- сопротивления тела человека;
- степени изоляции токоведущих частей от земли;
- значения емкости токоведущих частей относительно земли.

Следовательно, в одних случаях замыкание цепи тока через тело человека будет сопровождаться прохождением через него малых токов или окажется неопасным, в других – токи могут достигать больших значений, способных вызвать смертельное поражение человека.

Наиболее типичными являются два случая замыкания цепи через тело человека:

- касание одновременно двух проводов сети (двухфазное прикосновение);
- касание одного провода (однофазное прикосновение).

Двухфазное прикосновение (рисунок 2.1) более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение – линейное и поэтому через человека пойдет больший ток, А:

$$I_h = U_{л} / R_h, \quad (2.1)$$

где $U_{л}$ – линейное напряжение, В;

R_h – сопротивление тела человека (в расчетах принимается 1000 Ом).

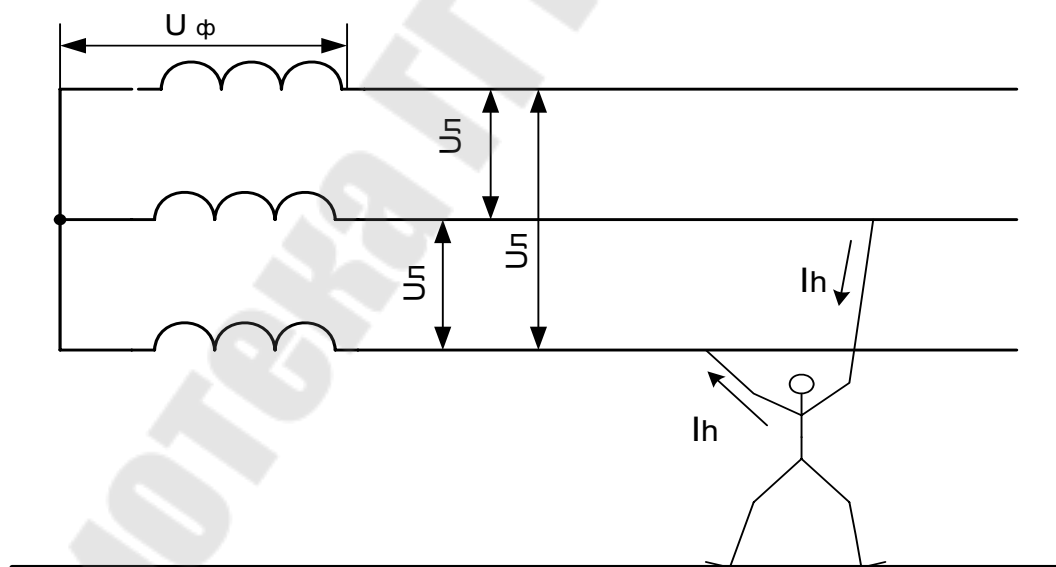


Рисунок 2.1 – Прикосновение человека к двум фазам

При двухфазном прикосновении ток, проходящий через тело человека, практически не зависит от режима нейтрали сети, следовательно, двухфазное прикосновение является одинаково опасным как в сети с изолированной, так и заземленной нейтралью. При двухфазном

прикосновении опасность поражения не уменьшится и в случае, если человек будет надежно изолирован от земли, т.е. иметь на ногах диэлектрические галоши или боты либо будет стоять на изолирующем полу или диэлектрическом ковре.

Однофазное прикосновение

В сети с заземленной нейтралью. (рис.2.1) цепь тока, проходящего через человека, включает: сопротивление тела человека; сопротивление обуви; сопротивление пола; сопротивление заземления нейтрали источника тока (генератора или трансформатора). Все эти сопротивления включены последовательно.

Ток, проходящий через человека, определяется по формуле:

$$I_h = U_{\phi} / (R_h + R_{\text{обуви}} + R_{\text{пола}} + R_o), \quad (2.2)$$

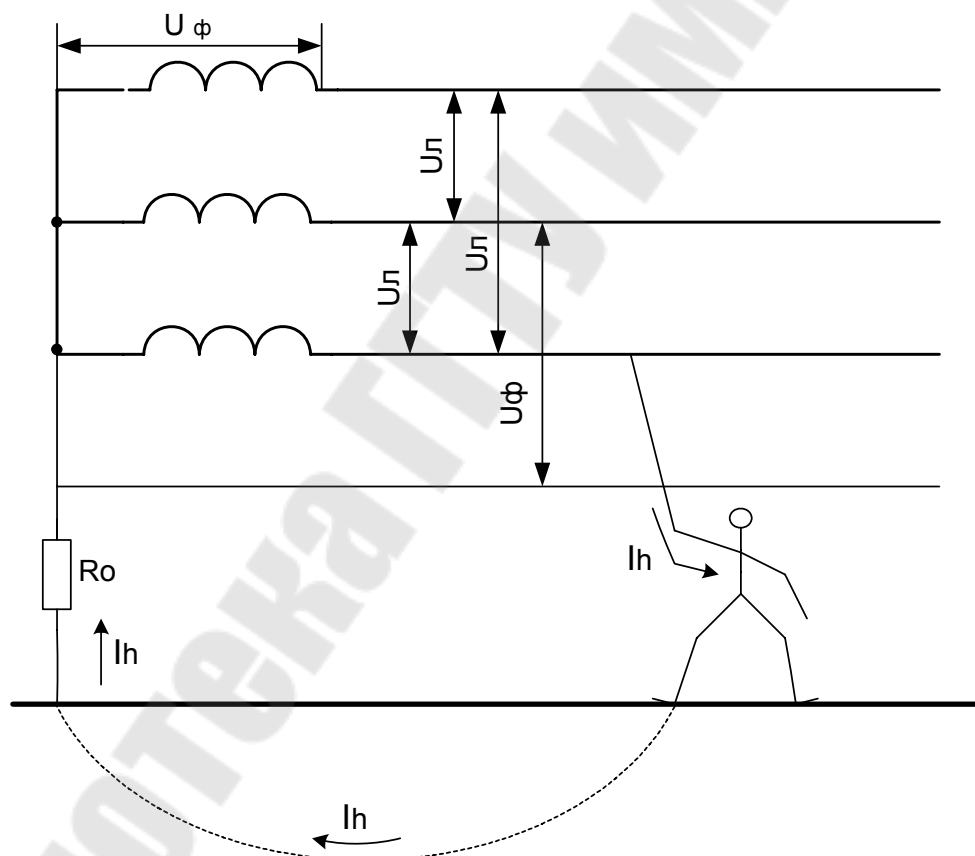


Рисунок 2.2 – Прикосновение человека к одной фазе трехфазной сети с заземленной нейтралью

В сети с изолированной нейтралью (рис. 2.3) ток, проходящий через тело человека в землю, возвращается к источнику тока через изоляцию проводов сети, которая в исправном состоянии обладает большим сопротивлением.

Ток, проходящий через человека для этого случая, определяется по формуле:

$$I_h = U_{\phi} / (R_h + R_{об} + R_{пола} + (R_{изол} / 3)), \quad (2.3)$$

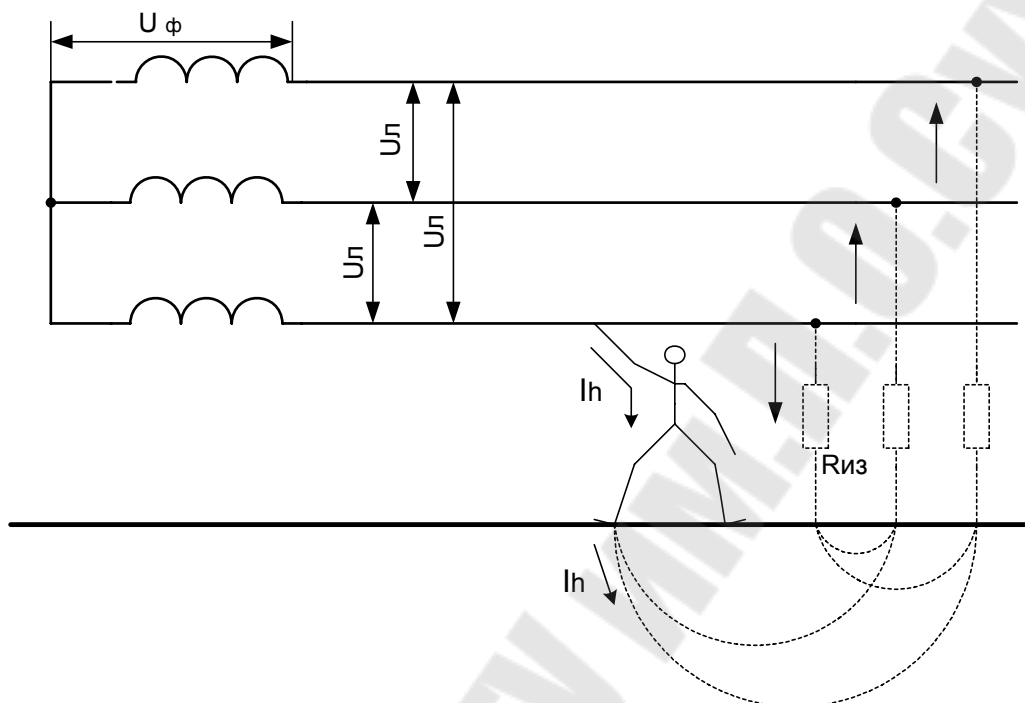


Рисунок 2.3 – Прикосновение человека к одной фазе трехфазной сети с изолированной нейтралью

3. Описание принципиальной электрической схемы.

В основу разработки принципиальной электрической схемы положена схема лабораторного стенда ТБ10.

Электрическая принципиальная схема представлена на рис.2.4 (ОТ10Э3). Напряжение в стенд подается от трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц через выключатель ПВМЗ-10 на три трансформатора, первичные обмотки которых соединены звездой. При включении стенда в сеть загораются сигнальные лампочки Л1, Л2, Л3, которые включены между нулевым проводом и каждой фазой через диоды Д1, Д2, Д3 и резисторы R1, R2, R3.

Три фазы, нулевой провод и провод земли позволяют соответствующим переключателям тумблеров В2, В3 моделировать любую из сетей трехфазного тока:

- а) трехпроводную с изолированной нейтралью;
- б) трехпроводную с заземленной нейтралью;

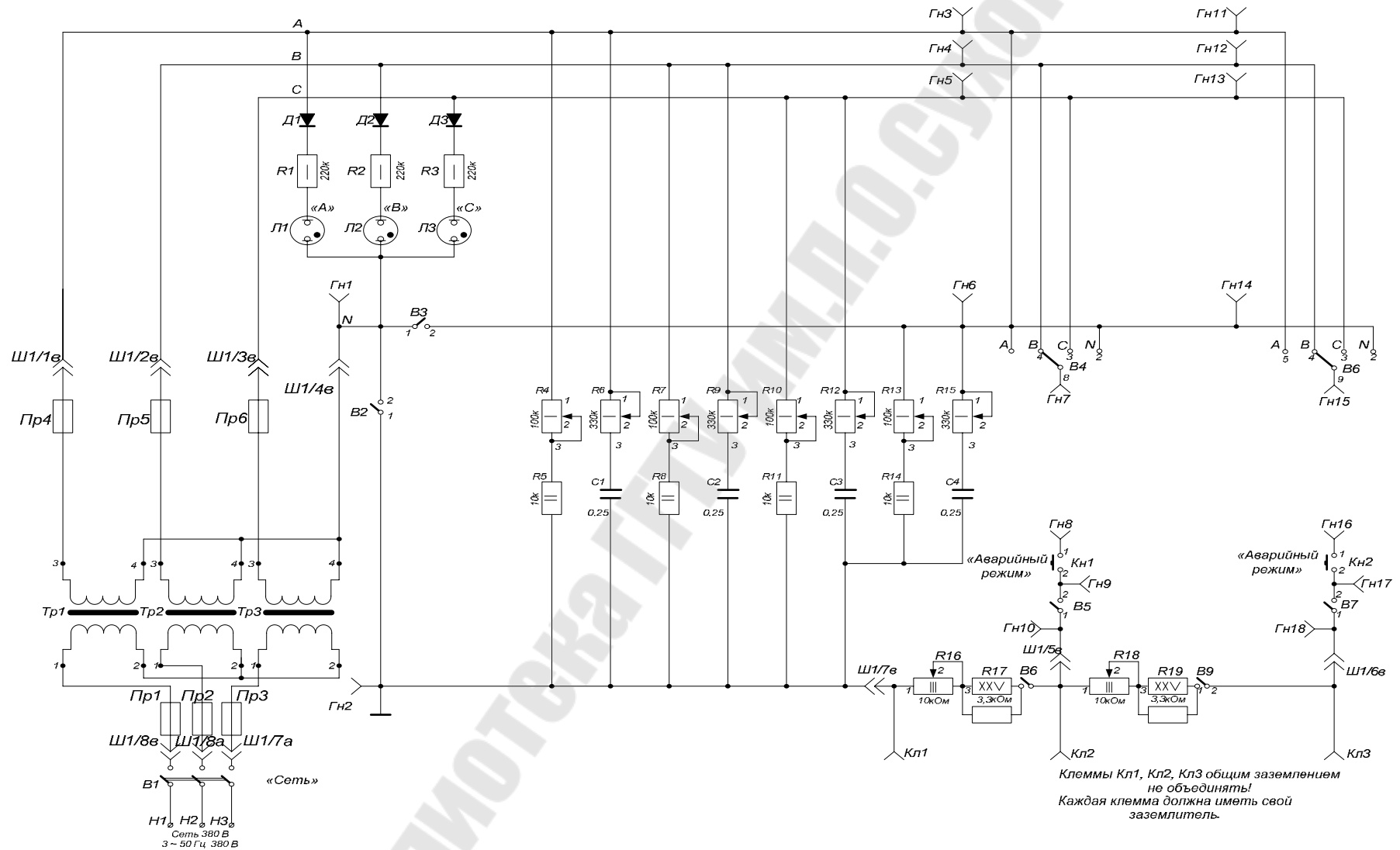


Рис.2.4 Схема электрическая принципиальная ОТ10 ЭЗ

в) четырехпроводную с изолированной нейтралью;

г) четырехпроводную с заземленной нейтралью.

Каждая фаза и нулевой провод имеют свой блок имитации изоляции. Для имитации сопротивления изоляции служат резисторы:

Резистор МЛТ-2-10кОм \pm 5%

Резистор СП-I-I-Л-100кОм \pm 20%

Для имитации емкости провода служит конденсатор МБМ-250-0,25 \pm 10%

4. Порядок проведения лабораторной работы.

1. Подготовить таблицы для записи результатов измерений.

2. Привести стенд в исходное положение:

2.1. Ручки блоков имитации изоляции фаз нулевого провода в положение 10кОм и 0,25мФ;

2.2. Тумблеры В2, В3, В5, В7 включены;

2.3. Переключатели В4, В6 в положение «откл.»

3. Для измерения напряжения на корпусе Кор. I и измерения напряжения фаз относительно земли подготовить схему стенда, для чего ручками R_A , R_B , R_C , R_N и C_A , C_B , C_C , C_N , выставить сопротивление изоляции и емкости проводов в соответствии с заданием, полученным у преподавателя, в котором даны величины сопротивлений.

3.1. Для замера тока, протекающего в цепи пробитого на землю корпуса (Кор. I) включить амперметр в гнезда Гн7, Гн8 (с пределом 0,5А);

3.2. Для замера напряжения на корпусе относительно земли включить вольтметр в гнезда Гн9, Гн10 (с пределом 150В);

3.3. Для замера напряжения фаз относительно земли включить вольтметр в гнезда Гн9, Гн10 (с пределом 150В);

3.4. Переключатель В4 поставить в положение С;

3.5. Корпуса Кор. I и Кор. II должны быть заземлены, следовательно, тумблеры В6, В7 отключены.

4. Собранную схему показать преподавателю, после его разрешения подать питание, включив В1.

Произвести замыкание на корпус, нажав кнопку Кн1, записать показания приборов в таблицу. Переставить В4 в положение В, нажать кнопку Кн1 и сделать замер, потом в положение А, сделать замер, и т.д. Сделать 9 замеров напряжений фаз относительно земли и 3 замера напряжений корпуса относительно земли и записать в таблицу.

Таблица 2.1.

Величина тока I_h , мА, проходящего через человека ($R_h = \dots$ Ом)
 При прикосновении к проводу сети в период нормальной и аварийной работы (на землю замкнута фаза №..., $r_{ам} = \dots$ Ом) при $C_1 = C_2 = C_3 = C_n = C = \dots$ мкФ.

Сеть трехфазная $U_n = \dots$ В	Режим работы	Сопротивление изоляции Проводов, кОм.			
		$r_1 = \dots$	$r_2 = \dots$	$r_3 = \dots$	$r_n = \dots$
3-проводная с изолированной нейтралью	нормальный аварийный				
4-проводная с заземленной нейтралью	нормальный аварийный				

Таблица 2.2.

Величина тока, проходящего через человека, прикоснувшегося к фазе трехфазной сети – трехпроводной с изолированной нейтралью (I_{h-3}) и четырехпроводной с заземленной нейтралью (I_{h-4}), при разных значениях r (когда C постоянна) и разных значениях C (когда r постоянно).

$$U_n = \dots \text{ В}, R_h = \dots \text{ Ом}, r_0 = \dots \text{ Ом}$$

$C = \dots$ мкФ			$r = \dots$ кОм		
$r = \dots$ кОм	I_{h-3} , мА	I_{h-4} , мА	C , мкФ	I_{h-3} , мА	I_{h-4} , мА

5. Проводить измерения для заземленного корпуса аналогичным путем, но предварительно:

5.1. Включит тумблер В5, т.е. соединить корпус с заземлением.

5.2. Заменить вольтметр, показывающий напряжение на корпусе (G_n9, G_n10) на вольтметр с меньшим пределом (с пределом 7,5В)

5.3. Для замера напряжений фаз относительно земли включить вольтметр в гнезда G_n3-G_n6 и G_n10 с пределом 150В. Во время этих измерений Кор. I должен быть заземлен, т.е. В5 включен;

5.4. Для оценки факторов, от которых зависит эффективность защитного заземления, измерить методом «наложения постоянного

тока» (при отсутствии мегомметра) суммарные сопротивления изоляции проводов относительно земли. Для чего в схеме, на которой проводились предыдущие измерения, поставить В4 в положение «откл.», мегомметр включить в гнездо Гн2 (питание на схему должно быть подано, т.е. В1 включен). Во время вращения ручки мегомметра с его шкалы снять показания: отключить мегомметр и, пользуясь вольтметром, замерить линейные напряжения. По полученным данным найти сопротивления r_1 , r_2 , r_3 методом изложенным в теоретической части.

6. Исследование эффективности действия защитного заземления в сети с изолированной нейтралью при двойном замыкании на землю.

В ранее собранную схему внести следующие изменения:

6.1. Для измерения тока в цепи корпусов включить амперметр в гнезда Гн1, Гн8 (с пределом 0,5А);

6.2. Для измерения напряжения на корпусе (Кор.1) относительно земли включить вольтметр в гнезда Гн9, Гн10 (с пределом 150В);

6.3. Для измерения на корпусе (Кор.2) относительно земли включить вольтметр в гнезда Гн17, Гн18 (с пределом 150В);

6.4. Переключатели В4 и В6 установить в разные фазы;

6.5. Включить В5 и В7 т.е. заземлить оба корпуса;

6.6. Нажать одновременно на кнопки Кн1 и Кн2, замкнув две разные фазы на корпуса и записать показания приборов.

7. Исследование эффективности действия защитного заземления в сети с заземленной нейтралью. В ранее собранную схему внести следующие изменения:

7.1. Для измерения напряжения нейтрали относительно земли включить вольтметр в гнезда Гн1, Гн2;

7.2. Заземлить нейтраль В2 поставить в положение «включено»;

7.3. Выключить нулевой провод выключателем В3;

7.4. Переключатель В4 поставить в положение А;

7.5. Произвести замыкание фазы А на корпус нажатием кнопки Кн1, в это время снять показания с 3 вольтметров и амперметра, т.е. напряжение корпуса Кор.1. относительно земли, напряжение нейтрали относительно земли и ток в цепи заземления.

8. Особые указания:

8.1. Присоединение и отсоединение измерительных приборов, а также измерение в схеме, требующее пересоединения проводников должны производиться при отключенной схеме.

Схема отключается выключателем В1;

8.2. Для обеспечения безопасной работы со стендом необходимо соединить клемму Кл.1 с контуром заземления!

5. Задания для проведения лабораторной работы.

1. Рассчитать силу тока, протекающего через тело человека при прикосновении к двум фазам трехфазной системы напряжения 380 В. Тело человека принять в расчетах 1000 Ом.

2. Рассчитать силу тока, протекающего через человека при прикосновении к одной из фаз трехфазной системы напряжения 380 В с изолированной нейтралью и с глухозаземленной нейтралью. Сопротивление тела человека принять в расчетах 1000 Ом.

Указания к выполнению задачи. Вычертить схемы замещения. После расчетов сделать вывод, является ли полученное значение тока I_n безопасным для человека.

Таблица 2.3. Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопротивление заземления нейтрали,	2	3	4	2,5	3,5	4	2,2	2	4	1,8
Сопротивление пола, кОм	1,4	50	22	97	15	1,5	3,0	10	2,5	99
Сопротивление обуви, кОм	500	700	600	300	100	800	900	200	400	1000

6. Контрольные вопросы.

1. Какое сопротивление тела человека?
2. Как влияет сопротивление тела человека на ток, проходящий через тело человека?
3. Как влияет сопротивление обуви на ток, проходящий через тело человека?
4. Как влияет схема соединения обмоток источника тока на ток проходящий через тело человека?
5. Какая схема источника тока безопаснее в отношении поражения?

Лабораторная работа № 3

Электротехнические защитные средства и предохранительные приспособления, применяемые в электроустановках.

1. Цель работы: Изучение конструкций защитных средств, мер предосторожности при использовании их, порядка и сроков испытаний защитных средств.

2. Теоретические сведения.

Электрозащитными средствами называются переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих в электроустановках, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Электрозащитные средства могут быть условно разделены на три группы: изолирующие, ограждающие и предохранительные.

Электрозащитные средства изолируют человека от токоведущих или заземленных частей, а также от земли. Они делятся на основные и дополнительные.

Основные электрозащитные средства обладают изоляцией, способной длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановки и поэтому ими разрешается касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением. К ним относятся:

в электроустановках до 1000 В – диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, а также указатели напряжения;

в электроустановках выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В.

Дополнительные электрозащитные средства обладают изоляцией, не способной выдержать рабочее напряжение электроустановки, и поэтому они не могут самостоятельно защитить человека от поражения током при этом напряжении. Их назначение – усилить защитное (изолирующее) действие основных изолирующих средств, вместе с которыми они должны применяться, причем при использовании основных защитных средств достаточно применения одного дополнительного защитного средства.

К дополнительным электрозащитным средствам относятся:
в электроустановках до 1000 В – диэлектрические галоши и ковры, а также изолирующие подставки;

в электроустановках выше 1000 В – диэлектрические перчатки, боты и ковры, а также изолирующие подставки.

Ограждающие защитные средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние, а также для предупреждения, ошибочных операций с коммутационными аппаратами. К ним относятся: временные переносные ограждения – щиты и ограждения-клетки, изолирующие накладки, временные переносные заземления и предупредительные плакаты.

Предохранительные защитные средства предназначены для индивидуальной защиты работающего от световых, тепловых и механических воздействий, от продуктов горения, от воздействия электрического поля, а также от падения с высоты. К ним относятся: защитные очки; специальные рукавицы, изготовленные из трудновоспламеняемой ткани; защитные каски; противогазы;

предохранительные монтерские пояса; страховочные канаты; монтерские когти, а также индивидуальные экранирующие комплекты и переносные экранирующие устройства, защищающие персонал от воздействия электрического поля в электроустановках сверхвысокого напряжения промышленной частоты.

Назначение, конструкция и правила применения защитных средств

Изолирующие штанги представляют собой стержни, изготовленные из изоляционного материала, которыми человек может касаться частей электроустановки, находящихся под напряжением, без опасности поражения током. Штанги применяются в установках всех напряжений.

Различают три вида штанг:

оперативные, предназначенные для операций с однополюсными разъединителями и наложения временных переносных защитных заземлений; они используются также для снятия и постановки трубчатых патронов предохранителей, проверки отсутствия напряжения и подобных им эксплуатационных операций;

измерительные, предназначенные для измерений в электроустановках, находящихся в работе (проверка распределения напряжения

по изоляторам гирлянды, измерение сопротивления контактных зажимов на проводах воздушных линий электропередачи и пр.);

универсальные штанги со сменными головками (рабочими частями), которыми можно выполнять различные операции, в том числе те, которые выполняются оперативными штангами.

Каждая штанга имеет три основные части: рабочую часть, изолирующую часть и рукоятку.

Рабочая часть обуславливает назначение штанги. Она может иметь самое разнообразное устройство от простого крючка (пальца) у штанг, предназначенных для управления разъединителями, до сложного прибора у измерительных штанг.

Изолирующая часть обеспечивает изоляцию человека от токоведущих частей, а следовательно, и его безопасность; она изготавливается из изоляционных механически прочных материалов – бакелитовых или пластмассовых трубок, деревянных стержней, пропитанных маслами, и т.п.

Длина изолирующей части должна быть такой, чтобы исключалась опасность перекрытия ее по поверхности при наибольших возможных напряжениях, воздействующих на штангу, и исключалось вынужденное приближение оператора к токоведущим частям на опасное расстояние.

Наименьшие длины изолирующей части штанг, установленные действующими Правилами, указаны в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Наименьшие длины изолирующих штанг

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Длина, м	
	изолирующей части (по изоляции)	рукоятки
2-15	0,7	0,3
Выше 15 до 35	1,1	0,4
Выше 35 до 110	1,4	0,6
150	2,0	0,8
220	2,5	0,8
330	3,0	0,8
400 и 500	4,0	1,0

Примечание. Длина штанг для установок до 1 кВ не нормируется и определяется удобством пользования ею.

Рукоятка предназначена для удержания штанги руками. Как правило, она является продолжением изолирующей части штанги и отделяется от нее ограничительным кольцом.

Длина рукоятки определяется удобством работы со штангой и составляет 0,3...1 м (табл. 3.1).

Правила пользования. Штанги должны применяться в закрытых электроустановках. На открытом воздухе применение их допускается только в сухую погоду (при отсутствии дождя, снега, тумана и измороси).

Операции штангой может производить только квалифицированный персонал, обученный этой работе. Как правило, при этом должен присутствовать второй человек, который контролирует действия оператора и, при необходимости, может оказать ему помощь.

При работе штангой должны применяться диэлектрические перчатки. Без перчаток можно работать лишь в установках до 1000 В, а также измерительными штангами на линиях электропередачи и ОРУ любого напряжения. При работе нельзя касаться штанги выше ограничительного кольца.

Изолирующие клещи применяются в установках до 35 кВ включительно для операций под напряжением с предохранителями, установки и снятия изолирующих накладок, перегородок и т.п.

Конструкции клещей различны, но во всех случаях они имеют три основные части: рабочую часть или губки, изолирующую часть и рукоятки.

Самая распространенная конструкция клещей состоит из изолирующей части и рукоятки, которые представляют собой деревянные стержни, пропитанные маслом, а рабочая часть – металлические фигурные скобы с мягкими прокладками.

Длина изолирующей части клещей должна быть не меньше 45 см при напряжении 6...10кВ и не менее 75 см при напряжении выше 10 до 35 кВ, а длина рукояток – не менее 15 и 25 см соответственно. Размеры клещей для электроустановок до 1000 В не нормируются и определяются удобством работы с ними.

Правила пользования. Изолирующие клещи должны применяться в закрытых электроустановках, а в сухую погоду – и в открытых.

При пользовании клещами в электроустановках выше 1000 В работающий должен иметь на руках диэлектрические перчатки, а при

снятии и постановке предохранителей под напряжением он должен пользоваться, кроме того, защитными очками.

Электроизмерительные клещи предназначены для измерения электрических величин – тока, напряжения, мощности, фазового угла и др. – без разрыва токовой цепи и без нарушения ее работы. Соответственно измеряемым величинам существуют клещевые амперметры, ампервольтметры, ваттметры и фазометры.

Наибольшее распространение получили клещевые амперметры переменного тока, которые обычно называют токоизмерительными клещами. Они служат для быстрого измерения тока в проводнике без разрыва и без вывода его из работы. Электроизмерительные клещи применяются в установках до 10 кВ включительно.

Правила пользования. Электроизмерительные клещи могут применяться в закрытых электроустановках, а также в открытых в сухую погоду. Измерения клещами допускается производить как на частях, покрытых изоляцией (провод, кабель, трубчатый патрон предохранителя и т.п.), так и на голых частях (шины и пр.).

Человек, производящий измерение, должен пользоваться диэлектрическими перчатками и стоять на изолирующем основании. Второй человек должен стоять сзади и несколько сбоку оператора и читать показания приборов клещей.

Указатели напряжения – переносные приборы, предназначенные для проверки наличия или отсутствия напряжения на токоведущих частях. Такая проверка необходима, например, при работе непосредственно на отключенных токоведущих частях, при контроле исправности электроустановок, отыскании повреждений в электроустановке, проверке электрической схемы и т.п.

Во всех этих случаях требуется установить лишь наличие или отсутствие напряжения, но не его значение, которое, как правило, известно.

Все указатели имеют световой сигнал, загорание которого свидетельствует о наличии напряжения на проверяемой части или между проверяемыми частями. Указатели бывают для электроустановок до 1000 В и выше.

Указатели, предназначенные для электроустановок до 1000 В, делятся на двухполюсные и однополюсные.

Указатели для электроустановок напряжением выше 1000 В, называемые также указателями высокого напряжения (УВН), действуют по принципу свечения неоновой лампочки при протекании через нее

емкостного тока, т.е. зарядного тока конденсатора, включенного последовательно с лампочкой. Эти указатели пригодны лишь для установок переменного тока и приближать их надо только к одной фазе.

Конструкции указателей различны, однако всегда УВН имеют три основные части: рабочую, состоящую из корпуса, сигнальной лампы, конденсатора и пр.; изолирующую, обеспечивающую изоляцию оператора от токоведущих частей и изготовляемую из изоляционных материалов; рукоятку, предназначенную для удержания указателя.

При пользовании УВН необходимо применять диэлектрические перчатки. Каждый раз перед применением УВН необходимо произвести наружный осмотр его, чтобы убедиться в отсутствии внешних повреждений и проверить исправность его действия, т.е. способность подавать сигнал.

Такая проверка производится путем приближения щупа указателя к токоведущим частям электроустановки, заведомо находящимся под напряжением. Проверка исправности может производиться и с помощью специальных приборов – переносных источников высокого напряжения, а также с помощью мегомметра и, наконец, путем приближения щупа указателя к свече зажигания работающего двигателя автомобиля или мотоцикла. Минимально допустимые длины УВН указаны в табл. 3.2.

Таблица 3.2.

Минимальные размеры указателей высокого напряжения

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Длина, м	
	изолирующей части	рукоятки
2-10	230	110
15-20	320	110
35	510	120
110	1400	600
220	2500	800

Указатели запрещается заземлять, так как они и без заземления обеспечивают достаточно четкий сигнал; к тому же заземляющий провод может, прикоснувшись к токоведущим частям, явиться причиной несчастного случая. Лишь в некоторых случаях, когда емкость указателя относительно заземленных предметов оказывается весьма

малой (например, при работах на деревянных опорах воздушных линий электропередачи), указатель напряжения должен быть заземлен.

Инструмент слесарно-монтажный с изолирующими рукоятками используется для выполнения работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением до 1000 В. Изолированные рукоятки инструмента должны быть длиной не менее 10 см и иметь упоры – утолщения изоляции, препятствующие соскальзыванию и прикосновению руки работающего к неизолированным металлическим частям инструмента. У отверток изолируется не только рукоятка, но и металлический стержень на всей его длине вплоть до рабочего острия.

При работах инструментом с изолирующими рукоятками на токоведущих частях, находящихся под напряжением, работающий должен иметь на ногах диэлектрические галоши или стоять на изолирующем основании. Кроме того, он должен быть в головном уборе и с опущенными и застегнутыми у кистей рук рукавами одежды. Диэлектрические перчатки при этом не требуются. Находящиеся под напряжением соседние токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение, должны быть ограждены изолирующими накладками, электрокартоном и т.п.

Резиновые диэлектрические защитные средства. Среди средств, защищающих персонал от поражения током, наиболее широкое распространение имеют диэлектрические перчатки, галоши, боты и ковры. Они изготавливаются из резины специального состава, обладающей высокой электрической прочностью и хорошей эластичностью. Однако резина разрушается под действием тепла, света, минеральных масел, бензина, щелочей и т.п., легко повреждается механически.

Диэлектрические перчатки изготавливаются двух типов:

для электроустановок до 1000 В, в которых они применяются как основное защитное средство при работах под напряжением. Эти перчатки запрещается применять в электроустановках выше 1000 В;

для электроустановок выше 1000 В, в которых они применяются как дополнительное защитное средство при работах с помощью основных изолирующих защитных средств (штанг, указателей высокого напряжения, изолирующих и электроизмерительных клещей и т.п.). Кроме того, эти перчатки используются без применения других защитных средств при операциях с приводами разъединителей, выключателей и другой аппаратуры напряжением выше 1000 В.

Перчатки, предназначенные для электроустановок выше 1000 В, могут применяться в электроустановках до 1000 В в качестве основного защитного средства. Перчатки следует надевать на полную их

глубину, натянув раструб перчаток на рукава одежды. Недопустимо заворачивать края перчаток или спускать поверх них рукава одежды.

Каждый раз перед применением перчатки должны проверяться путем заполнения их воздухом на герметичность, т.е. для выявления в них сквозных отверстий и надрывов, которые могут явиться причиной поражения человека током.

Диэлектрические галоши и боты как дополнительные защитные средства применяются при операциях, выполняемых с помощью основных защитных средств. При этом боты могут применяться как в закрытых, так и открытых электроустановках любого напряжения, а галоши – только в закрытых электроустановках до 1000 В включительно.

Кроме того, диэлектрические галоши и боты используются в качестве защиты от шаговых напряжений в электроустановках любого напряжения и любого типа, в том числе на воздушных линиях электропередачи.

Диэлектрические галоши и боты надевают на обычную обувь, которая должна быть чистой и сухой.

Диэлектрические ковры применяются в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражения током. При этом помещения не должны быть сырыми и пыльными. Ковры расстилаются по полу перед оборудованием, где возможно соприкосновение с токоведущими частями, находящимися под напряжением до 1000 В, при эксплуатационно-ремонтном обслуживании оборудования, в том числе перед щитами и сборками, у колец и щеточного аппарата генераторов и электродвигателей, на испытательных стендах и т.п. Они применяются также в местах, где производятся включение и отключение рубильников, разъединителей, выключателей, управление реостатами и другие операции с коммутационными и пусковыми аппаратами как до 1000 В, так и выше.

Диэлектрические ковры должны иметь размер не менее 75х75 см. В сырых и пыльных помещениях диэлектрические свойства их резко ухудшаются, поэтому в таких помещениях вместо ковров следует применять изолирующие подставки.

Изолирующие подставки изолируют человека от пола в установках любого напряжения. Применяются они в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных по условиям поражения током.

Временные переносные защитные заземления. При работах на отключенных токоведущих частях следует считаться с возможностью

случайного появления напряжения на месте работ как по прямой вине персонала, так и по другим причинам, в том числе: от влияния соседних цепей, находящихся в работе; вследствие разряда молнии непосредственно в установку или вблизи нее; в результате падения провода, находящегося под напряжением, на отключенные токоведущие части и т.п.

Переносное заземление – это один или несколько соединенных между собой отрезков голого медного многожильного провода, снабженных зажимами для присоединения к токоведущим частям и заземляющему устройству. Проводники переносного заземления должны иметь сечение, исключающее опасность перегорания или чрезмерного нагревания их при прохождении токов короткого замыкания.

Сечения проводников заземления должны приниматься не больше эквивалентного сечения заземляемых токоведущих частей и не менее 25 мм^2 для установок выше 1 кВ и 16 мм^2 – для установок до 1 кВ.

Сечение переносного заземления, применяемого для снятия заряда с проводов при проведении испытаний, для заземления испытательной аппаратуры и испытываемого оборудования, должно быть не менее 4 мм^2 , а применяемого для временного заземления изолированного от опор грозозащитного троса линий электропередачи, а также передвижных установок (лаборатории, мастерские и т.п.) – не менее 10 мм^2 .

Переносное заземление - наброс (ПЗН) представляет собой устройство для защиты людей при работах на отключенных токоведущих частях от ошибочно поданного или наведенного напряжения. ПЗН предназначено для проверки отсутствия напряжения и наложения заземления на рабочем месте ВЛ 0,4–10 кВ, у секционирующего коммутационного аппарата ВЛ 6–10 кВ в зоне видимости бригады.

ПЗН также применяется для экстренного отключения и заземления ВЛ напряжением 0,4–10 кВ в случаях, требующих освобождения пострадавшего от действия электрического тока.

ПЗН относится к дополнительным электрозащитным средствам и применяется в электроустановках до 10 кВ.

Временные переносные ограждения предназначены для защиты персонала, производящего работы в электроустановках, от случайного прикосновения и приближения на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением; для ограждения проходов в помещения, в которые вход работающим запрещен, а также для воспрепятствования включения аппаратов.

Ограждениями являются: специальные щиты, ограждения-клетки, изолирующие накладки и т.п.

Изолирующие накладки – пластины из резины (для установок до 1000 В) или гетинакса, текстолита и т.п. (для установок выше 1000 В) предназначены для предотвращения приближения к токоведущим частям в тех случаях, когда нельзя оградить место работы щитами, например для ограждения находящихся под напряжением неподвижных контактов отключенного разъединителя. В установках до 1000 В накладки применяются также для предупреждения ошибочного включения рубильника.

Хранение и контроль за состоянием электрозащитных средств

Для постоянного надзора за состоянием электрозащитных средств и правильным их хранением на предприятии назначается ответственное лицо из числа инженерно-технических работников, которое должно иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV (начальник электроцеха, службы эксплуатации подстанций). Он должен организовать правильное хранение и периодически контролировать исправность электрозащитных средств, а также проводить их испытания в установленные сроки.

Электрозащитные средства, выдаваемые персоналу в индивидуальное пользование, учитывают в специальном журнале, в котором записывают дату выдачи, его инвентарный номер, а также в нем должна быть расписка лица, получившего данное средство. Инвентарный номер наносится на самом электрозащитном средстве.

Изолирующие электрозащитные средства, изготовленные из бакелита, пластмассы или дерева, хранят в закрытых помещениях в специальных шкафах, в ящиках, на стеллажах отдельно от остального применяемого инструмента. Они не должны подвергаться действию солнечных лучей и нагревательных приборов. Недопустимо загрязнение защитных средств различными маслами и растворителями, Это особенно относится к изделиям из резины, которая разрушается под действием нефтепродуктов. Электрозащитные средства из резины следует хранить в сухом отапливаемом темном помещении при температуре 0...25 °С. При более высокой температуре резина быстро разрушается, теряет эластичность.

Изолирующие штанги хранят в подвешенном состоянии или установленными в стояках без соприкосновения со стеной помещения.

Допускается хранение штанг в горизонтальном положении, но при условии, чтобы не было их прогибания.

Изолирующие клещи хранят на полках или в шкафу, а указатели напряжения и электроизмерительные клещи – в футлярах.

В помещении электроподстанции или в электромашинном помещении для хранения электрозащитных средств отводится место вблизи входа, которое оборудуется стеллажами, полками, шкафами и приспособлениями для хранения штанг, переносных заземлений, предупредительных плакатов, переносных временных ограждений и др.

В процессе эксплуатации изолирующие средства защиты периодически осматривают и испытывают повышенным напряжением в сроки, предусмотренные Правилами.

Предохранительные приспособления в электроустановках

Предохранительные защитные очки служат для защиты глаз от повреждений твердыми частицами, отлетающими при обработке различных твердых материалов, от брызг расплавленной мастики, растворителей красок и эмалей, кислоты, щелочи или электролита, расплавленного металла при перегорании плавких вставок предохранителей, от опасных излучений пламени электрической дуги или газовой горелки.

В зависимости от назначения применяют различные типы защитных очков. Технические требования к защитным очкам приведены в ГОСТ 12.4.013–85Е.

Защитные очки закрытого типа с прямой вентиляцией ЗП5-90 с бесцветными стеклами предназначены для защиты глаз спереди, сбоку и снизу от отлетающих твердых частиц. Они рекомендуются для работ по обработке различных твердых материалов. Эти же очки со стеклами-светофильтрами защищают глаза от слепящей яркости видимого излучения, инфракрасного излучения при одновременном сочетании с защитой от мелких твердых частиц материалов.

При производстве электросварочных работ рекомендуется защита глаз очками закрытого типа со стеклами, обладающими избирательно-поглощающей способностью в ультрафиолетовой части спектра, или универсальными щитками типа УН со светофильтрами Э1 – Э4 в зависимости от значения сварочного тока.

При обслуживании генераторов высокой частоты и аппаратов для индукционной обработки материалов рекомендуются очки закрытого типа с металлизированными стеклами типа ЗП5-90.

Предохранительные пояса служат средством защиты от падения при работах на высоте на опорах ВЛ, на конструкциях или оборудовании открытых распределительных устройств. Монтерский пояс (рис. 3.1) состоит из кушака, крепительной стропы, карабина-застежки и страхующего каната, который служит для дополнительного крепления к опоре или конструкции.

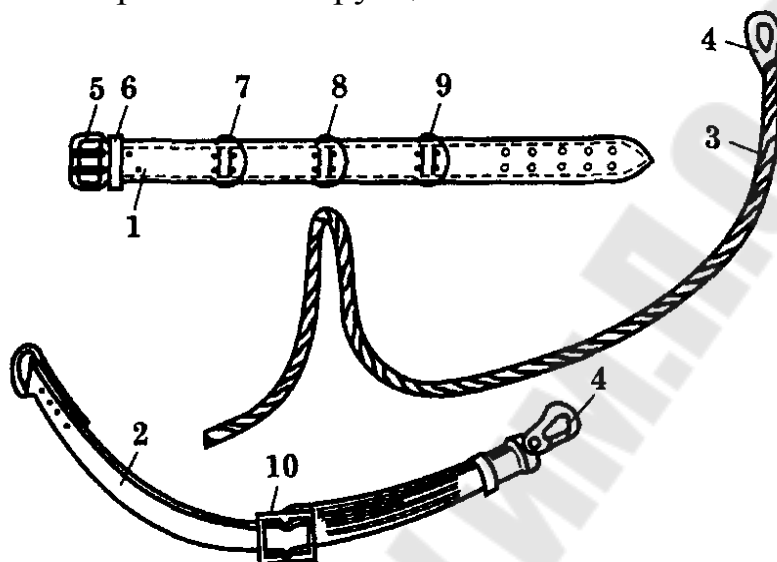


Рис. 3.1. Монтерский пояс:

1 – кушак; 2 – крепительная стропа; 3 – страхующий канат;
4 – карабин-застежка; 5 – пряжка; 6 – шлевка; 7 – кольцо для крепления конца стропы; 8 – кольцо для крепления страхующего каната; 9 – кольцо для крепления карабина стропы; 10 – пряжка для регулирования длины стропы

Перед применением монтерский пояс должен быть тщательно осмотрен. При отсутствии штампа лаборатории об испытании пояса на прочность и в случае обнаружения повреждений пояс должен быть изъят из употребления.

Монтерские когти предназначены для подъема и опускания по гладким деревянным опорам ВЛ. На рис. 3.2 показаны монтерские когти для подъема на деревянные столбы, которые поставляются комплектом с набором запасных шипов (10 шт.) и крепежными деталями. Каждый коготь представляет собой стальную серповидную скобу с шипами, которыми она сцепляется с поверхностью деревянной опоры. Когти выпускаются трех номеров для опор диаметров: №1 – 140–270 мм, №2 – 220–370 мм и №3 – 350–450 мм.

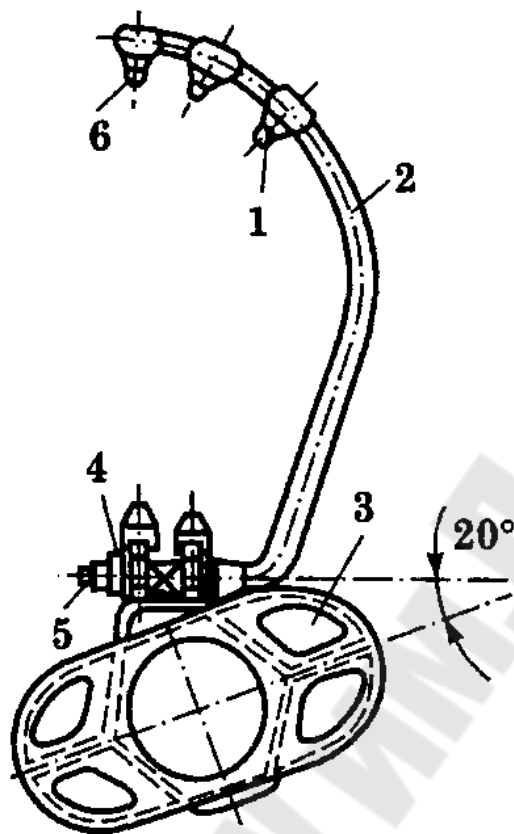


Рис. 3.2. Монтерские когти:

- 1 – шип малый; 2 – серповидная скоба; 3 – подножка;
 4 – гайка, крепящая хвостовик скобы в проушинах стремени;
 5 – стопорное кольцо; 6 – шип большой

Универсальные когти-лазы (рис. 3.3) предназначены для работы на деревянных или железобетонных опорах ВЛ до 35 кВ. Они выполнены в виде стальной подножки со сменными захватами. Для деревянных опор применяются захваты №1, 2 или 3 (в зависимости от диаметра опоры), а для железобетонных опор – №1А, 2А и 3А. Когти и лазы перед использованием должны быть подвергнуты предварительному осмотру. Особое внимание надо обратить на исправность ремней, пряжек, шипов, соединение стремени со скобой, отсутствие трещин и т.п.

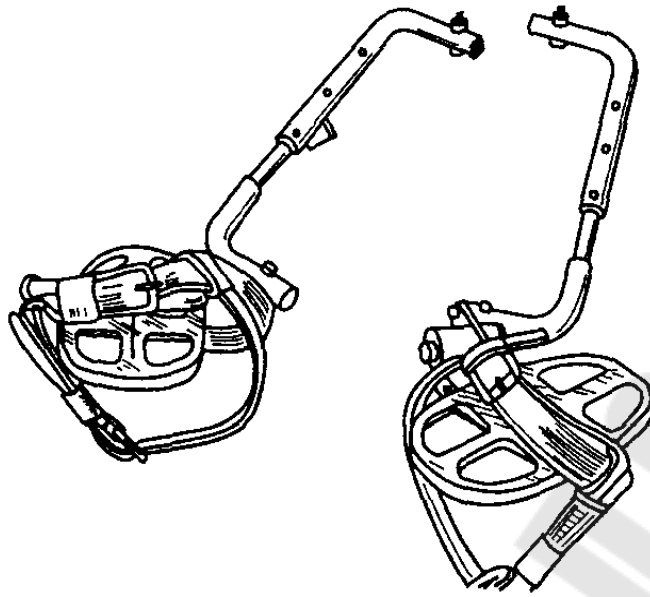


Рис. 3.3. Универсальные когти-лазы

Лестницы, применяемые при работах в электроустановках, могут быть следующих основных типов:

- а) деревянные выдвижные трехколенные по ГОСТ 8556–72 «Лестницы пожарные ручные деревянные. Технические условия»;
- б) деревянные приставные одноколейные высотой между крайними ступеньками до 4 м;
- в) стремянки деревянные высотой между крайними ступеньками 3 м.

Лестницы типов б и в должны иметь ширину у основания 0,5 м и в верхней части 0,4 м.

Предупредительные плакаты переносные служат для предупреждения оперативно-ремонтного персонала об опасности приближения к частям электроустановки, находящимся под напряжением, для указания подготовленного к работе места в электроустановке, для запрещения включения установки и др.

В соответствии с назначением различают плакаты: предостерегающие, запрещающие, разрешающие и напоминающие.

Предостерегающие плакаты с надписью «Осторожно! Электрическое напряжение» (плакат постоянный) применяют в электроустановках напряжением до 1000 В и выше. Плакат укрепляют на внешней стороне входных дверей РУ, наружных дверей камер выключателей и трансформаторов, ограждений токоведущих частей, расположенных в производственных помещениях.

Переносный плакат «Стой! Напряжение» устанавливают у открытых РУ напряжением выше 1000 В, на сетчатых или сплошных ограждениях ячеек, соседних с местом работ и на временных ограждениях не отключенных токоведущих частей.

Переносный плакат с надписью «Не влезай, убьет!» устанавливают на временных ограждениях конструкций открытого РУ, соседних с той, которая предназначена для подъема персонала (при работах на конструкциях, когда рабочее место расположено на высоте).

Постоянный плакат с изображением черепа человека и надписью «Не влезай, убьет!» в населенной местности укрепляется на опорах ВЛ напряжением выше 1000 В на высоте 2,5–3 м от земли.

Запрещающий переносный плакат с надписью «Не включать, работают люди!» вывешивается на ключах управления, а также на рукоятках или штурвалах привода отключенных выключателей и разъединителей во избежание ошибочного включения и подачи напряжения на ремонтируемое или испытываемое электрооборудование. Аналогичный плакат с надписью «Не включать, работа на линии» вывешивается на ключах управления, рукоятках или штурвалах приводов отключенных линейных выключателей и разъединителей.

Разрешающий переносный плакат с надписью «Работать здесь» устанавливается на месте работ. Аналогичный плакат с надписью «Влезать здесь» устанавливается на конструкции открытого РУ, по которой обеспечен безопасный подъем персонала к месту работы.

Напоминающий плакат переносный с надписью «Заземлено» устанавливается на ключах управления, а также на рукоятках или штурвалах разъединителей, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на- заземленный участок схемы.

3. Испытание защитных средств.

Электрозащитные устройства и средства в точно установленные сроки осматривают и испытывают переменным напряжением частотой 50 Гц.

Испытания изолирующих штанг, изолирующих и токоизмерительных клещей производится по схеме (рис. 3.4)

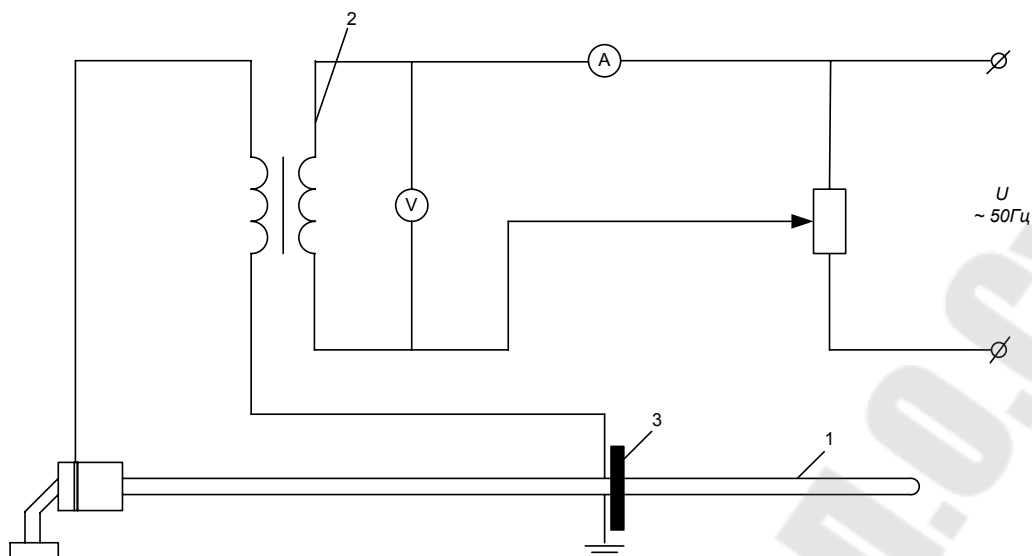


Рис. 3.4. Принципиальная схема испытания изолирующей штанги

- 1-испытуемая штанга
- 2- повышающий трансформатор
- 3-электрод из фольги

Защитные устройства бракуются, если во время испытаний появились разряды по поверхности изоляции или произошел ее пробой.

Диэлектрические перчатки, боты и галоши при описании погружают в сосуд с водой (рис. 3.5). Выступающие края должны быть сухими.

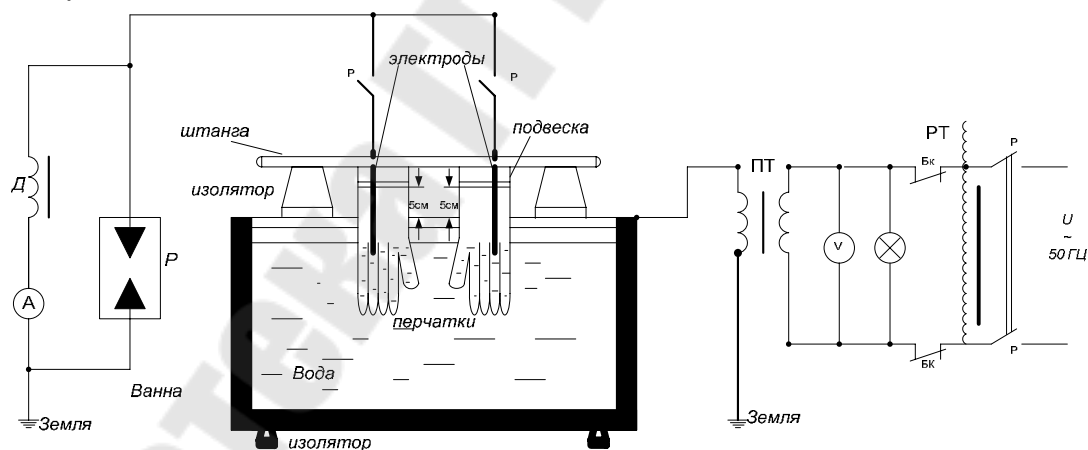


Рис. 3.5. Схема испытаний диэлектрических перчаток (бот, галош).

РТ, ПТ - регулировочный и повышающий трансформаторы:
Д – дроссель; Р – разрядник.

4. Описание работы.

1. Ознакомиться с конструкцией защитных средств, представленных в лаборатории.

2. Установить тип, назначение и усвоить правила пользования ими в электроустановках.

Таблица 3.3

Нормы и сроки электрических испытаний и средств защиты

Средства защиты	Напряжение электроустановок	Приемно-сдаточные испытания (кВт)	Эксплуатационные испытания (кВт)	Периодичность и продолжительность
Изолирующие штанги	Ниже 110 кВ	Трехкратное линейное но не менее 40 кВ	Трехкратное линейное но не менее 40 кВ	5 мин., 1 раз в 24 месяца
Измерительная штанга	Ниже 110 кВ	==/=	==/=	В сезон измерений 1 раз в 3 мес., но не реже 1 раза в 12мес., 5 мин.
Изолирующие клещи	До 1 кВ 2-3 кВ	3 кВ Трехкратное линейное но не менее 40 кВ	2 кВ Трехкратное линейное но не менее 40 кВ	1 раз в 24 мес., 5 мин. 1 раз в 24 мес., 5 мин.
Указатели напряжения выше 1000В а)изолирующая часть б)рабочая часть	2-35 кВ 2-10 6-20 10-35	Трехкратное линейное но не менее 40 кВ 20 40 70	Трехкратное линейное но не менее 40 кВ 20 40 70	 1 мин., 1 раз в 12 мес. ==/= 1 мин., 1 раз в 12 мес.
Указатели напряжения до 1 кВ	До 0,5 кВ	1 кВ	1 кВ	1 раз в 12 мес., 1 мин.
Резиновые перчатки	Все напряжения	6 кВ	6 кВ	1 раз в 6 мес., 1 мин.
Резиновые боты	Все напряжения	15 кВ	15 кВ	1 раз в 36 мес., 1 мин.
Резиновые галоши	До 1 кВ	3,5 кВ	3,5 кВ	1 раз в 12 мес., 1 мин.
Изолирующие подставки	До 10 кВ	6 кВ	2 кВ	1 раз в 12 мес., 1 мин.
Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими ручками	До 1 кВ	6 кВ	2 кВ	1 раз в 12 мес., 1 мин.

5. Контрольные вопросы

1. Перечислить какие защитные средства в электроустановках выше 1000 В относятся к основным.

2. Как подразделяются все защитные средства по своему значению?

3. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при пользовании изолирующей штангой, изолирующими и токоизмерительными клещами?

4. В чем принципиальное различие указателей напряжения и токоизмерителей?

5. Назвать сроки периодических испытаний изолирующих штанг, токоизмерительных клещей, диэлектрических штанг и галош?

Лабораторная работа №4

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.

Цель работы. Ознакомить с организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасное производство работ в электроустановках, оформление работы нарядом или распоряжением, допуска к работе, надзоре во время работы, оформление перерывов в работе и переходов на другое рабочее время; оформление окончания работ. Ознакомиться с техническими мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ с частичными или полным снятием напряжения.

Теоретическая часть.

Организационными мероприятиями обеспечивающие безопасность работы в электроустановках являются:

1. Оформление работы нарядом допуска, распоряжением или перечнем работ в порядке текущей эксплуатации.
2. Допуск к работе
3. Надзор во время работы
4. Оформление перерывов в работе, перевода на другое рабочее место, окончание работы

Наряд - это задание на производство работы оформленное на специальном бланке установленной формы, и определяющая содержание место работы, время ее начала и окончания, условие безопасного проведения, состав бригады и лиц ответственных за безопасность выполнения работы. По наряду могут производиться работы в электроустановках, выполняемые:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.

Распоряжение - это задание на производство работы, определяющая ее содержание, место работы, время, меры безопасности и лиц которым получено ее выполнение.

Распоряжение может быть подано непосредственно или с помощью средств связи с последующей записью в оперативном журнале.

Текущая эксплуатация - это проведение оперативных (оперативным, оперативно ремонтным) персоналом самостоятельно на закрепленном за ним участке в течении одной смены работ по перечню оформленному в соответствии (выполнения работ по распоряжению и в порядке текущей эксплуатации).

Лица ответственные за безопасность работ, их права и обязанности.

Ответственными за безопасность работ являются:

1. Лицо, выдающее наряд, отдающее распоряжение.
2. Допускающий - ответственное лицо из оперативного персонала;
3. Ответственный руководитель работ.
4. производитель работ;
5. наблюдающий
6. члены бригады

Лицо выдающее наряд, отдающее распоряжение устанавливает необходимость и объем работы, отвечает за безопасное выполнения работы, остаточность квалификации производителя работ, наблюдающих, а также членов бригады.

Лицо, выдающее наряд, обязано определить содержание строки наряда отдельные указания. Право выдачи наряда и распоряжений предоставляется лицам из электротехнического персонала предприятия уполномоченным на это распоряжением лица ответственного за электрохозяйства предприятия. Указанные лица должны иметь группу по электробезопасности не ниже 4-й. Допускающий - ответственное лицо из оперативного персонала (дежурный электромонтер) - несет ответственность:

- а) за правильность выполнения необходимых для допуска и производства работ мер безопасности, их достаточность и соответствие характера и месту работы;
- б) за правильность допуска к работе, приемку рабочего места по окончании работы с оформлением в нарядах или журналах.

Допускающий должен иметь группу по электробезопасности не ниже III-й.

Производитель работ, принимая рабочее место от допускающего отвечает за правильность его подготовки, и за выполнения необходимых для производства мер безопасности. Производитель работ должен проинструктировать бригаду по мерам безопасности, которую необходимо соблюдать во время выполнения работы обеспечить безопасность.

Производитель работ соблюдает настоящие правила сам и отвечает за их соблюдение членами бригады. Следит за исправностью инструментов, приборов и другой оснастки, чтобы установленные на месте плакаты заземления не снимались и не переставлялись.

Производитель работ должен иметь группу по электро безопасности не ниже III –ей.

Наблюдающий назначается для надзора за бригадами для строительных рабочих, разнорабочих и других лиц из не электротехнического персонала при выполнении ими работы в электроустановках по нарядам или распоряжениями. Наблюдающий контролирует за установленных на месте работы заземления, ограждения, плакатов, запирающих устройств и отвечает за безопасность членов бригады от поражения электрическим током электроустановки. Наблюдающему запрещается совмещать надзор с другими работами, оставлять рабочих без надзора. Наблюдающий должен иметь группу допуска не ниже III –ей.

Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.

Для подготовки рабочего места при работах со снятием напряжения должны быть выполнены в указанном порядке в следующие технические мероприятия:

- 1) произведены необходимые отключения и приняты меры препятствующие подачи напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры.

- 2) на приводах ручного и на ключах дистанционного управления аппаратурой вывешены плакаты («Не включать - работают люди», «Не включать - работа на линии»).

- 3) проверено отсутствие напряжение на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током (проверка отсутствия напряжения производить-

ся индикатором напряжения, который называется указатель напряжения - проверенным и испытанным соответствующим образом). Перед тем как пользоваться указателем напряжения, необходимо проверить его в действующей электроустановки.

4) Наложено заземление или включены заземляющие ножи, а там где они отсутствуют установлены переносные заземления.

5) Вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты, ограждены при необходимости рабочие места и, оставшиеся под напряжением, токоведущие части.

Производство отключений

С токоведущих частей, на которых будут проводиться работы со всех сторон должно быть снято напряжение, отключением коммутационных аппаратов или снятием предохранителей. При отсутствии в схеме предохранителя, предотвращение ошибочного включения коммутационных аппаратов должно быть обеспечено такими мерами как запирающие рукоятки, или дверцы шкафов, установка между контактами изолирующих накладок. Допускается также отключать напряжение коммутационных аппаратов с дистанционным управлением при условии отсоединения проводов включающей катушки. Отключенное положение коммутационных аппаратов с недоступными для осмотра контактами (автоматы, пакетные выключатели) определяется проверкой напряжения на их зажимах.

Вывешивание плакатов, ограждение рабочего места Непосредственно после проведения необходимых отключений на коммутационной аппаратуре (автоматы, рубильники, выключатели), отключенные при подготовке рабочего места должны быть вывешены плакаты. На присоединении не имеющих автоматов выключателей плакаты вывешиваются у снятых предохранителей. Не отключенные токоведущие части доступные для непреднамеренного прикосновения должны быть на время работы ограждены. Для временного ограждения могут применяться щиты, экраны, изготовленные из дерева или других изоляционных материалов. Расстояние от временных ограждений до токоведущих частей должно быть не менее 0,8 м. Необходимость временных ограждений, их вид способ установки определяется по местным условиям и характеру работы лицом подготавливающим рабочее место. На временных ограждениях должны быть укреплены плакаты «Стоять, напряжение!». Устанавливать и снимать изолирующие накладки должны два лица с группой

допуска с III -ей и IV-ой, пользуясь диэлектрическими перчатками и изолирующими штангами с применениями защитных очков.

Проверка отсутствия напряжения

Перед началом всех видов работ в электроустановках со снятием напряжения необходимо проверить отсутствие напряжения на участке работы. Проверка отсутствия напряжения на отключенном для производства работ части электроустановки должна быть проведена допускающим после вывешивания плакатов «Не включать - работа на линии». В электроустановках проверять отсутствия напряжения необходимо проверять отсутствие напряжения необходимо указателем напряжения заводского изготовления, исправность которого перед применением должна быть установлена по средствам предназначенных для этих целей приборов или в действующей электроустановки заведомо находящейся под напряжением. Если проверенный таким путем указатель напряжения был уронен или подвергался толчкам, уронам, то применять его без повторной проверки запрещается. Проверка отсутствия напряжения у отключенного оборудования должна производиться на всех фазах, а у трехфазных выключателей на всех 6-ти выводах. Проверять отсутствие напряжения нужно как между фазами так и между каждой фазой и заземленным корпусом оборудования или зануляющим проводником. Должна быть III-я группа допуска. И осуществлять не менее двумя лицами.

ПОЛЬЗОВАТЬСЯ КОНТРОЛЬНЫМИ ЛАМПАМИ, САМОДЕЛЬНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ - ЗАПРЕЩАЕТСЯ !!!

Правила техники безопасности при производстве отдельных работ.

Обслуживание электродвигателей.

При работе связанной с прикосновением к токоведущим частям электродвигателя или к вращающимся частям электродвигателя и приводимого им во вращение механизма необходимо отключить электродвигатель от сети и на его пусковом устройстве или рукоятке ключа управления вывесить плакат «Не включать работают люди». При работе на электродвигателе или приводимом им в движение механизме снятие напряжения и наложение заземления токопроводящих частей производится с выполнением порядка технических мероприятий. Перед допуском к работе на электродвигателях таких механизмов как насосы, вентиляторы, насосы и другие механизмы, которые могут вызвать вращение электродвигателя должны быть закрыты и заперты на замок, задвижки, а также нужно принять меры по блоки-

рованию ротора двигателя. Ограждение вращающихся частей электродвигателя во время их работы снимать ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Обслуживать щеточный аппарат на работающем электродвигателе допускается единолично лицу из оперативного персонала с группой электробезопасности не ниже III-ей. При этом необходимо соблюдать следующие меры предосторожности: работать головного убора и застегнутой одежды; пользоваться резиновыми галошами, или диэлектрическими ковриками; не касаться руками одновременно токоведущих частей двух полюсов или токоведущих частей и заземления. Кольца ротора допускается шлифовать на работающем электродвигателе с помощью колодок из изолирующего материала. У работающего, многоскоростного ЭД неиспользуемая обмотка и питающая ее кабель должны рассматриваться как находящиеся под напряжением.

Инструмент электрический, ручные электрические машины, ручные электрические светильники.

Электроинструмент и ручные Эл машины должны удовлетворять гос. стандарта и требованиями настоящих правил. К работе с электроинструментом и ручными электрическими машинами в помещении с повышенной опасностью поражения электрическим током и вне помещения может допускаться персонал имеющую группу по электробезопасности не ниже второй. Подключение вспомогательного оборудования к электрической сети и отсоединение его производится электротехническим персоналом с группой по ТБ не ниже III-й.

В зависимости от категории помещения от степени поражения электрическим током должны применяться Эл. инструмент и ручные Эл. машины и пользоваться средствами индивидуальной защиты (очки, диэлектрические перчатки). Допускается работать с электрическими инструментами без применения средств индивидуальной защиты, если инструмент получает питание от разделительного трансформатора или через защитно-отключающее устройство. При проведении работ в помещении с повышенной опасностью и особо опасных должны применяться ручные светильники напряжением не выше 42 В. При работах в особо неблагоприятных условиях должны использоваться ручные светильники не выше 12 В. В качестве источников питания светильников напряжением до 42 В применяются понижающие трансформаторы, машинные преобразователи, аккумуляторные батареи, не допускается использовать для указанных целей автотрансформаторы.

Приложение 1

Форма наряда-допуска и указания по его заполнению
 Предприятие _____ Лицевая сторона наряда
 _____ Для работ в электроустановках
 Подразделение _____

НАРЯД-ДОПУСК № _____

Ответственному руководителю работ _____

Допускающему _____

Производителю работ _____ с членами бригады _____

Наблюдающему _____ с членами бригады _____

поручается _____

Работу начать: дата _____ время _____

Работу закончить: дата _____ время _____

Работу выполнить: со снятием напряжения, без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них; вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением (ненужное зачеркнуть).

Таблица 4.1.

Меры по подготовке рабочих мест

Наименование электроустановок, в которых нужно произвести и наложить заземления	Что должно быть отключено и где заземлено

Отдельные указания _____

Наряд выдал: дата _____ время _____ подпись _____ фамилия _____

Наряд продлил по: дата _____ время _____

Подпись _____ фамилия _____ дата _____ время _____

Таблица 4.2.

Разрешение на допуск

Разрешение на подготовку рабочих мест и на допуск к работе получил	Дата, время	От кого (должность, фамилия)	Допускающий (подпись)

Оборотная сторона наряда

Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались: _____

Допускающий _____ Ответственный руководитель работ _____

(подпись) (подпись)

Таблица 4.3.

Ежедневный допуск к работе и ее окончание

Бригада проинструктирована и допущена на подготовленное рабочее место				Работа закончена, бригада удалена		
Наименование рабочих мест	Дата, время	Подписи		Дата, время	О снятии заземлений, наложенных бригадой, сообщено (кому)	Производитель работ (подпись)
		допускающего	производителя работ			
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 4.4.

Изменения в составе бригады

Введен в состав бригады	Выведен из состава бригады	Дата, время	Разрешил (подпись)

Работа полностью закончена, бригада удалена, заземления, наложенные бригадой, сняты, сообщено кому _____

(должность, фамилия)

Дата _____ Время _____ Производитель работ _____

(подпись)

Ответственный руководитель работ _____

(подпись)

Указания по заполнению наряда-допуска.

1. Записи в наряде должны быть разборчивыми. Исправление текста запрещается.

2. Система нумерации нарядов устанавливается лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия.

3. В не подлежащих заполнению графах таблиц следует ставить знак 2, а в строках делать прочерк.

4. В строке «дата» указываются число, месяц и две последние цифры, обозначающие год, например 02.11.81, 24.04.85.

5. Вместе с фамилиями лиц, указываемых в наряде, вписываются их инициалы, а для допускающего, ответственного руководителя, производителя работ, наблюдающего и членов бригады, кроме того, вписываются их группы по электробезопасности.

6. В наряде должны указываться диспетчерские наименования электроустановок, присоединений, оборудования.

Лицевая сторона наряда.

7. В строке «Подразделение» указывается структурное подразделение предприятия (цех, служба, участок), где выдается наряд.

8. В строке «Ответственному руководителю работ», если выполнение работы предусмотрено без него, указывается «не назначается».

В строке «Допускающему» указывается фамилия допускающего из оперативного персонала.

В строках «с членами бригады» указывается пофамильно состав бригады, кроме производителя работ или наблюдающего.

Фамилии пишутся в именительном падеже. В случае недостатка строк следует прикладывать к наряду список членов бригады за подписью лица, выдающего наряд, о чем должно быть записано в последней строке «См. дополнительный список».

9. В строках «поручается» указывается наименование электроустановок и присоединений, где предстоит работать, содержание работы; для ВЛ указываются наименование линии и граница участка, где предстоит работать (номера опор, на которых или между которыми, включая . их, будет производиться работа, отдельные пролеты), а также содержание работы. Для многоцепной ВЛ указывается также наименование цепи, а при пофазном ремонте – и расположение фазы на опоре.

10. В строке «Работу закончить» указываются дата и время окончания работы по данному наряду (независимо от окончания всей работы в целом).

11. При работе в электроустановках подстанций и на КЛ в табл. 4.1 указываются:

в графе 1 – наименование электроустановок, в которых необходимо произвести отключения и наложить заземления;

в графе 2 – наименования коммутационных аппаратов, которые должны быть отключены, и места, где должны быть наложены заземления, установлены ограждения.

12. При работе на ВЛ в табл. 4.1 указываются:

в графе 1 – наименование линий, цепей, проводов, записанные в строке «поручается», а так же наименование других ВЛ или цепей, подлежащих отключению и заземлению в связи с выполнением работ на ремонтируемой ВЛ или цепи;

в графе 2 – для ВЛ, отключаемых и заземляемых допускающим, – наименования коммутационных аппаратов в РУ и на самой ВЛ, которые должны быть им отключены, и места наложения заземления.

В случае наложения заземлений на опорах следует указывать номера опор. В этой же графе должны быть указаны номера опор или пролеты, где накладываются, заземления на провода и тросы на рабочем месте.

Если места наложения заземлений при выдаче наряда определить нельзя или работа будет производиться с перестановкой заземлений, в графе указывается «Заземлить на рабочих местах».

В графе 2 должны быть указаны также места, где накладываются заземления на ВЛ, пересекающейся с ремонтируемой или проходящей вблизи нее.

Если эти ВЛ эксплуатируются другим предприятием, в строке «Отдельные указания» должно быть указано о необходимости проверки заземлений, наложенных персоналом этого предприятия.

13. В табл. 4.1 должны быть внесены те отключения, которые нужны для подготовки непосредственно рабочего места. Переключения, выполняемые в процессе подготовки рабочего места, связанные с изменением схем, в таблицу не вносятся (например, перевод присоединений с одной системы шин на другую, перевод питания участка сети с одного источника питания на другой и т.п.).

В электроустановках, где подготовку рабочего места выполняет допускающий из оперативно-ремонтного персонала, в табл. 4.1 допускается вносить все поручаемые ему операции, а также указывать и другие меры по подготовке рабочих мест (например, проверка отсут-

ствия напряжения, установка ограждений токоведущих частей и т.п.) в соответствии с местными инструкциями по производству оперативных переключений, утвержденными лицом, ответственным за электрохозяйство.

14. В нарядах, по которым отключения и наложения заземлений для допуска не требуется, в графе 1 табл. 4.1 записывается: «Без отключения и наложения заземлений».

15. Если число строк табл. 4.1 не позволяет перечислить все меры по подготовке рабочих мест, допускается прикладывать к наряду дополнительную таблицу, подписанную выдающим наряд, о чем должно быть записано в последней строке основной таблицы «См. дополнительный список».

16. В строках «Отдельные указания» фиксируются:

этапы работы или отдельные операции, которые должны выполняться под непрерывным надзором ответственного руководителя работ;
разрешение на временное снятие заземлений;
назначение лиц, ответственных за безопасное перемещение грузов кранами;

оставшиеся под напряжением провода, тросы ремонтируемой линии, ВЛ, с которыми пересекается ремонтируемая линия в пролетах, где выполняются работы;

указание о том, что ремонтируемая линия находится в зоне наведенного напряжения от другой ВЛ.

Выдающему наряд разрешается по его усмотрению вносить в эти строки и другие указания, связанные с выполняемой работой.

В строках «Наряд выдал» и «Наряд продлил» выдающий наряд указывает дату и время его подписания.

17. Табл. 4.2 заполняется при первичном допуске допускающим из оперативного персонала либо производителем работ, совмещающим обязанности допускающего.

При временном включении ремонтируемой электроустановки табл. 4.2 заполняется перед каждым повторным допуском.

Табл. 4.2 не заполняется при допусках, выполняемых дежурным, а также в тех случаях, когда допускающему из оперативно-ремонтного персонала, производителю работ, совмещающему обязанности допускающего, разрешен допуск сразу по прибытии на рабочее место.

Оборотная сторона наряда.

18. При работах в электроустановках электростанций, подстанций и на КЛ в строках «Рабочие места подготовлены. Под напряже-

нием остались» допускающий указывает оставшиеся под напряжением токоведущие части ремонтируемого и соседних присоединений (или оборудование соседних присоединений), ближайшие к рабочему месту. Если таких частей нет, в этих строках следует писать «Не остались».

При работах на ВЛ в этих строках записываются токоведущие части, указанные выдающим наряд в строках «Отдельные указания», а при необходимости и другие токоведущие части.

Допускающий и ответственный руководитель работ расписываются под строками «Рабочие места подготовлены. Под напряжением остались» только при первичном допуске.

19. В табл. 4.3 оформляются ежедневный допуск к работе и ее окончание, в том числе допуск с переводом на другое рабочее место, а также допуск и окончание работы при временном включении электроустановок.

Лицо, осуществляющее повторный допуск, расписывается в графе 3.

Графа 6 заполняется при работах, связанных с пробным включением электроустановок. В графе 6 указываются фамилия и должность лица, которому сообщено о временном окончании работы, снятии наложенных заземлений и удалении бригады.

Окончание работ, связанное с окончанием рабочего дня, производитель работ оформляет в графах 5 и 7 табл. 4.3.

20. В табл. 4.4 при вводе в бригаду или выводе из нее водителя механизма или крановщика указывается тип закрепленного за ним механизма или самоходного крана. В графе «Разрешил» расписывается (с указанием фамилии) лицо, выдавшее разрешение на изменение состава бригады.

При передаче разрешения по телефону, радио производитель работ в этой графе указывает фамилию лица, выдавшего разрешение на изменение состава бригады.

21. После полного окончания работ производитель расписывается в предназначенной для этого строке наряда, указывая при этом время и дату оформления. В соответствующей строке расписывается и ответственный руководитель работ после приемки им рабочего места. Если ответственный руководитель работ не назначался, производитель работ расписывается за него.

При оформлении в наряде полного окончания работы производитель работ это оформление выполняет только в своем экземпляре

наряда, указывая должность и фамилию лица, которому он сообщил о полном окончании работ, а также дату и время сообщения.

Если бригада заземлений не накладывала, то слова «заземления, наложенные бригадой, сняты» из текста сообщения вычеркиваются.

22. Лицо, выдавшее наряд, производит контроль за правильностью оформления наряда и расписывается в конце его.

Вопросы.

1. Для каких целей производят оформление работ нарядом в электроустановках? Что такое наряд?

2. Кто выдает наряд для производства работ в электроустановках и в каких количествах выписывается наряд?

3. Какие работы выполняются по распоряжению?

4. Какие работы выполняются без снятия напряжения?

Лабораторная работа №5

Исследование и расчет естественного и искусственного освещения.

1. Цель работы. Изучить систему нормирования освещенности и методы расчета освещения помещений.

2. Краткие теоретические сведения.

Показатели производственного освещения.

Ощущение света при воздействии на глаза человека вызывают электромагнитные волны так называемого оптического диапазона. Видимая часть оптических излучений лежит в диапазоне длин волн от 380 до 760 нанометров (н.м); с одной стороны к ней примыкает область ультрафиолетовых, а с другой – инфракрасных излучений. В видимой области излучения каждой длине волны соответствует определенный цвет от фиолетового (380...450 нм) до красного (620...760 нм). На практике

чаще всего приходится иметь дело со светом сложного спектрального состава, состоящим из волн различной длины. Видимые излучения обычно измеряют в нанометрах ($1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^3 \text{ мкм}$). Чувствительность глаза максимальна в зеленой области спектра при длине волны $\lambda = 554 \text{ нм}$.

Производственное освещение характеризуется количественными и качественными показателями. К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость и коэффициент отражения.

Световым потоком Φ называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению. Единицей светового потока является люмен (лм) – световой поток, излучаемый точечным источником света силой в одну канделу, помещенным в вершину телесного угла в один стерадиан.

Распределение светового потока реального источника излучения в окружающем пространстве обычно неравномерно. Поэтому один световой поток еще не может являться исчерпывающей характеристикой источника излучения. Необходимо еще знать характеристику распределения светового потока в пространстве.

Пространственную плотность светового потока принято называть силой света. Единицей силы света является кандела (кд) – сила света точечного источника, испускающего световой поток в один люмен, равномерно распределенный внутри телесного угла в один стерадиан.

Сила света – световой поток, отнесенный к телесному углу, в котором он излучается:

$$I = \Phi/\omega, \text{ кд,}$$

где ω – телесный угол (в стерадианах) или часть пространства, заключенного внутри конической поверхности.

Освещенность E характеризует поверхностную плотность светового потока и определяется отношением светового потока Φ , падающего на поверхность, к ее площади S :

$$E = \Phi/S;$$

Единицей освещенности является люкс (лк). Один люкс равен освещенности поверхности площадью в 1 м^2 , по которой равномерно распределен световой поток, равный одному люмену.

Так как уровень ощущения света человеческим глазом зависит от плотности светового потока (освещенности) на сетчатке глаза, то основное значение для зрения имеет не освещенность какой-то поверхности, а световой поток, отраженный от этой поверхности и попадающий на зрачок. В связи с этим введено понятие яркости. Человек различает окружающие предметы только благодаря тому, что они имеют разную яркость.

Яркостью L называется величина, равная отношению силы света, излучаемого элементом поверхности в данном направлении, к площади проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную к тому же направлению:

$$L = I / S \cos(\alpha), \text{ кд/м}^2,$$

где I – сила света, излучаемая поверхностью в заданном направлении, кд; S – площадь поверхности, м^2 ; α – угол к нормали светящейся поверхности.

Единицей яркости служит кандела на квадратный метр (кд/м^2).

Коэффициент отражения ρ характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток. Определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока Φ к падающему на нее световому потоку $\Phi_{\text{пад}}$.

К основным качественным показателям освещения относятся: объект различения, фон, контраст объекта с фоном, видимость, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности. Объект различения – наименьший предмет рассматриваемого предмета, который необходимо различить в процессе работы.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Характеризуется коэффициентом отражения, зависящим от цвета и фактуры поверхности, значения которого находятся в пределах 0,02..0,95. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности более 0,4; средним – от 0,2 до 0,4; темным – менее 0,2.

Контраст объекта различения с фоном K – отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона:

где L_0 и L_1 – яркость соответственно объекта и фона.

Контраст объекта различения с фоном считается большим при K более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости), малым при K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Видимость V – универсальная характеристика качества освещения, которая характеризует способность глаза воспринимать объект; зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном:

$$V = K / K_{\text{пор}}$$

где K – контраст объекта с фоном; $K_{\text{пор}}$ – пороговый контраст, т.е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

Блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов. Ослепленность приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Показатель ослепленности P – критерий оценки слепящего действия осветительной установки определяется выражением

$$P = (V_1/V_2 - 1)1000,$$

где V_1 и V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения.

Коэффициент пульсации освещенности $K_{п}$, %, – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, определяемый по формуле

$$K_{п} = (E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{\text{ср}} \cdot 100\%$$

где E_{\max} , E_{\min} и $E_{\text{ср}}$ – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период ее колебания, (лк).

Для измерения и контроля освещенности применяют люксметр, принцип действия которого основан на фотоэлектрическом эффекте. При освещении селенового фотоэлемента в цепи соединенного с ним гальванометра возникает фототок, обуславливающий отклонение стрелки микроамперметра, шкалу которого градуируют в люксах.

Для измерений силы света и яркости применяют фотометры типа ФПИ и ФПЧ. Измерение освещенности проводят по ГОСТ 24940 – 96.

Искусственное освещение.

Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в темное время суток, а также при недостаточности естественного освещения. По способам размещения светильников в производственных помещениях различают системы общего, местного и комбинированного освещения.

Общее освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним площадях. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещается.

Кроме рабочего освещения, нормами предусмотрено устройство аварийного, охранного и дежурного освещения.

Аварийное освещение подразделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности предусматривается в тех случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования может привести к взрыву, пожару, нарушению технологического процесса и т.д.

Эвакуационное освещение предназначено для безопасной эвакуации людей.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

Дежурное освещение – освещение в нерабочее время.

В осветительных установках промышленных предприятий применяют лампы накаливания разрядные источники света. Под светильником понимается комплект лампы (источника света) и осветительной арматуры. Светильник обеспечивает крепление лампы, подсоединение к ней электрического питания, предохранение ее от загрязнения и механического повреждения. При выборе типа светильника важнейшим требованием является учет условий среды. В помещениях с нормальной средой к конструкции светильника не предъявляются специальных требований, это же относится и к помещениям с влажным и сырым, но с одним требованием – патрон должен иметь корпус из изоляционных влагостойких материалов. В помещениях особо сырых с химически активной средой, пожаро- и взрывоопасных конструкция светильника должна отвечать специальным требованиям.

Светильники местного освещения предназначены для освещения места выполнения работы, при этом необходимо, чтобы защитный угол светильника был не менее 30° , а при расположении светильника не выше уровня глаз рабочего – то не менее 10° , что исключает ослепление и правильно освещает рабочее место.

Проектирование устройств и эксплуатация осветительных установок производится в соответствии с СНБ 2.04.05-98 “Естественное и искусственное освещение” и действующими отраслевыми нормами, инструкциями цехов предприятий различных видов производств.

Расчет освещения ведется на основании нормируемого уровня освещенности, который определяется для каждого помещения по СНБ или отраслевым справочникам.

Расчет искусственного освещения в помещениях можно производить следующими четырьмя методами: точечным, методом удельной мощности (по таблицам удельной мощности), графическим и методом коэффициента использования светового потока.

Точечный метод применяется для расчета осветительной установки при локализованном размещении светильников. Этим методом можно определить освещение горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей, а также проверить расчет равномерного общего освещения (без учета отраженного светового потока).

Метод удельной мощности является наиболее простым, но и наименее точным из всех методов расчета освещения, поэтому применяется для ориентировочных расчетов.

Метод коэффициента использования светового потока наиболее применим для расчета общего равномерного освещения помещений в условиях эксплуатации промышленных предприятий. При расчете этим методом учитывается как прямой свет от светильников, так и свет, отраженный от стен и потолка.

Хорошее освещение производственных помещений и рабочих мест зависит не только от правильного выбора места расположения светильника, его типа и мощности ламп, но также от окраски помещений и оборудования. Потолки надо окрашивать в белый цвет, а стены и оборудование – в светлые тона.

Освещенность в производственных помещениях и на рабочих местах может быть проверена с помощью объективного люксметра типа Ю 116 с фотоэлементом, являющимся удобным и точным прибором переносного устройства.

Люксметр Ю 116 имеет два основных диапазона измерений (5...300 и 20...100 лк) и шесть неосновных (50...300 и 200...1000, 500...3000 и 2000...10000, 5000...30000 и 20000...100000 лк), получаемых при помощи совместно применяемых насадок КМ, КР, КТ для создания общего коэффициента ослабления 10, 100, 1000 соответственно (буквами К, М, Р, Т обозначены насадки-поглотители). На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя и табличка со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок с диапазонами измерений. Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка для присоединения селенового фотоэлемента. Селеновый фотоэлемент находится в пластмассовом корпусе и присоединяется к измерителю шнуром с розеткой, обеспечивающей правильную полярность соединения.

Для подготовки к измерению измеритель люксметра Ю 116 устанавливается в горизонтальном положении. Проверяют, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы, для чего фотоэлемент

отъединяют от измерителя. В случае необходимости при помощи корректора устанавливают стрелку прибора в нулевое деление шкалы.

Порядок отсчета значения измеряемой величины освещенности следующий. Против нажатой кнопки определяют выбранное при помощи насадок или без них наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 30, следует пользоваться шкалой 0...30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент ослабления, зависящий от применяемых насадок и указанный на них. Например, на фотоэлементе установлены насадки КР, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0...30. Следовательно, измеряемая освещенность равна $10 \cdot 100 = 1000$ лк.

Для получения правильных показаний люксметра необходимо оберегать селеновый фотоэлемент от излишней освещенности, не соответствующей выбранным насадкам. Поэтому, если значение измеряемой освещенности неизвестно, измерения необходимо начинать с установки на фотоэлемент насадок КТ. С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 20...100 делений по шкале 0...100 и 5...30 делений по шкале 0...30, рекомендуется поступать следующим образом. Последовательно установить насадки КТ, КР, КМ и при каждой насадке сначала нажимать правую кнопку, а затем левую. Если при насадках КМ и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0...30, измерения делать без насадок, т.е. открытым фотоэлементом. При отсчете по измерителю необходимо находиться на некотором расстоянии от фотоэлемента, чтобы тень от проводящего измерения не попадала на фотоэлемент. При окончании измерения отъединить фотоэлемент от измерителя люксметра и надеть на фотоэлемент насадку Т.

Нормированные значения e_e при боковом освещении для учреждений, жилых и общественных зданий приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1.

Нормы естественной освещенности учреждений, общественных и жилых зданий на горизонтальной плоскости на высоте 0.8 м

Помещения	e_e	
	Н	У
Чертежные и конструкторские бюро, проектные залы, редакционные отделения	2	1,6
Машбюро, мастерские, лаборатории, классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборантские, весовые	1,5	1,2
Читальные залы, инструментальные, спортивные залы (на уровне пола), плавательные бассейны (на уровне воды), комнаты преподавателей, мастеров	1	0,8
Процедурные здравпункты, красные уголки, кабинеты политического просвещения, жилые комнаты, кухни (пол)	0,5	0,4
Прочие помещения производственных и общественных зданий	0,5	0,3
Вестибюли и гардеробные уличной одежды (на уровне пола)	0,4	0,3
Лестничные клетки (на уровне пола)	0,1	0,1

Порядок выполнения работы.

Включить свет в лаборатории. Определить коэффициент естественной освещенности на наиболее удаленном от окон лабораторном столе. Для этого фотоэлемент уложить горизонтально на стол. Показания люксметра E_v записывает один из наблюдателей. Другой наблюдатель располагает фотоэлемент второго люксметра вне помещения на открытом месте, освещенном всем небосводом. По сигналу третьего лица или по сверенным часам наблюдатели должны сделать одновременно свои отсчеты по люксметрам. Результаты замеров E_v и E_n занести в таблицу 6.1. При переменной облачности число отсчетов должно быть не менее трех.

Значение коэффициента естественной освещенности определить по формуле $e_e = 100 \sum E_v / \sum E_n$, где $\sum E_v$ и $\sum E_n$ – суммарные результаты

по числу отсчетов соответственно в исследуемой точке помещения и на открытом месте, лк. Сделать вывод о необходимости совмещенного освещения.

6.2. Результаты измерений при естественном освещении

Номера отсчетов	Освещенность, лк	
	Внутри помещения E_v	Снаружи здания E_n
1		
2		
3		
ΣE		

6.3. Результаты измерений совмещенного освещения

Номера отсчетов	Освещенность, лк		
	внутри помещения на плоскости		снаружи здания E_n
	стола $E_{гор}$	доски $e_{вер}$	
1			
2			
3			
ΣE			

Контрольные вопросы.

1. К чему приводит недостаточность освещения? 2. Что такое коэффициент естественной освещенности? 3. Почему естественная освещенность в помещении характеризуется относительными величинами? 4. Чем и как измеряется освещенность? 5. От чего зависят нормированные значения коэффициента естественной освещенности? 6. В каких точках нормируется значение коэффициента естественной освещенности? 7. От чего зависит площадь световых проемов при боковом освещении? 8. Когда применяют совмещенное освещение? 9. Как нормируется совмещенное освещение?

Содержание.

1. Лабораторная работа №1 Защитное заземление, защитное зануление, расчет заземляющего устройств.....	3
2. Лабораторная работа №2 Исследование опасности поражения током в трехфазных электриче- ских сетях напряжением до 1000В.....	10
3. Лабораторная работа №3 Электрические защитные средства и предохранительные приспособ- ления, применяемые в электроустановках.....	19
4. Лабораторная работа №4 Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.....	36
5. Лабораторная работа №5 Исследование и расчет естественного и искусственного освещения.....	48

Шапоров Владимир Владимирович

ОХРАНА ТРУДА

**Лабораторный практикум
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано в печать 04.06.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,32.

Изд. № 188.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.