

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 30.01.2020 10:34:07

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730d1074d10f5e0ce558f0fcb

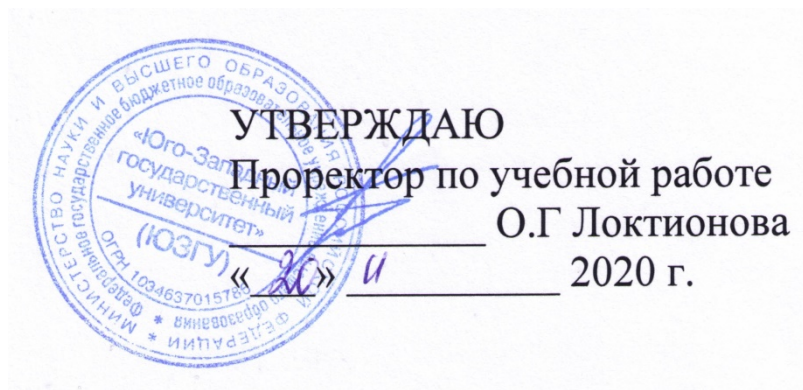
МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра охраны труда и окружающей среды



ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНОСТИ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Безопасность труда, безопасность жизнедеятельности» для студентов всех направлений подготовки

Курск 2020

УДК 614.894:006.354

Составители: А.В. Беседин, А.В. Иорданова.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

Исследование опасности трехфазных электрических сетей: методические указания к проведению лабораторных работ для студентов всех направлений подготовки / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Беседин, А.В. Иорданова. – Курск, 2020. – 11 с. Библиогр.: с. 11.

Приведены характеристики опасности электрических сетей и влияющих на нее факторов, характеристики трехфазных электрических сетей в нормальном и аварийном режимах, опасные факторы трехфазных электрических сетей с изолированной и заземленной нейтралью источника питания. Представлена методика построения графиков измерения характеристик опасных факторов, полученных расчетным и экспериментальным методами.

Методические указания предназначены для студентов всех направлений подготовки.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

Цель работы:

1. Изучение характеристик опасности электрических сетей и влияющих на нее факторов.
2. Исследование характеристик трехфазных электрических сетей в нормальном и аварийном режимах.
3. Измерение опасных факторов трехфазных электрических сетей с изолированной и заземленной нейтралью источника питания на специальном лабораторном стенде.
4. Построение графиков измерения характеристик опасных факторов, полученных экспериментальным методом.

Общие положения

Рассмотрим факторы, влияющие на степень поражения электотоком человека:

1.1 Сила тока: человек начинает чувствовать ток в пределах от 0,5 до 10 мА, такой ток называют осязаемым или пороговым значением ток;

1.2 Ток 15-20 мА называют опасным надпороговым не отпускающим током;

1.3 Ток 80-100 мА называют фибрилляционным током, могущим вызвать остановку сердца и клиническую смерть.

2. Длительность протекания ток

Ток длительностью воздействия более 3-5 с при неотпускающем токе может вызвать паралич сердечной мышцы и привести к потере сознания.

3. Род ток: переменный ток промышленной частоты более опасный чем постоянный ток при напряжении источника до 400-600 В. Свыше 600 В более опасным является постоянный ток.

4. Частота тока. Наиболее опасным является ток с частотой от 20 до 100 Гц. Токи высокой частоты более 500 кГц не вызывают электрического удара, но являются опасными по тепловому воздействию на внутренние органы и ткани.

5. Путь протекания тока: наименее опасный нога – нога и наиболее опасный правая рука – левая нога. Неблагоприятный климат (температура, влажность) увеличивает опасность поражением током.

Физиологическое и психологическое состояние человека влияет на степень сопротивления организма воздействию электрического тока.

Характеристики трехфазных сетей переменного тока промышленной частоты

Трехфазные сети подразделяются на следующие виды:

2.1 Трехпроводные с изолированной нейтралью при напряжении до 1000 В;

2.2 Четырехпроводные с заземленной нейтралью при напряжении до 1000 В;

2.3 Трехпроводные с заземленной нейтралью при напряжении выше 35 кВ.

Изолированной нейтралью называется нейтральная точка источника питания (генератора, трансформатора), не присоединенная к заземляющему устройству.

Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль источника питания, присоединенная к заземляющему устройству через малое сопротивление или непосредственно.

В соответствии с требованиями ПУЭ (правила устройства электроустановок) защитное сопротивление не должно превышать 10 Ом в установках с напряжением до 1000 В и в установках выше 1000 В защитное сопротивление не должно превышать 4 Ома. В промышленности применяют трехпроводные сети с изолированной нейтралью и четырехпроводные с заземленной нейтралью.

В подавляющем большинстве электроустановки напряжением до 1000 В работают от четырехпроводных сетей с глухозаземленной нейтралью. С помощью нулевого провода потребителей включают на фазное напряжение. Нулевой защитный проводник и нулевой рабочий проводник являются рабочими элементами схемы.

При анализе опасности электрических сетей наиболее общими являются следующие схемы включения человека в электрическую цепь: двухфазное включение – прикосновение человека одновременно к двум фазам; при этом включении человек попадает под линейное напряжение и ток через человека равен:

$$I_h = \frac{\sqrt{3} * U_\phi}{R_h}, \quad (1)$$

Однофазное включение – прикосновение к одной фазе и земле, включение на фазное напряжение и более низкий ток. При это ток через человека равен:

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h}, \quad (2)$$

Где U_ϕ – фазное напряжение, В; R_h – сопротивление человека.

Также важным является режим работы сети – нормальный и аварийный, характеризующийся повышенной опасностью для человека и возникающий в случае замыкания одной из фаз на землю или на токопроводящие корпуса электроустановок.

Анализ безопасности электрических сетей сводится к определению величины тока, который проходит через тело человека, когда он случайно становится элементом действующей электрической цепи (например, при прикосновении к проводам, которые находятся под напряжением).

При расчете защиты от поражения электрическим током используют предельно допустимые значения тока и напряжения прикосновения.

Содержание отчета по работе.

4.1 Экспериментальная часть работы выполняется на специальном лабораторном стенде, позволяющим моделировать исследуемые трехфазные сети напряжением до 1000 В.

Существующие в реальных сетях распределенные сопротивления изоляции и емкости проводов соответственно заменены в схеме стенда сосредоточенными сопротивлениями и емкостями. Изменяя значения этих сопротивлений и емкостей, можно имитировать на стенде каждую из исследуемых сетей с необходимыми параметрами. Сопротивление тела человека имитируется с помощью набора резисторов. Ток, протекающий через человека, измеряется амперметром РА 2. Ток в сети измеряется амперметром РА 1. Напряжение, под которым оказывается человек, прикоснувшись к фазному проводу, измеряется вольтметром РV.

4.2 Порядок выполнения работы.

4.2.1 Привести стенд в исходное положение: все тумблеры поставить в положение «отключено» (вниз), переключатели поставить в крайнее левое положение. Включить питание стенда сдвоенным тумблером «Устройство».

4.2.2 Экспериментальные исследования параметров трехфазной сети с изолированной нейтралью. Сеть работает без замыкания на землю.

Опыт №1. Сопротивления всех трех фаз устанавливаются одинаковыми $R_1=R_2=R_3=R_{u3}$. Величина R_{u3} меняется в соответствии с заземлением от 1 кОм до 400 кОм. Емкость проводов всех фаз одинакова и неизменна $C_1=C_2=C_3=C=0,1$ кОм.

Переключатель R_h поставить в положение 1, что соответствует сопротивлению тела человека $R_h=1$ кОм.

Миллиамперметром измеряется ток I_h , протекающий через сопротивление тела человека при изменении сопротивления изоляции

$$I_h=f(R_{u3}), C=0,1 \text{ мкФ}$$

Результаты измерений заносятся в табл.1

Таблица 1 – Зависимость тока I_h , протекающего через тело человека, от сопротивления изоляции.

Исследуемый параметр	Сопротивление изоляции R_{u3} , кОм				
	1	2	5	10	400
Ток I_h , измеренный в опыте, мА					

По результатам измерений построить график зависимости $I_h=f(R_{u3})$, при $C=\text{const}$; сравнить полученные результаты с теоретическими, сформулировать выводы по результатам опыта №1.

Опыт №2. Емкости проводов всех трех фаз устанавливаются одинаковыми $C_1=C_2=C_3=C_{u3}$. Величина C_{u3} меняется в соответствии с заданием. Сопротивление изоляции всех трех фаз одинаковы и не изменяются $R_{u3}=400$ кОм. Миллиамперметром измеряется ток I_h .

$$I_h=f(C), R_{u3}=400 \text{ кОм}$$

Результаты измерений помещаются в табл.2.

Таблица 2 – Зависимость тока I_h , протекающего через тело человека, от емкости фаз относительно земли

Исследуемый параметр	Емкость сети относительно земли, мкФ							
	0	0,1	0,2	0,6	1,0	1,6	1,8	2,0
Ток I_h , измеренный в опыте, мА								

По результатам измерений построить график зависимости $I_h=f(C_{u3})$, при $R=\text{const}$; сравнить полученные результаты с теоретическими, сформулировать выводы по результатам опыта №2.

Опыт №3. Сопротивление изоляции фаз устанавливаются неодинаково $R_1 \neq R_2 \neq R_3$. Емкость проводов относительно земли для всех одинакова и неизменна $C=0,1$ мкФ.

Миллиамперметром измеряется ток, протекающий через сопротивление тела человека, в зависимости от того, к какой фазе он прикасается $I_h=f(R_1, R_2, R_3)$.

Переключатель Π_ϕ поочередно ставить на каждую из фаз, параметры R_{u3} сети и C_{u3} не изменять. Переключатель R_h поставить в положение 1кОм. Показания миллиамперметра записать в строку 1, табл.3

Таблица 3 – Сопротивление изоляции фаз в зависимости от исследуемого аппарата

Номер строки	Исследуемый параметр	Сопротивление изоляции фаз, кОм		
		Первой, 2	Второй, 5	Третьей, 10
1	Ток I_h , измеренный в случае, когда работает в нормальном режиме			
2	Ток I_h , измеренный в случае, когда появилось замыкание на землю, мА			

В сети появилось замыкание на землю одной из фаз.

Опыт №4. Сопротивление изоляции фаз устанавливаются неодинаковыми $R_1 \neq R_2 \neq R_3$. Емкость проводов относительно земли для всех фаз одинакова и неизменна $C=0,1$ мкФ.

Замыкание на землю одной из фаз имитируется кнопкой «Замыкание фазы на землю».

Миллиамперметром измеряется ток, протекающий через сопротивление тела человека, в зависимости от того к какой фазе он прикоснулся, в то время как любая другая фаза замкнулась на землю.

$$I_h=f(R_1, R_2, R_3)$$

Переключатель P_{ϕ} поочередно ставить на каждую из фаз и в момент измерения тока включать кнопку «Замыкание на землю» для имитации замыкания на землю. Параметры сети не изменять. Переключатель R_h поставить в положение 1 кОм.

Показания миллиамперметра записать в строку 2, табл.1.3

По результатам экспериментов сформулировать выводы и отличительные особенности протекания тока через тело человека в нормальных параметрах сети и аварийных.

4.2.3 Экспериментальные исследования параметров трехфазной сети с заземленной нейтралью в нормальном и аварийном режимах работы проводится аналогично приведенным выше для параметров трехфазных сетей с изолированной нейтралью с заполнением табл. 2.1, 2.2, 2.3 и построением графических зависимостей. В сети с заземленной нейтралью в нормальном режиме работы:

А) Заземлить нейтраль, включить тумблер R_0 ;

Б) Для измерения тока в аварийном режиме включить тумблер «Шунтирование».

По результатам выполненных теоретических и экспериментальных исследований сформулировать выводы о влиянии различных параметров сетей на опасность поражения человека электрическим током.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.

2. Зависимость тяжести поражения человека от частоты тока и рода тока.

3. Путь протекания тока в теле человека наименее опасный и наиболее опасный.

4. Характерные особенности воздействия электрического тока на человека.

5. Индивидуальные и коллективные среды защиты человека от поражения электрическим током.

6. Приведите основные характеристики трехфазных электрических сетей промышленной частоты.

7. В чем суть методики анализа опасности электрических сетей.

Библиографический список

1. П.А. Долин, Справочник по технике безопасности [текст]. П.А. Долин – 8 изд. перераб. и дополн. – М: Энергоиздат. 2006.800с.,ил.
2. Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности при эксплуатации электроустановок). Изд.7.- М.:2007,380с.,ил.
3. Михайлов В.Е. Основы электробезопасности 7-е изд.- Л.Энергия, 2005.348с.