

УДК 621.316

Инженерные подходы к конструированию щитов распределения

Баженов И.В., студент

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,

кафедра «Компьютерные системы и сети»

bauman@bmstu.ru

Щит распределения (ЩР) – это устройство, предназначенное для приема и распределения электрической энергии в сетях переменного тока.

Зачастую самая большая ошибка в проектировании данного устройства возникает в том случае, когда ещё неизвестно, какие потребители в квартире будет питать данное устройство, а ЩР уже поставлен и установлен, что лишает возможности точного выбора токовой нагрузки, поэтому в каждом конкретном случае токовые показатели должны быть выбраны в зависимости от конкретных питаемых устройств, установленных в квартире (таких как электрическая плита, стиральная машина или кондиционер).

Простейший вариант схемы распределения электроэнергии представлен на рис.1.

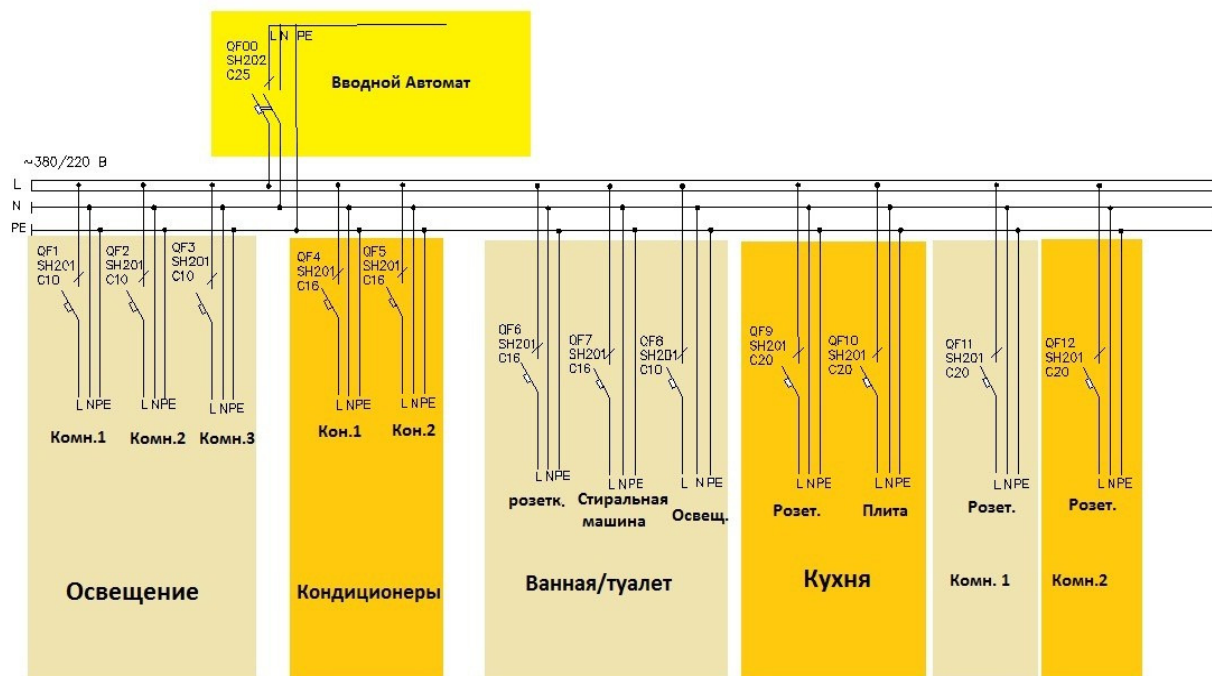


Рис. 1. Пример однолинейной электрической схемы ЩР, спроектированной на базе автоматов защиты (АЗ)

На данной схеме представлен типовой вариант распределительной системы, состоящий из вводного автомата защиты и автоматов, защищающих разного рода потребителей. На практике, в большинстве случаев токовые характеристики в зависимости от потребителей имеют следующие характеристики:

- свет: 10А
- розетки: 16А
- электрическая плита: от 20А до 40А
- кондиционер: 16А .

Конструктивно АЗ состоит из двух видов расцепителей: теплового и магнитного. Конструкция устройства АЗ представлена на рис.2. [2].

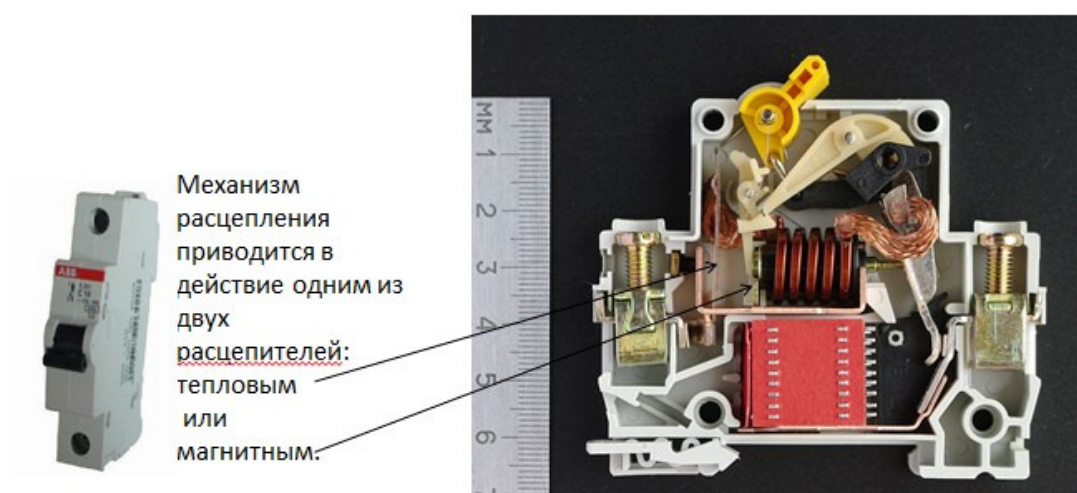


Рис. 2. Конструкция АЗ

Магнитный расцепитель является расцепителем мгновенного действия и срабатывает мгновенно, что защищает сеть от токов короткого замыкания. Тепловой расцепитель срабатывает только по прошествии некоторого интервала времени, требуемого на нагревание биметаллической пластины, которая входит в его конструкцию. В энергетических отраслях бывают ситуации, когда кратковременное увеличение тока не связано с появлением аварийного режима и защита не должна реагировать на такие изменения. Это же относится и к автоматам. Важно отметить, что пусковые токи устройств во много раз превышают рабочие токи, в связи с этим АЗ не должны отключаться по пусковым токам, действующим в начальный момент времени

непосредственно при включении питаемого устройства, и должны защищать при этом питаемое устройство в рабочем режиме при значительно меньших токах, чем при пуске.

Соответственно АЗ делятся на классы срабатывания. Токовременные характеристики АЗ компании-производителя АВВ(шведско-швейцарская компания, специализирующаяся в области электротехники, энергетического машиностроения и информационных технологий) в зависимости от класса срабатывания представлены на рис. 3.

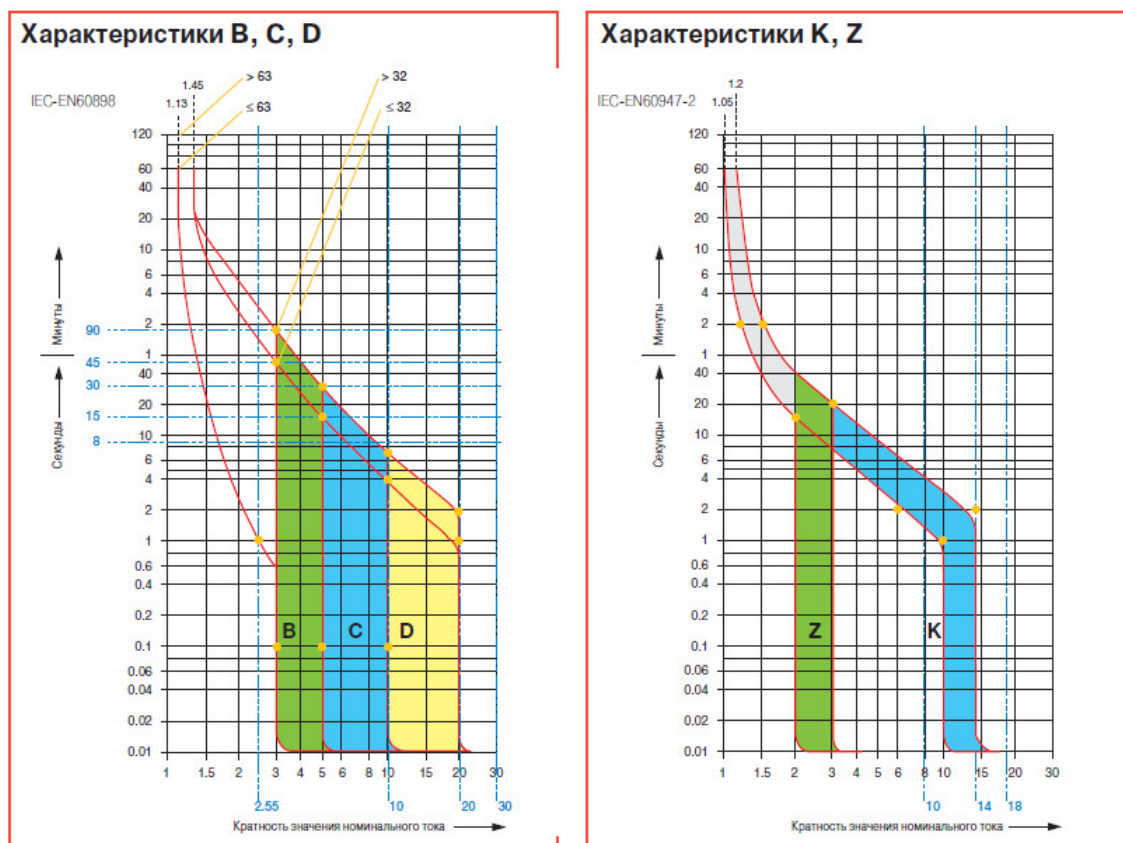


Рис. 3. Токовременные характеристики АЗ по классам срабатывания

Данная характеристика достаточно сложна, поэтому для ее выражения удобно использование графиков. АЗ с одним и тем же номиналом будут при разных превышениях тока по-разному отключаться в зависимости от типа кривой автомата (токовременной характеристики), благодаря чему имеется возможность применять автоматы с разной характеристикой для разных типов нагрузки.

Тем самым, с одной стороны осуществляется защитная токовая функция, а с другой стороны обеспечивается минимальное количество ложных срабатываний — в этом и заключается важность данной характеристики.

Автоматы имеют несколько характеристик, самыми распространенными из которых являются:

- В — от $3 \cdot I_n$ до $5 \cdot I_n$;
- С — от $5 \cdot I_n$ до $10 \cdot I_n$;
- D — от $10 \cdot I_n$ до $20 \cdot I_n$.

Приведу небольшой пример. Допустим, есть два автомата одинаковой мощности, равные по номинальному току, но характеристики срабатывания (обозначаемые с помощью латинских букв на автомате) разные: автоматы B16 и C16.

Диапазоны срабатывания электромагнитного расцепителя для B16 составляет $16 \cdot (3 \dots 5) = 48 \dots 80 \text{ A}$. Для C16 диапазон токов мгновенного срабатывания $16 \cdot (5 \dots 10) = 80 \dots 160 \text{ A}$.

При токе 100A автомат B16 отключится практически мгновенно, в то время как C16 отключится не сразу а через несколько секунд от тепловой защиты (после того как нагреется его биметаллическая пластина).

В жилых зданиях и квартирах, где нагрузки чисто активные (без больших пусковых токов), а какие либо мощные моторы включаются нечасто, самыми чувствительными и предпочтительными к применению являются автоматы с характеристикой В. На сегодняшний день широко распространена характеристика С, которую также можно использовать для жилых и административных зданий.

Что касается характеристики D, то она как раз годится для питания каких-либо электромоторов, больших двигателей и других устройств, где могут быть при их включении большие пусковые токи. Также через пониженную чувствительность при КЗ автоматы с характеристикой D могут быть рекомендованы для использования как вводные. [3].

Итак, рассмотренные выше устройства защищают в первую очередь электрическую сеть, а не человека от поражения электрическим током, что является особенно важным при проектировании ЩР для жилого квартирного помещения. За этот аспект функционирования системы отвечает УЗО (Устройство Защитного Отключения).

Схему работы УЗО расположена на рис.4.

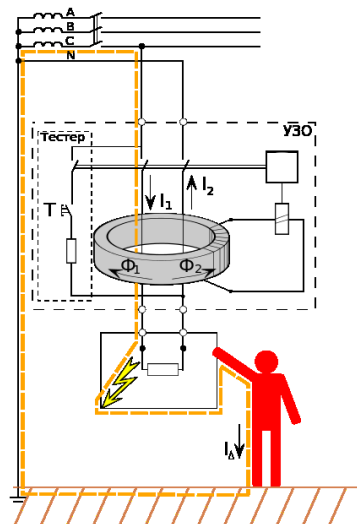


Рис. 4 Схема работы

Основная задача УЗО — защита человека от поражения электрическим током и от возникновения пожара, вызванного утечкой тока через поврежденную изоляцию проводов.

Цели и принцип работы УЗО:

Принцип работы УЗО основан на измерении баланса токов УЗО между входящими в него токоведущими проводниками с

помощью дифференциального трансформатора тока. Если баланс токов нарушен, то УЗО немедленно размыкает все входящие в него контактные группы, отключая таким образом неисправную нагрузку.

С точки зрения электробезопасности УЗО принципиально отличаются от устройств защиты от сверхтока (предохранителей) тем, что УЗО предназначены именно для защиты от поражения электрическим током, поскольку они срабатывают при утечках тока значительно меньших, чем предохранители (обычно от 2 Ампер и более для бытовых предохранителей, что во много раз превышает смертельное для человека значение). УЗО должны срабатывать за время не более 25-40 мс, то есть до того, как электрический ток, проходящий через организм человека, вызовет фибрилляцию сердца — наиболее частую причину смерти при поражениях электрическим током. Эти значения были установлены путем тестов, при которых добровольцы и животные подвергались воздействию электрического тока с известным напряжением и силой тока. [4].

В связи с вышесказанным целесообразно добавить данный вид устройства (УЗО) на ключевые зоны риска ЩР. Модифицированная схема ЩР, с использованием УЗО представлена на рис. 5

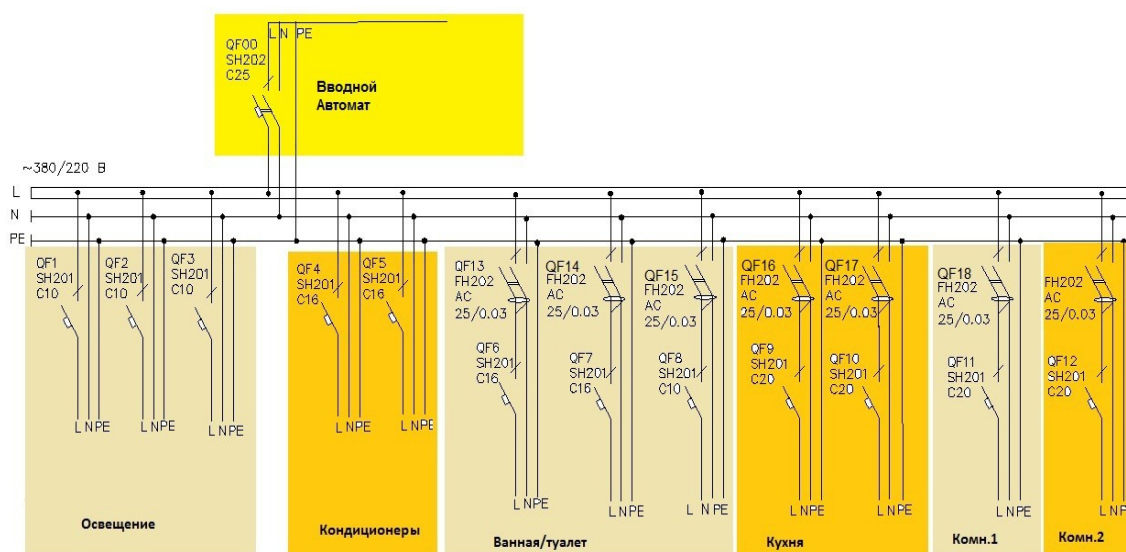


Рис. 5 Однолинейная электрическая схема ЩР на базе УЗО и АЗ

Данный вариант распределения безопасен и отвечает требованиям надежности. Теперь рассмотрим данную схему с точки зрения экономических показателей. На момент написания этой статьи себестоимость используемого УЗО, при расчёте на комплектующих фирмы АВВ будет стоить примерно 1561 руб., а цена любого из АЗ (за исключением вводного автомата защиты) менее 200 руб.

Следовательно для сокращения себестоимости всей системы целесообразно убрать часть устройств. Модифицированная схема ЩР, представлена на рис.6.

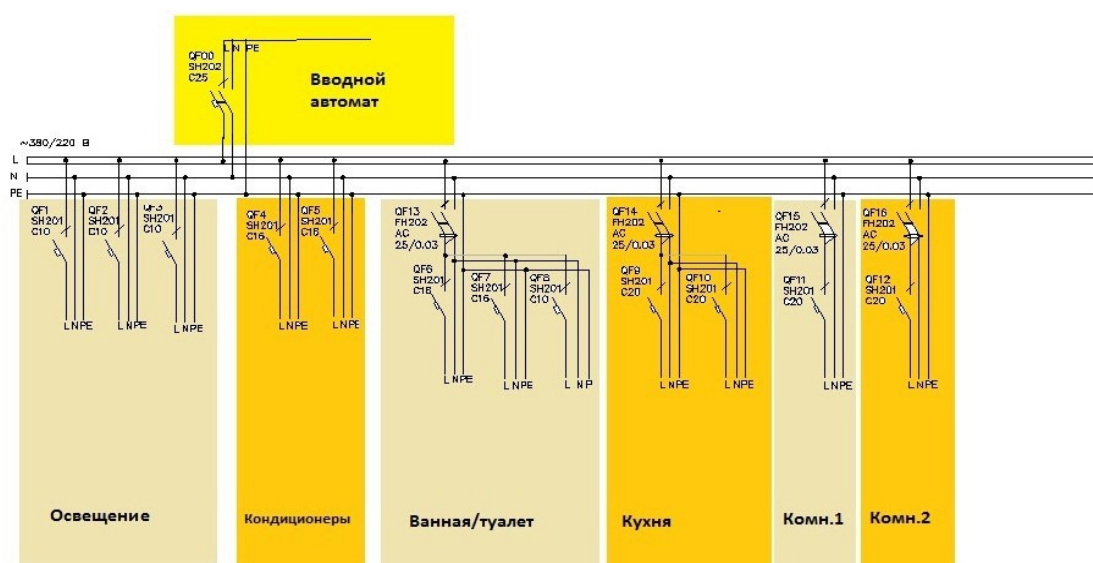


Рис. 6. Модифицированная схема ЩР построенного на базе УЗО и АЗ

Полученная в результате система отвечает требованиям надежности, экономичности и безопасности.

Список литературы

1. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. 5-е издание. Москва, 1997. 244 с.
2. Автоматический выключатель. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D1%8B%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C (дата обращения 23.04.2014).
3. Что такое время токовые характеристики автоматических выключателей. Режим доступа: <http://electricvdome.ru/avtomaticheskie-vikluchateli/vremya-tokovyie-xarakteristiki-avtomaticheskix-vyklyuchatelej.html> (дата обращения 23.04.2014).
4. Устройство защитного отключения. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F (дата обращения 23.04.2014).