

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОФАЗНОГО УЗО

Саенко С.А., студентка; Бершадский И.А., доц., д.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Развитие общества немыслимо без технического прогресса и совершенствования производственной сферы. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость обеспечения безопасных условий на производстве с высокой степенью надежности, и с годами эта проблема становится все острее. Широкое использование электроэнергии во всех областях деятельности человека, неуклонный рост энерговооруженности труда, большое количество электроприборов в быту и на производстве повлекли за собой повышенную опасность поражения человека электрическим током.

Электрический ток не имеет каких-либо физических признаков или свойств, по которым человек мог бы его ощущать органами чувств до момента контакта, что усугубляет его опасность для человека.

Следовательно, работу по предупреждению электротравматизма следует вести путем изучения свойств и взаимосвязи всех элементов системы «человек – электроустановка – среда» с учетом их вероятностного характера и создания комплекса защитных мероприятий.

Поскольку реальное значение сопротивления тела человека является величиной достаточно неопределенной и зависящей от многих факторов, для расчетной оценки опасности электропоражения в электроустановке принято использовать в качестве критерия опасности ток через тело человека, а не напряжение, приложенное к нему.

Исследователями было установлено, что результат воздействия электрического тока на организм человека зависит не только от значения тока, но и от продолжительности его протекания, приложенного напряжения, пути тока через тело человека, частоты тока, формы кривой, коэффициента пульсаций и, в меньшей мере, от индивидуальных качеств человека, и других факторов.

Сопротивление кожи во влажном состоянии крайне мало. При определении условий электробезопасности в электроустановке согласно ГОСТ 12.1.038-82[1], за расчетное значение сопротивления тела человека принимается 1000 Ом при приложенном напряжении 50 В и 6000 Ом при 36 В.

Известно, что сопротивление внутренних органов человека не превышает 500..600 Ом.

Результаты научных исследований воздействия электрического тока на человека изложены в многочисленных публикациях и послужили базой для существующих стандартов.

Особого внимания заслуживают результаты фундаментальных исследований, выполненных в 1940 – 1950 гг. в Калифорнийском университете американским ученым Чарльзом Дальцилом.

Профессор Ч. Дальцилл провел на большой группе добровольцев серию экспериментов по определению электрических параметров тела человека и физиологического воздействия электрического тока на человека[2].

Результаты его исследований считаются классическими и не потеряли своего значения до настоящего времени.

На рисунке 1 графически представлена область предельно допустимых значений тока и длительности его протекания через человека, с вероятностью 99,5% не вызывающих фибрилляцию сердца (А – область недопустимых значений).

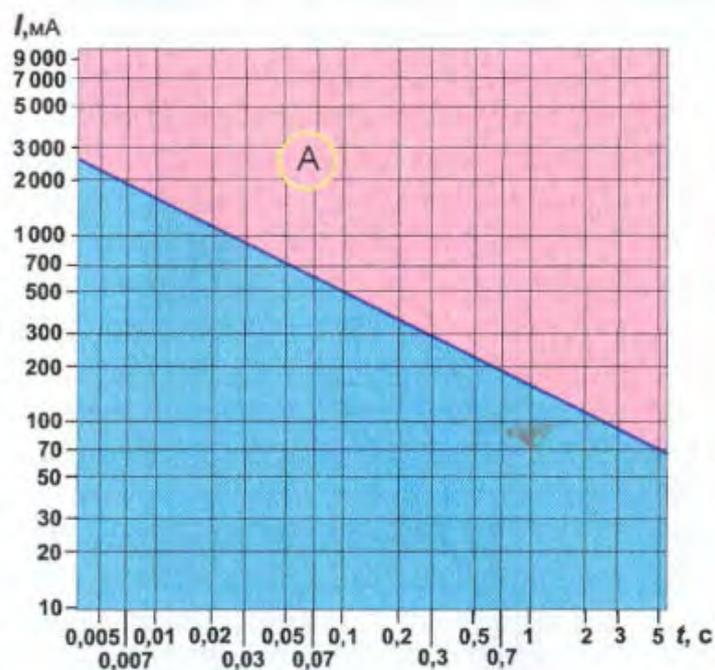


Рисунок 1 – Графическая интерпретация зависимости предельно допустимого нефибрилляционного (99,5%) тока от длительности его протекания через тело человека (А – область недопустимых значений)

По Дальциллиу граница областей допустимых и недопустимых значений тока через человека и длительности его протекания определяется выражением:

$$I = \frac{165}{\sqrt{T}},$$

где I – предельно допустимый ток через человека, мА;

T – длительность протекания тока через тело человека, с.

Данное выражение Ч. Дальцилл считал справедливым лишь для интервала времени 0,03..3,0 с и для токов от 40 мА.

Установленные ГОСТ 12.1.038-82[1] допустимые значения тока и длительности его протекания через тело человека примерно соответствуют выражению Ч.Дальцилла.

Данный стандарт устанавливает предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов для путей тока от одной руки к другой и от руки к ногам.

Поражение человека происходит при совпадении двух факторов: вероятности того, что при прикосновении к электроустановке человек попадет под электрическое напряжение и вероятности того, что количество электричества (т.е. ток и длительность его протекания), проходящее через тело человека, превысит допустимое значение.

Защитное отключение согласно классификации по ГОСТ Р МЭК 61140-2000[3] относится к категории мер защиты «Защита с помощью автоматического отключения источника питания» и осуществляет защиту человека от поражения в условиях неисправности электроустановки – повреждении или пробое изоляции электроустановки на корпус.

В настоящее время защитное отключение является одним из наиболее эффективных электротехнических средств.

Устройство защитного отключения – современное, высокоэффективное, во многих случаях безальтернативное средство защиты человека от поражения электрическим током. УЗО также осуществляет защиту электроустановок от возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки.

В основе действия защитного отключения, как электрoзащитного средства, лежит принцип ограничения (за счет быстрого отключения) продолжительности протекания тока через тело человека при случайном непреднамеренном прикосновении к токоведущим частям электроустановок (прямом прикосновении) или при прикосновении к проводящим нетоковедущим элементам оборудования, оказавшимся под опасным потенциалом при повреждении изоляции (косвенном прикосновении).

Из всех известных электрoзащитных средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражений электрическим током при прямом прикосновении к одной из токоведущих частей.

Другим не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгораний и пожаров, возникающих на объектах вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования.

Результатом масштабного внедрения УЗО явилось отмеченное официальной статистикой во всех странах резкое, на порядок и более снижение травматизма. В настоящее время сотни миллионов УЗО успешно защищают жизнь и имущество граждан Франции, Германии, Австрии, Австралии и других стран от электропоражений и пожаров.

Функционально УЗО можно определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на разницу токов (дифференциальный ток) в проводниках, подводящих электрoэнергию к защищаемой электроустановке.

На кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» ДонНТУ планируется создание учебного лабораторного стенда «Устройство защитного отключения». На стенде используется однополюсное УЗО типа PFL6-16/1N/C/003.

На лабораторном стенде выполняются работы по темам:

1. Изучение принципа действия УЗО;
2. Изучение технических параметров УЗО, характеризующих его качество и надежность;
3. Проверка отключения УЗО при воздействии различных отключающих дифференциальных токов;
4. Оценка быстродействия УЗО путем измерения времени срабатывания в различных режимах;
5. Оценка влияния тока нагрузки на точность работы УЗО;
6. Исследование работоспособности УЗО в составе электроустановки здания (выбор уставки УЗО в зависимости от значения «фонового» тока утечки);
7. Особенности применения УЗО в различных типах заземления систем (TN-S, TT, IT, TN-C-S, TN-C);
8. Исследование времятоковых характеристик УЗО под различной нагрузкой в режиме зануления;
9. Исследование времятоковых характеристик УЗО под различной нагрузкой в режиме заземления.

Целью работы является изучение назначения, принципа действия, конструкции и основных технических характеристик устройства защитного отключения (УЗО).

В время выполнения лабораторной работы проводятся исследования времятоковых характеристик УЗО под различной нагрузкой в режиме зануления и заземления. Работа выполняется на панели А, изображенной на рисунке 2.

На панели А расположены:

- двухполюсное устройство защиты от сверхтоков (автоматические выключатели с характеристикой В) «АВ1»;
- УЗО типа PFL6-16/1N/C/003;
- двухполюсное устройство защиты от сверхтоков (автоматические выключатели с характеристикой В) «АВ2»;
- переключатель нагрузки «I_Н»;
- регулятор дифференциального тока «I_Δ»;

- цифровой миллиамперметр для измерения дифференциального тока « I_{Δ} »;
- электронный секундомер «ВРЕМЯ»;
- кнопка запуска счета времени электронного секундомера «ПУСК»;
- кнопка сброса показаний электронного секундомера «СБРОС»;
- переключатель формы дифференциального тока «ДИФФ.ТОК»;
- переключатель режима измерений «РЕЖИМ», вольтметр « U_C », амперметр « I_H ».

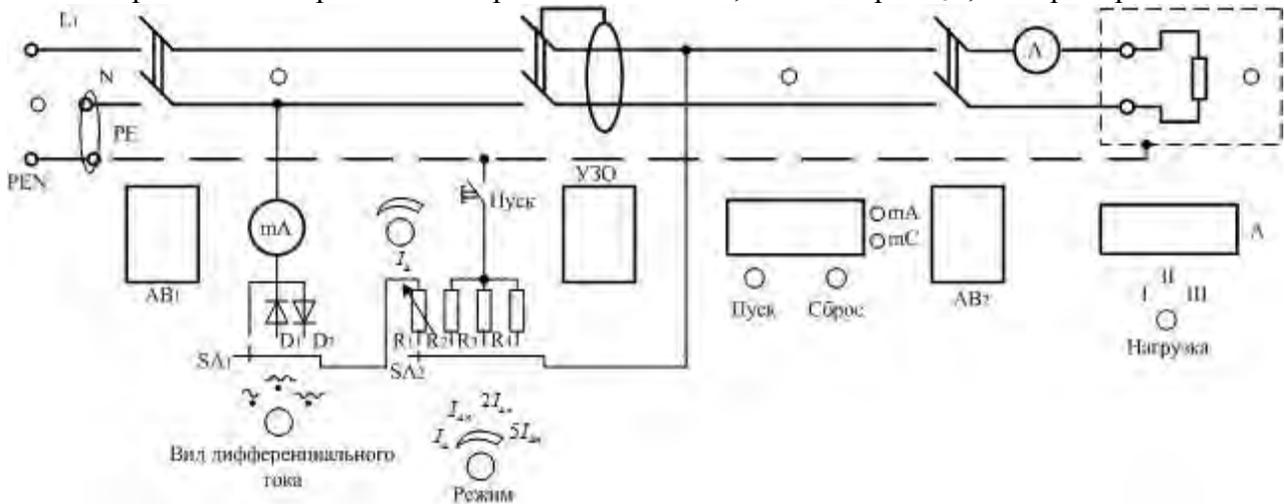


Рисунок 2 – Панель «А»

Результатами лабораторной работы должно быть изучение принципа действия УЗО, его технических параметров, проверка его быстродействия путем измерения времени срабатывания в различных режимах (заземление и зануление). Согласно полученным данным необходимо построить времятоковые характеристики УЗО под различной нагрузкой в режимах заземления и зануления (рис 3).

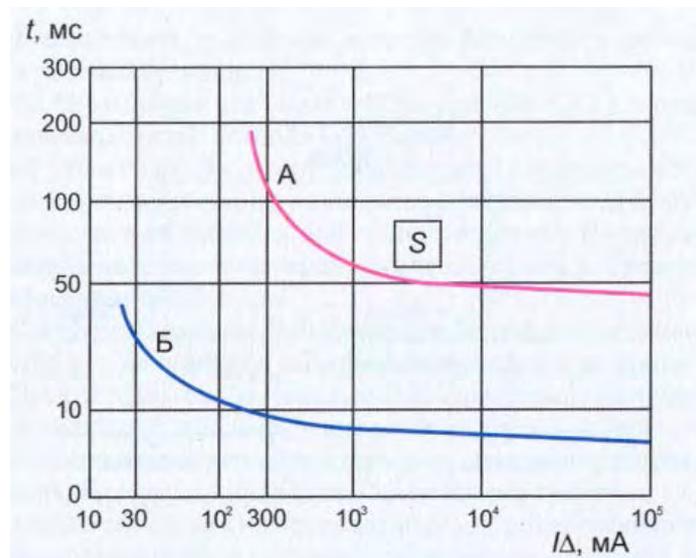


Рисунок 3 – Времятоковые характеристики УЗО

А – характеристика УЗО типа S ($I_{\Delta n} = 300$ мА), Б – обычное УЗО ($I_{\Delta n} = 30$ мА)

Перечень ссылок

1. ГОСТ 12.1.038-82 (Перизд. 2001 г.) ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
2. С. F. Dalziel Deleterious effects of electric shoc. Meeting of experts on electrical accidents and related matters. Geneva, 23-31 October 1961.
3. Монаков В. К. УЗО. Теория и практика. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2007.