УДК 621.316

А.О БАЛАГАНСКИЙ студент гр. ЭПб-121 (КузГТУ),
Е.И. БЕРЕСНЕВ студент гр. ЭПб-121 (КузГТУ),
Т.Ф.МАЛАХОВА, к.т.н. (КузГТУ), С.Г. ЗАХАРЕНКО, к.т.н. (КузГТУ),
г. Кемерово

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ (УЗО)

УЗО - это быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Основным назначением УЗО является защита людей от поражения электрическим током при неисправности электрооборудования (оказавшееся под напряжением вследствие повреждения изоляции) в результате случайного или неосознанного контакта человека с токоведущими частями. Также УЗО служит для предотвращения пожаров, вызванных возгоранием электропроводки при протекании токов утечки.

Как известно из курса электротехники, электрический ток течет из сети по фазному проводу через нагрузку и возвращается обратно в сеть по нейтральному проводу. Это закономерность легла в основу работы УЗО.

Принцип работы устройства защитного отключения основан на сравнивании величины тока на входе и выходе защищаемого объекта.

При равенстве токов на входе и на выходе УЗО не реагирует. Если Iвх>Iвых (см. рис. 1., где Iвх = I_1, Iвых = I_2), УЗО реагирует на утечку и срабатывает.

Рассмотрим принцип работы УЗО более детально.

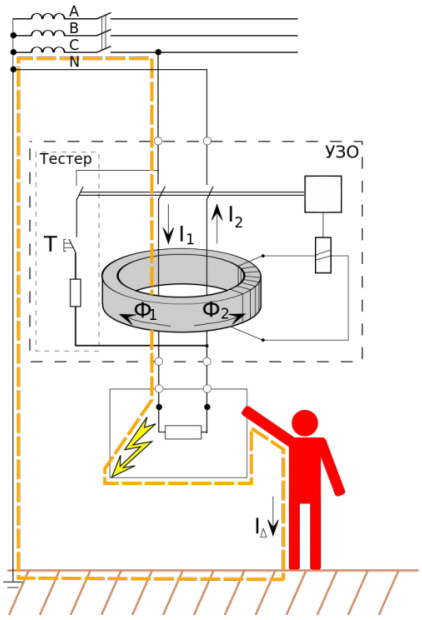

Рис.1. Принцип работы УЗО

Основным элементом конструкции устройства защитного отключения является дифференциальный трансформатор тока.

Это тороидальный сердечник, на который намотаны обмотки.

При нормальной работе сети электрический ток, протекающий в фазном и нулевом проводе, создает в этих обмотках переменные магнитные потоки, которые равны по величине, но противоположны по направлению. Результирующий магнитный поток в тороидальном сердечнике будет равен:

$$\sum \Phi = \Phi L - \Phi N = 0$$

Из формулы видно, что магнитный поток в тороидальном сердечнике УЗО будет равен нулю, следовательно ЭДС в контрольной обмотке наводиться не будет, ток в ней, соответственно, тоже. Устройство защитного отключения в этом случае не работает и находится в спящем режиме.

Теперь представим, что человек коснулся электроприбора, который в результате повреждения изоляции оказался под фазным напряжением. Теперь через УЗО кроме тока нагрузки будет протекать дополнительный ток - ток утечки. В этом случае, токи в фазном и нулевом проводе не будут равны. Результирующий магнитный поток также не будет равен нулю:

$$\sum \Phi \neq 0$$

Под воздействием результирующего магнитного потока в контрольной обмотке возбуждается ЭДС, под действием ЭДС в ней возникает ток. Ток, возникший в контрольной обмотке, приводит в действие магнитоэлектрическое реле, которое отключает силовые контакты.

Максимальный ток в контрольной обмотке появится тогда, когда в одной из силовых обмоток тока не будет. То есть, это ситуация, когда человек коснется фазного провода, например в розетке, в этом случае ток в нулевом проводе протекать не будет.

УЗО моно разделить на 2 вида:

1. Защита человека от поражения электрическим током. Минимальный уровень для отключения прибора 10 мА и 30 мА. Самый распространенный 30 мА. 10 мА предназначен для влажных помещений и чаще всего устанавливается для защиты ванной комнаты. Можно было бы установить УЗО на каждую отдельную группу потребителей, но это очень дорого. Экономичней установить одно УЗО на три-четыре отдельных группы электрических цепей.

2. «Противопожарное» УЗО. У такого устройства более грубая отсечка: 100 мА, 300 мА, 500 мА. С таким номиналом для отключения тока прибор не защищает человека от поражения током (ток 30 мА считается опасным для здоровья). Данный вид называется противопожарным по той причине, что из-за повреждения изоляции проводки или перегрузки сети, может произойти короткое замыкание и возгорание. Как только в электрической цепи произойдет чувствительная утечка тока, УЗО отсечет энергоснабжение всего здания, не допустив короткого замыкания, т. е. не произойдет искрения и воспламенения. Прибор «стоит на страже» всей электропроводки здания.

Для осуществления контроля исправности (работоспособности) УЗО, на его корпусе предусмотрена кнопка «Тест», при нажатии на которую искусственно создается ток утечки (дифференциальный ток). Если

устройство защитного отключения исправно, то при нажатии на кнопку «Тест» оно отключится.

Основными параметрами, на которые необходимо обращать внимание при выборе УЗО это:

- напряжение сети 220/380 В;
- количество полюсов, для однофазной сети – двухполюсные, для трехфазной – четырехполюсные;
- номинальный ток, на который рассчитано УЗО. Выпускаются на номинальный ток нагрузки 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100 А;
- дифференциальный ток, на который реагирует УЗО (ток утечки) – 10, 30, 100, 300, 500 мА;
- по типу дифференциального тока:
- АС - реагируют на переменный ток утечки;
- А - реагирует на утечки переменного тока и постоянного пульсирующего;
- В - реагирует на постоянный и переменный;
- S - для обеспечения селективности имеет выдержку времени отключения;
- G - тоже, что и S, но имеет меньшую выдержку времени.

При выборе УЗО нужно понимать, что сумма естественных токов утечки может вызвать ложное срабатывание устройства. Исходя из этого существует правило, в котором говорится, что сумма естественных токов утечки приборов, которые подключаются к данному устройству защитного отключения, должна быть не больше 1/3 от номинального тока утечки.

К примеру, если устройство защитного отключения имеет номинальный ток утечки 10 мА, то сумма естественных токов утечки не должна превышать 3,3 мА, для 30 мА – это 10 мА и т.д.

Поэтому для того, чтобы выбранное УЗО, не срабатывало ложно, нужно учитывать естественные утечки электроприборов, которые к нему подключаются (качественные фирмы производители указывают ток утечки в паспорте или на корпусе устройства).

Для защиты в обычной квартире выключатели дифференциального тока выбирают как правило однофазные (двухполюсные) типа - АС, с номинальным напряжением - 230 В и номинальным током до 32 А.

Минимальный ток утечки, который способно почувствовать УЗО 10 мА. Однако выбирать УЗО с таким током утечки совсем не обязательно. Дело в том, что величина тока в 10 мА может являться суммарной утечкой для электроустройств и аппаратов квартиры в целом, особенно при старой электропроводке.

Устройство защитного отключения, чувствуя это утечку, будет ложно срабатывать. Для защиты людей от поражения электрическим током достаточным будет выбор УЗО с током утечки 30 мА.

В больших домах и коттеджах устанавливают трехфазные (четырехполюсные) выключатели дифференциального тока. Чтобы защита для таких сооружений была надежной, требуется установка не одного выключателя дифференциального тока, а нескольких. Схема питания для дома, как правило, имеет каскадный характер, с множеством разветвлений (особенно если дом многоэтажный).

В этом случае УЗО необходимо устанавливать на каждом из разветвлений. Это, как правило, вводной электрощит, первый этаж, второй этаж, отдельные пристройки и т.п.

Для установки в вводном электрощите выключатель дифференциального тока выбирают с током утечки 100мА и выше. По типу рекомендуется устанавливать ВДТ типа S. Этот тип ВДТ селективные и имеют выдержку времени отключения. Для отдельных групп помещений подойдут такие же, как и для квартиры.

Если УЗО планируется устанавливать в помещении со старой, ненадежной электропроводкой, то в этом случае выбор и дальнейшая установка УЗО для таких помещений нецелесообразна. Как известно, УЗО реагирует на ток утечки, а для электропроводки, провода которой имеют старую ненадежную изоляцию (особенно в домах старой постройки), небольшие токи утечки возникают постоянно. УЗО в таких случаях может срабатывать часто и, как правило, без видимых причин. Вследствие этого рекомендуется применять в таких помещениях розетки со встроенным в них УЗО.

Крайне важно помнить о том, что УЗО – не панацея от электрической опасности. Оно многократно уменьшает вероятность поражения электротоком, но электричество все равно не терпит бездумного и безответственного обращения с ним. Наилучший вариант развития мер электробезопасности – повсеместное применение чипованных розеток и встроенных в электроустановки электронных дифференциальных УЗО. В таком случае даже система электроснабжения TN-C, сохранив свою экономичность, могла бы стать вполне безопасной.

Список литературы:

1. ГОСТ Р МЭК 60755 - 2012. Общие требования к защитным устройствам, управляемым дифференциальным (остаточным) током.
2. Штепан Ф. Устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным током. Прага, 2004.
3. Гуревич В. И. Ложные срабатывания УЗО: кто виноват и что делать? / Владимир Гуревич (к. т. н.) // Силовая электроника. - 2013.