

"Я электрик!"

Электронный электротехнический журнал

"Я электрик!"

Журнал
для облегчения жизни
специалистов-электриков

www.electrolibrary.info



Автор: Повный Андрей

Сайт журнала «Я электрик!»: www.electrolibrary.info

e-mail: electroby@mail.ru

Выпуск №5

Август 2007 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

УЗО – назначение, принцип построения, выбор	3
Из чего собирается электрощит. Автоматические выключатели	6
Качественный автомат защиты – залог безопасности	10
Анализ причин срабатывания УЗО и алгоритм поиска неисправностей	16
Реле в современных системах электроснабжения	18
Новые разработки герконовых реле	20
Силовой трансформатор. Этапы эволюции	29
Обзор современных токопроводных систем освещения	34
Начало конца эры электромагнитных ПРА для люминесцентных ламп	41
Внедрение энергоэффективного осветительного оборудования в аудиториях учебных заведений	45
В чем отличие NYM, изготовленного по VDE и ТУ?	49
Кабели и провода российских производителей	51

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Вы имеете право распространять электронный журнал «Я электрик!» совершенно бесплатно!
2. Вы не имеете права продавать выпуски бесплатного электронного журнала «Я электрик!»
3. Вы не имеете право вносить никаких изменений или дополнений в бесплатный электронный журнал «Я электрик!»

По поводу размещения рекламы в электронном журнале “Я электрик!” или на сайте “Электронная электротехническая библиотека” – www.electrolibrary.info обращайтесь на e-mail: electroby@mail.ru

УЗО – назначение, принцип построения, выбор

Ольга Рубан

Устройства защитного отключения (УЗО) является одним из самых востребованных устройств, применяемым как строительными корпорациями, так и частными пользователями. Но как убедиться в правильности выбора УЗО? Надеюсь данная статья позволит Вам легче ориентироваться в насыщенном разнообразными моделями рынке УЗО.

Устройство защитного отключения. Основы

Устройства защитного отключения (УЗО) или, иначе, устройства дифференциальной защиты, предназначены для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при контакте с находящимися под напряжением частями электроустановки, а также для предотвращения возгораний и пожаров, вызванных токами утечки и замыкания на землю. Эти функции не свойственны обычным автоматическим выключателям, реагирующим лишь на перегрузку или короткое замыкание.

Чем обусловлена противопожарная востребованность этих устройств?

Если верить статистике, то причиной около 40% всех происходящих пожаров является “замыкание электропроводки”.

Во многих случаях за общей фразой “замыкание электропроводки” зачастую кроются утечки электрического тока, которые возникают вследствие старения либо повреждения изоляции. При этом сила тока утечки может достигать 500мА. Опытным путем установлено, что при протекании тока утечки именно такой силы (а что такое поллампера? Ни тепловой, ни электромагнитный расцепитель на ток такой силы попросту не реагируют – хотя бы по той причине, что они для этого и не предназначены) в течение максимум полчаса через влажные опилки происходит их самопроизвольное воспламенение. (И относится это не только к опилкам, но и вообще к любой пыли.)

А как устройства дифзащиты защищают нас с Вами от ударов электротока?

В случае прикосновения человека к токоведущей части через его тело потечет ток, величина которого представляет собой частное от деления величины фазного напряжения (220 В) на сумму сопротивлений проводов, заземления и собственно человеческого тела: $I_{чел} = U_{ф} / (R_{пр} + R_{з} + R_{чел})$. При этом сопротивлениями заземления и проводки по сравнению с сопротивлением человеческого тела можно пренебречь, последнее же принять равным 1000 Ом. Следовательно, величина тока, о котором идет речь, составит 0,22 А, или 220 мА.

Из нормативно-справочной литературы по охране труда и технике безопасности известно, что минимальный ток, протекание которого уже ощущается человеческим организмом, составляет 5 мА. Следующей нормируемой величиной является так называемый ток неотпускания, равный 10 мА. При протекании через человеческое тело тока такой силы происходит самопроизвольное сокращение мышц. Электроток силой 30 мА уже может вызвать паралич дыхания. Необратимые процессы, связанные с кровотечениями и сердечной аритмией, начинаются в организме человека после протекания через его тело тока силой 50 мА. Летальный же исход возможен при воздействии тока силой 100 мА. Очевидно, что защищаться следует уже от тока, равного 10 мА.

Итак, своевременное реагирование автоматики на ток менее 500 мА защищает объект от возгорания, а на ток менее 10 мА – защищает человека от последствий случайного прикосновения к токоведущим частям.

Также известно, что за токоведущую часть, находящуюся под напряжением 220 В, можно спокойно держаться в течение 0,17 с. Если же токоведущая часть находится под напряжением 380 В, время безопасного касания сокращается до 0,08 с.

Проблема состоит в том, что такой небольшой ток, да еще за ничтожно короткое время, обычные защитные устройства зафиксировать (и, разумеется, отключить) не в состоянии.

Поэтому и родилось такое техническое решение, как ферромагнитный сердечник с тремя обмотками: — “токоподводящей”, “токоотводящей”, “управляющей”. Ток, соответствующий подаваемому на нагрузку фазному

напряжению, и ток, отходящий от нагрузки в нейтральный проводник, наводят в сердечнике магнитные потоки противоположных знаков. Если никаких утечек в нагрузке и защищаемом участке проводки нет, суммарный поток будет нулевым. В противном же случае (касание, повреждение изоляции и пр.) сумма двух потоков становится отличной от нуля. Возникающий в сердечнике поток наводит электродвижущую силу в обмотке управления. К обмотке управления через прецизионное устройство фильтрации всевозможных помех подключено реле. Под воздействием возникающей в обмотке управления ЭДС реле разрывает цепи фазы и нуля.

Во многих странах применение УЗО в электроустановках регламентируется нормами и стандартами. Так, например, в Российской Федерации — принятыми в 1994-96 гг. ГОСТ Р 50571.3-94, ГОСТ Р 50807-95 и др. Согласно ГОСТ Р 50669-94 УЗО устанавливается в обязательном порядке в питающей электросети мобильных зданий из металла или с металлическим каркасом для уличной торговли и бытового обслуживания населения.

В последние годы администрацией крупных городов в соответствии с государственными стандартами и рекомендациями Главгосэнергонадзора приняты решения об оснащении этими устройствами фонда жилых и общественных зданий (в Москве – Распоряжение Правительства Москвы №868-РП от 20.05.94 г.).

УЗО бывают разные....трехфазные и однофазные...

Но на этом деление УЗО на подклассы не завершается...

В настоящий момент на Российском рынке присутствуют 2 принципиально различающиеся категории УЗО.

1. Электромеханические(независящие от сети)
2. Электронные(зависящие от сети)

Рассмотрим по отдельности принцип действия каждой из категорий:

Электромеханические УЗО

Родоначальники УЗО – электромеханические. В основе принцип точной механики т.е. заглянув внутрь такого УЗО вы не увидите компараторов операционных усилителей, логики и тому подобного.

Состоит из нескольких основных компонентов:

- 1) Так называемый трансформатор тока нулевой последовательности, его цель отследить ток утечки и передать его с неким $K_{тр}$ на вторичную обмотку(I_2), $I_2 = I_2 * K_{тр}$ (весьма идеализированная формула, однако отражающая суть процесса).
- 2) Чувствительный магнитоэлектрический элемент (запираемый т.е. при срабатывании без внешнего вмешательства не может вернуться в исходное состояние – защелка) – играет роль порогового элемента.
- 3) Реле – обеспечивает расцепление в случае если сработала защелка.

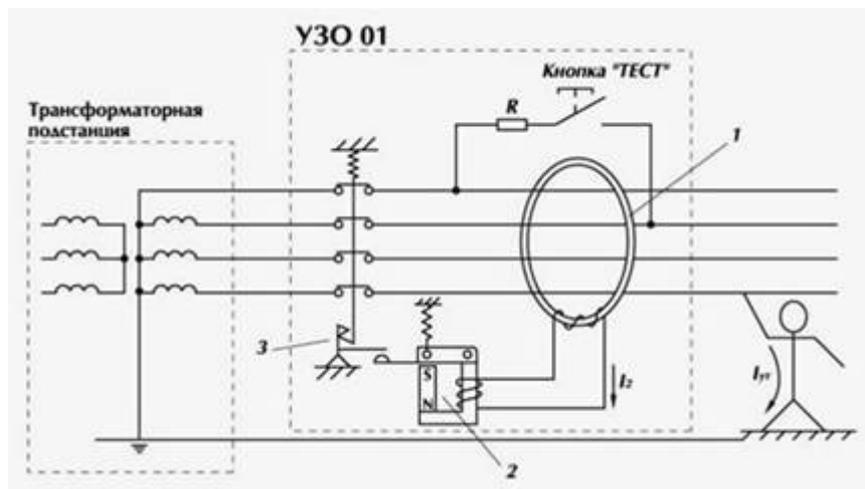


Рис.1. Принцип построения электромеханических УЗО.

Данный тип УЗО требует высокоточной механики для чувствительного магнитоэлектрического элемента (2). В настоящий момент всего несколько мировых компаний продают электромеханические УЗО. Их стоимость значительно выше цены на электронные УЗО.

Почему же в большинстве стран мира получили распространение именно электромеханические УЗО? Все очень просто – данный тип УЗО сработает в случае обнаружения тока утечки при любом уровне напряжения в сети т.к. как видно из Рис.1. сетевое напряжение никак не влияет на формирование тока I_2 , уровень которого и является определяющим при определении момента срабатывания магнитоэлектрического элемента (2). Если для Вас это не очевидно, то далее мы подробнее рассмотрим принцип формирования тока I_2 .

Почему этот фактор(независимость от уровня напряжения сети) столь важен?

Это вызвано тем что при использовании работоспособного(исправного) электромеханического УЗО мы гарантируем в 100% случаях срабатывание реле и соответственно отключение подачи энергии потребителю.

В электронных УЗО этот параметр тоже велик, но не равен 100%(как будет показано далее это связано с тем что при определенном уровне напряжения сети схема электронного УЗО окажется не работоспособной), а в нашем случае каждый процент – это возможно человеческие жизни (будь то прямая угроза жизни человека при касании им проводов, либо косвенная, при возникновении пожара от обгорания изоляции). В большинстве так называемых “развитых” стран электромеханические УЗО – это эталон и устройство обязательное к повсеместному использованию. В нашей стране постепенно идут подвижки в сторону обязательного использования УЗО, однако потребителю в большинстве случаев не дается информации о типе УЗО, что влечет за собой использование дешевых электронных УЗО.

Электронные УЗО

Таковыми УЗО наводнен любой строительный рынок. Стоимость на электронные УЗО местами ниже чем на электромеханические до 10 раз.

Недостаток таких УЗО, как уже писалось выше, не 100% гарантия при исправном УЗО получить его срабатывание в следствии появления тока утечки. Достоинство – дешевизна и доступность.

В принципе электронное УЗО строится по той же схеме, что и электромеханическое (Рис.1). Разница заключается в том, что место чувствительного магнитоэлектрического элемента занимает элемент сравнения (компаратор, стабилитрон). Для работоспособности такой схемы понадобится выпрямитель, небольшой фильтр,(возможно даже КРЕН). Т.к. трансформатор тока нулевой последовательности – понижающий (в десятки раз), то также необходима цепочка усиления сигнала, которая кроме полезного сигнала также будет усиливать помеху(или сигнал небаланса присутствующий при нулевом токе утечки). Из вышесказанного очевидно, что момент срабатывания реле, в данном типе УЗО, определяется не только током утечки, но и сетевым напряжением.

Если Вы не можете позволить себе электромеханическое УЗО, то брать электронное УЗО все же стоит, т.к. оно обеспечивает срабатывание в большинстве случаев.

Существуют также случаи, когда покупать дорогое электромеханическое УЗО не имеет смысла. Одним из таких случаев является использование при питании квартиры/дома стабилизатора, либо источника бесперебойного питания (ИБП). В этом случае брать электромеханическое УЗО смысла не имеет.

Сразу отмечу, что я веду речь о категориях УЗО их плюсах и минусах, а не о конкретных моделях т.к. Вы можете купить некачественно УЗО как электромеханического так и электронного типов. При покупке спрашивайте сертификат соответствия, т.к. многие электронные УЗО представленные на нашем рынке не сертифицированы.

Трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП)

Обычно представляет собой ферритовое кольцо через которое (внутри) проходят фазный и нулевой провод, они играют роль первичной обмотки. По поверхности кольца равномерно наматывается вторичная обмотка.

В идеале:

Пусть ток утечки равен нулю. Протекающий по фазному проводу ток создает магнитное поле равное, по модулю, магнитному полю, создаваемому током протекающим по нулевому проводу, и обратное по направлению. Таким образом, суммарный поток сцепления равен нулю и ток наводящийся во вторичной обмотке равен нулю.

В момент протекания тока утечки в проводах(ноль, фаза) появляется неравенство тока, как результат возникновения потока сцепления и наводка на вторичную обмотку тока, пропорционального току утечки.

На практике существует ток небаланса, который протекает по вторичной обмотке и определяется используемым трансформатором. Требования к ТТП следующие: ток небаланса должен быть значительно меньше тока утечки, приведенного ко вторичной обмотке (это касается как электронных, так и электромеханических УЗО).

Выбор УЗО

Допустим Вы определились с типом УЗО (электромеханическое, электронное). Но что же выбрать из огромного перечня предлагаемой продукции?

Выбрать УЗО с достаточной точностью можно используя два параметра: Номинальный ток и ток срабатывания(ток срабатывания).

Номинальный ток – это тот максимальный ток, который будет протекать по вашему фазному проводу. Найти этот ток легко зная максимальную потребляемую мощность. Просто поделите потребляемую мощность для худшего случая(максимальная мощность при минимальном $\cos(\varphi)$) на фазное напряжение. Не имеет смысла ставить УЗО на ток больший, чем номинальный ток автомата стоящего перед УЗО. В идеале, с запасом, берем УЗО на номинальный ток равный номинальному току автомата.

Часто встречаются УЗО с номинальными токами 10,16,25,40 (А).

Ток утечки(ток срабатывания) – обычно 10мА если УЗО ставиться в квартиру/дом для защиты жизни человека, а 100-300мА на предприятие для предотвращения пожаров, при обгорании проводов.

Существуют и другие параметры УЗО, но они являются специфическими и не интересны простым потребителям.

Вывод

В данной статье были рассмотрены основы понимания принципов УЗО, а также методы построения различных типов устройств защитного отключения. Как электромеханические так и электронные УЗО, безусловно, имеют право на существование т.к. имеет свои выразительные достоинства и недостатки.

Источник информации: electromaster.ru

Из чего собирается электрощит. Автоматические выключатели

Чуриков В.Ю.

Как работает автоматический выключатель

Автоматические выключатели (выключатели, автоматы) являются коммутационными электрическими аппаратами, предназначенными для проведения тока цепи в нормальных режимах и для автоматической защиты электрических сетей и оборудования от аварийных режимов (токов короткого замыкания, токов перегрузки, снижения или исчезновения напряжения, изменения направления тока, возникновения магнитного поля мощных генераторов в аварийных условиях и др.), а также для нечастой коммутации номинальных токов (6-30 раз в сутки).

Благодаря простоте, удобству, безопасности обслуживания и надежности защиты от токов короткого замыкания эти аппараты широко применяются в электрических установках малой и большой мощности.

Автоматические выключатели относятся к коммутационным аппаратам ручного управления, однако многие типы имеют электромагнитный или электродвигательный привод, что дает возможность управлять ими на расстоянии.

Принцип действия

Выключаются автоматы обычно вручную (приводом или дистанционно), а при нарушении нормального режима эксплуатации (появление сверхтоков или снижение напряжения) - автоматически. При этом каждый автомат снабжается расцепителем максимального, а в некоторых типах расцепителем минимального напряжения.

По выполняемым функциям защиты автоматические выключатели делятся на автоматы: максимального тока, понижения напряжения и обратной мощности.

Автоматы максимального тока служат для автоматического размыкания электрической цепи при возникновении в ней токов короткого замыкания и перегрузок сверх установленного предела. Заменяя собой, рубильник и плавкий предохранитель, они обеспечивают более надежную и избирательную защиту при нештатных режимах.

Если условия среды отличны от нормальных (влажность воздуха выше 85% и в нем содержатся примеси вредных паров), то автоматические выключатели следует помещать в ящики и шкафы пылевлагонепроницаемого и химостойкого исполнения.

Классификация автоматических выключателей

Автоматические выключатели подразделяются на:

- **установочные** автоматические выключатели имеют защитный изоляционный (пластмассовый) корпус и могут устанавливаться в общедоступных местах;
- **универсальные** - не имеют такого корпуса и предназначены для установки в распределительных устройствах;
- **быстродействующие** (собственное время срабатывания не превышает 5 мс);
- **небыстродействующие** (от 10 до 100 мс); Быстродействие обеспечивается самим принципом действия (поляризованный электромагнитный или индукционно-динамический принципы и др.), а также условиями для быстрого гашения электрической дуги. Подобный принцип используется в токоограничивающих автоматах;
- **селективные**, имеющие регулируемое время срабатывания в зоне токов короткого замыкания;
- **автоматы обратного тока**, срабатывающие только при изменении направления тока в защищаемой цепи; **Поляризованные** автоматы отключают цепь только при нарастании тока в прямом направлении, неполяризованные - при любом направлении тока.

Конструкция автоматических выключателей

Особенности конструкции и принцип действия автомата определяются его назначением и сферой применения. Включение и выключение автомата может производиться вручную, электродвигательным или электромагнитным приводом.

Ручной привод применяется при номинальных токах до 1000 А и обеспечивает гарантируемую предельную коммутационную способность вне зависимости от скорости движения включающей рукоятки (оператор должен производить операцию включения решительно: начав — доводить до конца).

Электромагнитный и электродвигательный приводы питаются от источников напряжения. Схема управления привода должна иметь защиту от повторного включения на короткозамкнутую цепь, при этом процесс включения автомата на предельные токи короткого замыкания должен прекратиться при напряжении питания 85 - 110% от номинального.

При перегрузках и токах короткого замыкания отключение выключателя производится независимо от того, удерживается ли рукоятка управления во включенном положении.

Важной составной частью автомата является **расцепитель**, который контролирует заданный параметр защищаемой цепи и воздействует на расцепляющее устройство, отключающее автомат. Кроме того, расцепитель позволяет производить дистанционное отключение автомата. Наиболее широкое распространение получили расцепители следующих типов:

- электромагнитные для защиты от токов короткого замыкания;
- тепловые для защиты от перегрузок;
- комбинированные;
- полупроводниковые, обладающие большой стабильностью параметров срабатывания и удобством в настройке.

Для коммутации цепи без тока или для редких коммутаций номинального тока могут применяться автоматы без расцепителей.

Выпускаемые промышленностью серии автоматических выключателей рассчитаны на применение в различных климатических поясах, размещение в местах с разными условиями эксплуатации, на работу в условиях, различных по механическим воздействиям и по взрывоопасности среды, и обладают разной степенью защиты от прикосновения и от внешних воздействий.

Информация о конкретных типах аппаратов, их типоразмерах и типоразмерах приведена в нормативно-технических документах. Как правило, таким документом являются **Технические условия (ТУ) завода**. В некоторых случаях с целью унификации для изделий, имеющих широкое применение и производимых несколькими предприятиями, уровень документа повышается (иногда до уровня Государственного стандарта).

Автоматические выключатели состоят из следующих основных узлов:

- контактной системы;
- дугогасительной системы;
- расцепителей;
- механизма управления;
- механизма свободного расцепления.

Контактная система состоит из неподвижных контактов, закрепленных в корпусе, и подвижных контактов, шарнирно посаженных на полуоси рычага механизма управления, и обеспечивает, обычно, одинарный разрыв цепи.

Дугогасительное устройство устанавливается в каждом полюсе выключателя и предназначается для локализации электрической дуги в ограниченном объеме. Оно представляет собой дугогасительную камеру с деионной решеткой из стальных пластин. Могут быть предусмотрены также искрогасители, представляющие собой фибровые пластины.

Механизм свободного расцепления представляет собой шарнирный 3- или 4-звенный механизм, который обеспечивает расцепление и отключение контактной системы как при автоматическом, так и при ручном управлении.

Электромагнитный максимальный расцепитель тока, представляющий собой электромагнит с якорем, обеспечивает автоматическое отключение выключателя при токах короткого замыкания, превышающих уставку по току. Электромагнитные расцепители тока с устройством гидравлического замедления срабатывания имеют обратозависимую от тока выдержку времени для защиты от токов перегрузки.

Тепловой максимальный расцепитель представляет собой термобиметаллическую пластину. При токах перегрузки деформация и усилия этой пластины обеспечивают автоматическое отключение выключателя. Выдержка времени уменьшается с ростом тока.

Полупроводниковые расцепители состоят из измерительного элемента, блока полупроводниковых реле и выходного электромагнита, воздействующего на механизм свободного расцепления автомата. В качестве измерительного элемента используется трансформатор тока (на переменном токе) или дроссельный магнитный усилитель (на постоянном токе).

Полупроводниковый расцепитель тока допускает регулировку следующих параметров:

- номинального тока расцепителя;
- уставки по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания (ток отсечки);
- уставки по времени срабатывания в зоне токов перегрузки;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания (для селективных выключателей).

Во многих автоматах применяют комбинированные расцепители, использующие тепловые элементы для защиты от токов перегрузок и электромагнитные для защиты от токов коротких замыканий без выдержки времени (отсечки).

Выключатель имеет также дополнительные сборочные единицы, которые встраиваются в выключатель или крепятся к нему снаружи. Ими могут быть независимый, нулевой и минимальный расцепители, свободные и вспомогательные контакты, ручной и электромагнитный дистанционный привод, сигнализация автоматического отключения, устройство для запираания выключателя в положении „отключено”.

Независимый расцепитель представляет собой электромагнит с питанием от постороннего источника напряжения. Минимальный и нулевой расцепители могут выполняться с выдержкой времени и без выдержки времени. С помощью независимого или минимального расцепителя возможно дистанционное отключение автомата.

Условия эксплуатации

Автоматические выключатели выпускаются в исполнениях с разной степенью защиты от прикосновений и внешних воздействий (IP00, IP20, IP30, IP54). При этом степень защиты зажимов для присоединения внешних проводников может быть ниже степени защиты оболочки выключателя.

Выключатели изготавливают в 5-ти климатических исполнениях и 5-ти категорий размещения, что кодируется буквами У, УХЛ, Т, М, ОМ и цифрами 1,2,3,4,5.

Выключатели рассчитаны для работы в продолжительном режиме в следующих условиях:

- установка на высоте не более 1000 м над уровнем моря (выключатели серии АП50 и АЕ1000 - на высоте не более 2000 м над уровнем моря);
- температура окружающего воздуха от - 40 (без выпадения росы и инея) до +40°С (для выключателей серии АЕ1000 - от +5 до +40°С);
- относительная влажность окружающей среды не более 90% при 20°С и не более 50% при 40°С;
- окружающая среда - невзрывоопасная, не содержащая пыли (в том числе токопроводящей) в количестве, нарушающем работу выключателя, и агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;
- место установки выключателя - защищенное от попадания воды, масла, эмульсии и т.п.;
- отсутствие непосредственного воздействия солнечной и радиоактивной радиации;

- отсутствие резких толчков (ударов) и сильной тряски; допускается вибрация мест крепления выключателей с частотой до 100 Гц при ускорении не более 0,7 g.

Группы условий эксплуатации электротехнических изделий в части воздействия механических факторов внешней среды определены ГОСТ 17516.1-90. В соответствии с данными каталогов автоматические выключатели предназначены для эксплуатации в группах М1, М2, М3, М4, М6, М9, М19, М25.

По технике безопасности автоматические выключатели соответствуют ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.6-75, требованиям „Правил устройств электроустановок" и обеспечивают условия эксплуатации, установленные „Правилами технической эксплуатации установок потребителем" и „Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем", утвержденными Госэнергонадзором 21.12.94 г. В части защиты от токов утечки выключатели соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.038-82.

Эксплуатация в нерабочем состоянии (хранение и транспортирование при перерывах в работе) соответствует ГОСТ 15543-70 и ГОСТ 15150-69.

Источник информации: <http://www.elektrik095.ru>

Полезные ссылки:



**“Путеводитель по электротехническому
Интернету”**

Коллекция ссылок на информационные
электротехнические сайты

<http://www.bookele.info/magasin/quidebook.html>

Качественный автомат защиты – залог безопасности

Если Вам удалось вмешаться в процесс построения электрической сети на самых первых этапах, то вы, возможно уже используете кабель **NYM** и ответвительные коробки **Hensel**. И это Вас во многом страхует от проблем, связанных с электрической проводкой. А что если проводку сделали без Вас, и Вы не знаете о качестве ее исполнения? Может быть и хуже — догадываетесь о некачественном и не имеете возможность все переделать.

Кроме того, проблемы в электрической сети могут возникнуть не только по вине некачественной электропроводки, но и в связи с ее неожиданным повреждением или по вине конечных устройств (короткое замыкание или перегрузка, как следствие, пожар). В этом случае залогом Вашего спокойствия могут стать различные устройства защиты. Их изобретено достаточно много и о многих мы будем повествовать в следующих статьях, а в этой мы остановимся на основном устройстве, которое защищает от наиболее опасных и наиболее часто встречающихся сбоев: перегрузки и короткого замыкания.

Итак, рассмотрим качественный аппарат на примере автоматических выключателей фирмы **ABB**.

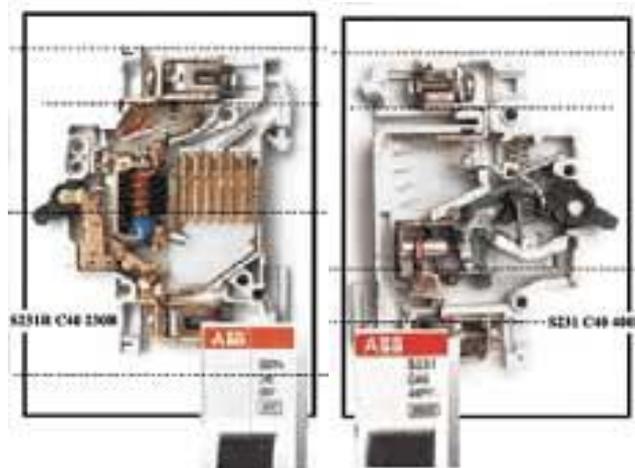
Что отличает качественный автомат? Это:

- Реальная способность электромагнитного расцепителя противостоять току короткого замыкания требуемой величины.
- Определенное время срабатывания теплового расцепителя, т.е. четкое соответствие характеристикам.

Оба этих параметра важны в условиях эксплуатации, но, к сожалению, определить насколько строго тот или иной аппарат отвечает стандартам можно только в лабораторных условиях. И если Вы не имеете такую возможность, то выход один — покупать продукцию проверенных марок у проверенных дистрибьюторов. Есть еще возможность произвести вскрытие и опытным взглядом определить качественный уровень вскрытого изделия.

Приведем пример сравнения:

Основные внешние отличия	Оригинал	Подделка
Степень детализации корпуса	высокая	низкая
Подключение дополнительных контактов	есть	нет
Подключение шины сверху	есть	нет
Знак «РосТест»	есть	нет
Отключающая способность	4500	4000



Это следует знать каждому: УЗО — это так просто

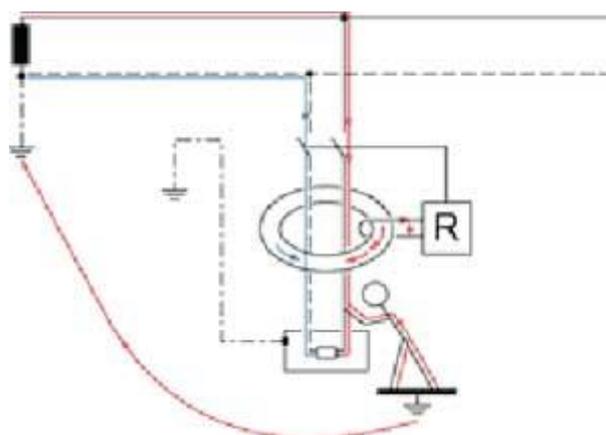
Мы в своей повседневной работе часто сталкиваемся с тем, что многие из наших партнеров хотели бы больше узнать об УЗО. Об этом модульном устройстве, использование которого предписывается ПУЭ, единственном из модульных устройств, требующем пожарной сертификации (этим мы еще раз хотим подчеркнуть всю важность понимания принципов его работы). Мы решили попробовать выполнить эту просьбу. И прежде чем вы в очередной раз обратитесь к нам за этими изделиями, мы бы хотели, чтобы вы о них узнали то, что написано в этой статье. Наше изложение, к сожалению, перегружено интересной информацией, и наша рекомендация ознакомиться с ним как можно внимательнее.

Много лет назад, я, как и многие, свято верил в то, что тот автоматический выключатель, который стоит в этажном щите в случае чего спасет мне жизнь. В общем-то, однажды так и случилось: Однако, уже потом, проводя домашние опыты с сопротивлением собственного тела, я убедился, что автомат не является реальной защитой от поражения человека электрическим током и обеспечить короткозамкнутость цепи можно далеко не всеми частями тела. Другими словами, если через человека потечет банальный ток в 16А при 220V, то ему вполне хватит.

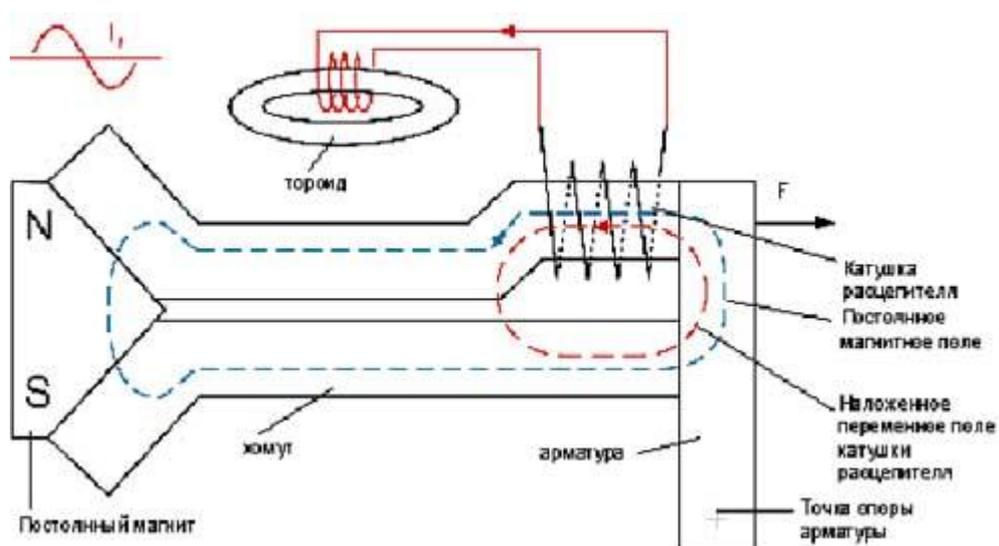
Это означает, что для того, чтобы реально защитить человека от поражения электрическим током, необходимо устройство, отслеживающее утечку тока из цепи (ту, которую создаст ток, протекающий через тело человека). Определим, какой величины утечку тока должно идентифицировать такое устройство. Для ориентировки привожу следующую таблицу.

Ток через тело	Ощущение	Результат
0,5 mA	Не ощущается.	Безопасно
3 mA	Слабые ощущения языком, кончиками пальцев, через рану.	Не опасно
15 mA	Ощущение близкое к муравьиному укусу.	Неприятно, но не опасно.
40 mA	Если взяли за проводник, то невозможность отпустить его. Судороги тела, судороги диафрагмы.	Опасность удушья в течение нескольких минут.
80 mA	Вибрация желудочка сердца	Очень опасно, приводит к достаточно быстрой смерти.

Принцип работы УЗО достаточно прост и строится на двух широко известных законах физики: правиле сложения токов в узле и законе индукции. Схематически работа УЗО проиллюстрирована на рисунке ниже.



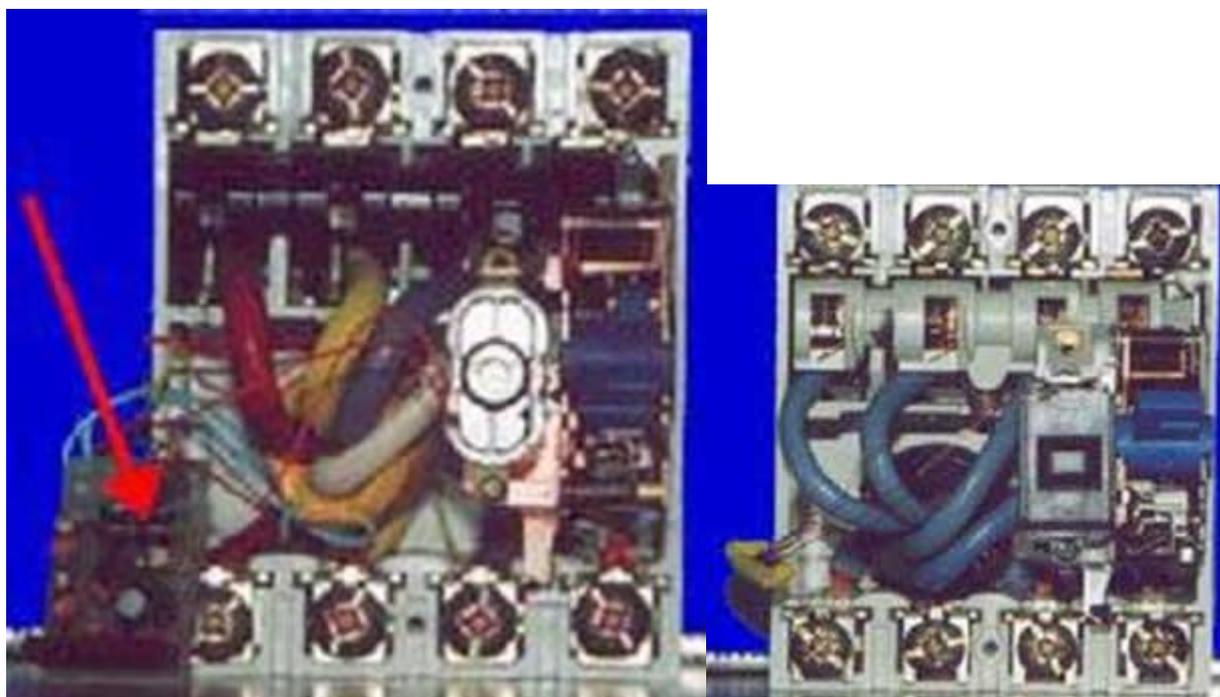
Фаза и нейтраль проходят через тороидальный сердечник, таким образом, что наводимые ими в тороиде поля противоположно направлены. При условии отсутствия утечек в цепи, эти поля компенсируют друг друга. Если возникает утечка, как это показано на рисунке, в обмотке тороида начинает течь ток (так как токи, текущие по нейтрали и по фазе, не равны). Размер этого тока оценивает реле разностного тока «R». При превышении определенного порога реле вызывает прерывание цепи. Теперь более подробно коснемся реле разностного тока.



Принцип его работы также построен на законе индукции. Итак, в обычном состоянии «Арматура», являющаяся приводом расцепителя удерживается в состоянии равновесия с одной стороны полем постоянного магнита, с другой — пружиной (обозначенной на рисунке как сила «F»).

В случае утечки, ток, наводимый в катушке тороида, протекает через катушку реле разностного тока и наводит в сердечнике поле, компенсирующее постоянное поле магнита реле. Как результат, сила «F» приводит к срабатыванию расцепителя.

Хочу заметить, что к такому реле предъявляются высокие требования по чувствительности. Реле разностного тока, встроенное в УЗО производства ABB имеет чувствительность 0,000025 Вт!!! Позволить себе встраивать в свои изделия устройства столь высокой чувствительности могут далеко не все производители. Все остальные элементы **качественных** УЗО должны быть тоже выполнены с высокой точностью. Так на фотографии справа представлено УЗО производства ABB, а слева — другого производителя (а точнее — подделка).



В УЗО на левом рисунке виден некий электронный блок, и управляющий сигнал расцепителю подается именно этим блоком. Т.е. принцип работы построен не на точной механике, а на электронике и нет точных данных для измерения надежности таких компонентов.

Как результат, УЗО, построенные на базе таких электронных блоков, не соответствуют требованиям стандартов, хотя и срабатывают в определенных ситуациях (и их стоимость ниже). И дело даже не в качестве комплектующих электронного блока. По сути, в этом случае мы имеем дело с УЗО, зависящим от напряжения питания, у которого помимо того защита не гарантирована при обрыве нейтрали.

И такие УЗО разрешены только для специального применения или в случае постоянного наблюдения за оборудованием обученным персоналом. Но ведь УЗО для того и устанавливается, чтобы вероятность его срабатывания в определенной ситуации была все 100%, и никак не 80% или даже 50%, как это бывает с некачественными изделиями, а некоторые из них и вовсе неспособны сработать. Не забывайте, что УЗО в основном устанавливают в первую очередь для защиты детей!!!

Теперь отметим еще ряд моментов. В соответствии с классификацией, УЗО подразделяют на:

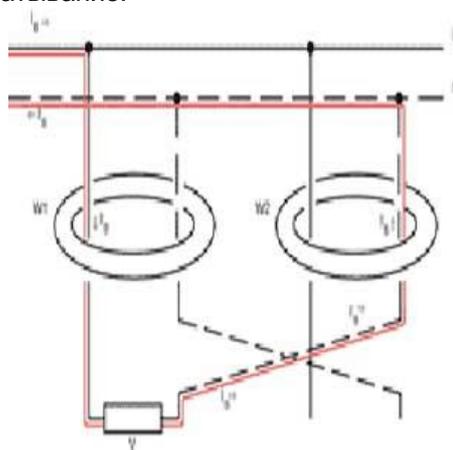
- Тип АС — УЗО, размыкание которого гарантировано в случае, если разностный синусоидальный ток или внезапно возникает, или медленно увеличивается.
- Тип А — УЗО, размыкание которого гарантировано в случае, если синусоидальный или пульсирующий разностный ток или внезапно возникает, или медленно увеличивается.

«А» тип УЗО стоит дороже, но сфера его возможного применения больше, чем у типа «АС». Дело в том, что оборудование, включающее электронные компоненты, (компьютеры, копиры, факсы,...) при пробое изоляции на землю могут создавать несинусоидальные, но однонаправленные постоянные пульсирующие токи.

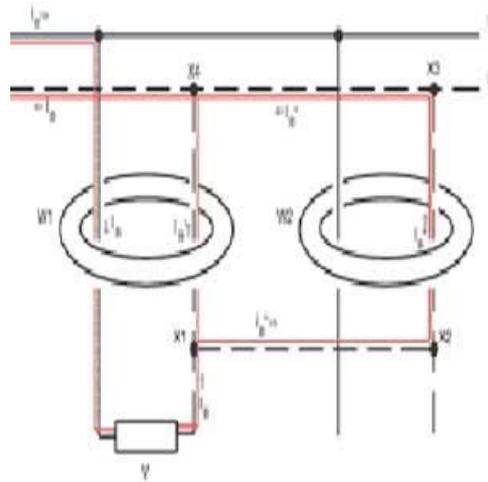
В этом случае изменение индукции (dB1), вызываемое пульсирующим однонаправленным постоянным током в дифференциальном трансформаторе (реле разностного тока) стандартного АС-типа имеет низкую величину. Эта величина не достаточна, чтобы дать необходимую энергию для открытия контактов выключателя. И в этих случаях следует использовать УЗО типа «А». Его срабатывание достигается за счет магнитного тороида с низкой величиной остаточной индукции и электронной цепи во вторичной обмотке трансформатора.

Конечно, изложенный здесь материал — далеко не все, что можно рассказать об УЗО. Следите за нашими публикациями.

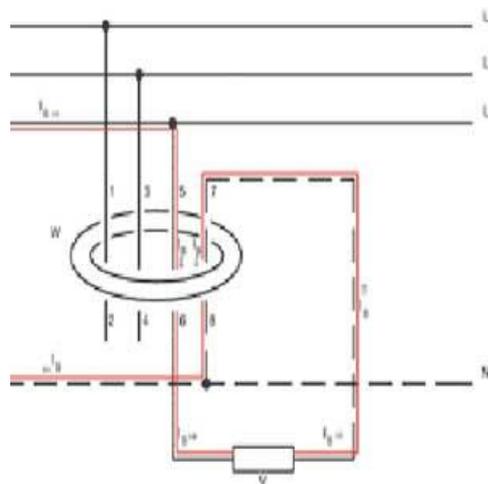
В заключении мы бы хотели дополнить свое изложение наиболее типичными ошибками при использовании УЗО, которые вызывают ложное срабатывание.



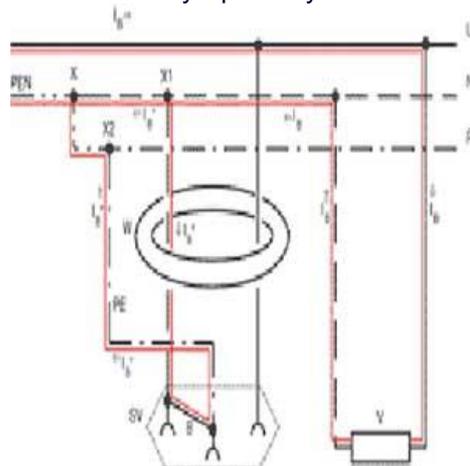
Вариант 1. Перепутаны нейтрали двух УЗО.



Вариант 2. Параллельное соединение нейтралей.



Вариант 3. Соединение питания на линии и нагрузке. А, по сути, неправильное подключение провода нейтрали к устройству.



Вариант 4. Соединение «N» и «PE» (Дополнительное соединение «N» и «PE» внутри розетки «SV»).

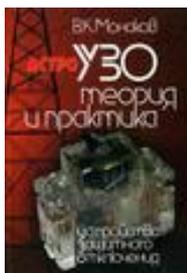
Источник информации: <http://www.eneq.ru/>

Анализ причин срабатывания УЗО и алгоритм поиска неисправностей

При срабатывании УЗО необходимо определить вид неисправности в электросети.

Порядок действий электрика следующий.

1. Ввести УЗО. Если УЗО взводится, то это значит, что в электроустановке имела место утечка тока на землю, вызванная нестабильным или кратковременным нарушением изоляции. В этом случае необходимо провести общий контроль состояния изоляции. Проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки ТЕСТ.
2. Если УЗО взводится и мгновенно срабатывает, то это означает, что либо в электроустановке имеет место дефект изоляции какого-либо электроприемника, электропроводки, монтажных проводников электрощита, либо УЗО неисправно. В этом случае необходимо произвести следующие действия:
3. Отключить все автоматические выключатели групповых цепей, защищаемых УЗО.
4. Если автоматические выключатели однополюсные или трехполюсные и не размыкают нулевые рабочие проводники, то с учетом того, что утечка тока возможна и с нулевого рабочего проводника, для обнаружения дефектной цепи возможно понадобится выполнить отсоединение всех нулевых рабочих проводников от сборной шины.
5. Ввести УЗО.
6. Если УЗО взводится, проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки ТЕСТ. Мгновенное отключение УЗО означает, что оно исправно, но в защищаемой цепи имеется утечка тока. Если УЗО не взводится, то это означает, что имеет место неисправность изоляции монтажных проводников электрощита или неисправность УЗО.
7. Последовательно включать автоматические выключатели.
8. Если УЗО срабатывает при включении определенного автоматического выключателя, то это означает, что в цепи данного выключателя имеется повреждение изоляции.
9. Отключить или отсоединить все электроприемники в цепи выключателя, при включении которого сработало УЗО.
10. Ввести УЗО.
11. Если УЗО взводится, то это означает, что неисправность изоляции в каком-то из электроприемников. Если УЗО не взводится при всех отключенных электроприемниках данной цепи, то это означает, что дефектна изоляция электропроводки.
12. Последовательно включать каждый электроприемник данной цепи.
13. УЗО срабатывает при включении определенного электроприемника.
14. Отключить дефектный электроприемник.
15. Подключить все электроприемники (кроме дефектного), ввести УЗО, убедиться, что УЗО не срабатывает. Проверить работоспособность УЗО нажатием кнопки ТЕСТ.



[УЗО. Теория и практика](#)

Автор: Монаков В.К. В монографии изложены общие принципы организации системы электробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий, **приведены сведения из ряда последних нормативных документов**, регламентирующих устройство электроустановок и **технические требования к электротехническим устройствам**. Рассмотрены **правила применения устройств защитного отключения (УЗО)**, методы контроля и испытания этих устройств, приведены **примеры их применения в различных электроустановках в качестве электротехнических и противопожарных устройств**. Дополнительно представлены сведения по системам контроля изоляции и молниезащиты электроустановок.

Книга может быть использована в качестве учебно-справочного пособия при обучении, подготовке и переподготовке электротехнического персонала по теме обеспечения электробезопасности, также книга может быть полезна специалистам-электротехникам при выполнении работ по проектированию, монтажу, наладке и эксплуатации электроустановок жилых, производственных и общественных зданий с применением УЗО. Нормативные материалы, приведенные в работе, представляют интерес для работников органов сертификации, испытательных лабораторий, специалистов проектных, электромонтажных, эксплуатационных организаций, работников различных энергетических служб, а также частных лиц, деятельность которых тем или иным образом связана с решением проблем электро- и пожаробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий.

Заказать: <http://electrolibrary.info/bestbooks/book/270018.php>



[Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток](#)

Автор: Маньков В.Д. В справочном пособии рассмотрены общие требования к обеспечению безопасности ЭУ, которые непосредственно определяют применение УЗО и место их установки, а также представлены классификация, принцип действия и область применения УЗО, требования, предъявляемые к УЗО, расчетные характеристики, порядок их выбора и определение требуемого типа, кроме того, уделено внимание применению УЗО в электрических сетях и электроустановках различного типа, в том числе с другими видами защит, а также порядку эксплуатации и испытаний УЗО в процессе эксплуатации.

Справочное пособие предназначено для ответственных за электрохозяйство и другого электротехнического персонала Потребителей, организующего эксплуатацию и эксплуатирующего электроустановки. Проектировщики, монтажники и специалисты электротехнических лабораторий найдут в пособии много полезной для себя информации, т.к. в него вошли современные нормативные материалы, действующие на 15.06.2006 г., с разъяснениями и практическими рекомендациями. Вычитка и корректура произведены авторами.

Заказать: <http://electrolibrary.info/bestbooks/book/270309.php>

[УЗО - устройства защитного отключения. Учебно-справочное пособие](#)



Настоящее учебно-справочное пособие "УЗО" разработано Научно-методическим центром проблем электротехнических устройств Московского энергетического института (технического университета) для использования в качестве учебного пособия для высших и средних специальных технических учебных заведений, организаций, осуществляющих обучение и переподготовку электротехнического персонала, а также как краткий справочник для предприятий, выполняющих проектирование, монтаж, наладку и эксплуатацию электроустановок жилых, общественных и производственных зданий при применении устройств защитного отключения (УЗО).

В Пособии приведены сведения из нормативно-технических документов, регламентирующих применение УЗО, технических требований на УЗО, о порядке проектирования, проведения и документального оформления испытаний электроустановок с применением УЗО. Справочный материал Пособия также может быть полезен для работников органов сертификации, сертификационных испытательных лабораторий, Госэнергонадзора, Госпотребнадзора, Энергосбыта и других организаций.

Заказать: <http://electrolibrary.info/bestbooks/book/uzo.php>

Реле в современных системах электроснабжения

Назначение релейной защиты заключается в осуществлении непрерывного контроля за состоянием энергосистемы и реагировании на возникновение повреждений и ненормальных режимов.

При возникновении повреждений релейная защита должна выявить поврежденный участок и отключить его от энергосистемы путем воздействия на силовые выключатели.

При возникновении ненормальных режимов релейная защита также должна выявлять их и в зависимости от характера нарушения либо отключать оборудование, если возникла опасность его повреждения, либо производить автоматические операции, необходимые для восстановления нормального режима, либо осуществлять сигнализацию оперативному персоналу, который должен принимать меры к ликвидации ненормальности.

Можно выделить четыре основных требования к релейной защите: она должна действовать селективно, быстро, надежно и, кроме того, обладать достаточной чувствительностью к повреждениям.

Селективностью называется способность отключать поврежденный участок сети, обеспечивая таким образом полноценное функционирование остальных "неаварийных" элементов.

Применяемые в энергосистемах реле можно разделить на две основные группы: основные и резервные.

Основными называются реле, обеспечивающие отключение повреждений в пределах защищаемого элемента с требуемыми быстротой и чувствительностью.

Резервными называются реле, осуществляющие резервирование основной защиты в случае ее отказа или вывода из работы и защиту следующего участка в случае отказа его реле или выключателя.

По способу обеспечения селективности действия реле защиты подразделяются на два вида. Устройства релейной защиты, зона действия которых не выходит за пределы защищаемого участка, выполняются без выдержки времени и характеризуются *абсолютной* селективностью. Другая группа реле действует в аварийном режиме как на защищаемом участке, так и за его пределами. Селективность в этом случае обеспечивается подбором выдержек времени - при этом говорят о *относительной* селективности.

Конструкция отдельных реле защиты зависит от применяемой элементной базы, тем не менее в их структуре можно имеются четыре функциональных части: *измерительная, преобразующая, сравнивающая и исполнительная*; последняя усиливает выходной сигнал и воздействует на управляемую цепь исполнительного элемента.

Остановимся теперь на описании функционального назначения отдельных видов реле.

Измерительные реле тока/напряжения замыкают контакты при определенном значении протекающего через катушку тока/напряжения (в реле, основанном на электромагнитном принципе). Такого рода устройства должны иметь минимальную мощность и подключаются через трансформаторы тока.

Промежуточные реле применяются для выполнения логических операций как реле-повторители для одновременного замыкания или размыкания нескольких цепей. В промежуточных реле с магнитоуправляемыми (герметизированными) контактами, сокращенно *герконами*, контактная система реле выполняет функции подвижного якоря, контактов, производящих коммутации в управляемой цепи, и противодействующей пружины.

Указательные реле служат для фиксации действия релейной защиты в целом или ее структурных элементов. Вследствие того, что протекающий ток носит кратковременный характер, такие реле выполняются так, чтобы контакты остались в сработавшем состоянии до тех пор, пока их не приведет в первоначальное состояние обслуживающий персонал.

Реле времени служит для искусственного замедления действия устройств защиты и электроавтоматики. Время, проходящее с момента подачи напряжения на обмотку реле времени до замыкания его контактов, называется выдержкой времени реле. Основным требованием, предъявляемым к реле времени является

точность. погрешность во времени действия реле со шкалой до 3,5 с не должна превышать 0,06 с, а при больших выдержках времени, устанавливаемых на реле со шкалой 20-30 с, 0,25 с.

Еще одной разновидностью устройств защиты являются **поляризованные реле**. Якорь поляризованного реле находится под воздействием двух магнитных потоков, из которых один создается током, питающим обмотку реле (рабочий), а второй - постоянным магнитом (полярирующий). Такие реле обладают важными преимуществами: высокой чувствительностью и малым потреблением, достигающим при минимальном токе срабатывания и зазоре между контактами 0,5 мм 0,005 Вт. Наряду с этим недостатками **поляризованных** реле являются: малая мощность контактов и небольшой зазор между ними.

Реле направления мощности, в отличие от приведенных выше, выполняются на индукционном принципе и реагируют на значение и знак мощности, подведенных к их зажимам. Они используются в системах защиты как орган, определяющий по знаку мощности направление ошибки (аварии). Как вариант исполнения таких реле можно привести пример конструкции с двумя обмотками: одна питается напряжением, а другая — током сети.

Взаимодействие токов, проходящих по обмоткам, создает электромагнитный момент, значение и знак которого зависят от напряжения, тока и угла сдвига между ними.



Справедливости ради следует однако отметить, что в чистом виде указанные разновидности реле в современных системах релейной защиты встречаются редко, поскольку производители подобных систем разрабатывают и производят комплексные multifunctionальные цифровые приборы, которые кроме основной функции предлагают использование редундантных (избыточных) опций для обеспечения основной и резервной защиты (на рисунках представлены реле фирм Siemens и ABB).



Современный прибор защиты (реле) включает в себя аналоговые входы для подключения измерительных трансформаторов тока и напряжения и ряд цифровых/бинарных входов/выходов для обеспечения взаимодействия отдельных элементов системы энергоснабжения. При этом цифровые входы/выходы реле обязательно поддерживают наиболее распространенные коммуникационные интерфейсы (RS232/485, Industrial Ethernet, Profibus).

Все сигналы при этом обрабатываются в цифровом виде сигнальными процессорами, оптимизированными под применение алгоритмов цифровой обработки сигналов. Подобная система позволяет реализовать в одном реле гибкую систему настраиваемой логики, настроенной на выполнение конкретной задачи защиты или управления. При этом отдельное реле программируется и параметрируется в off-line режиме.

В спецификации каждого реле указывается тот набор стандартных функций защиты, который в нем может быть активирован и реализован. Каждая функция характеризуется соответствующим кодом ANSI. Кодировка основных функций защиты представлена в таблице ниже.

ANSI No	Description	59	Overvoltage
21	Distance protection	67	Breaker failure
24	V/f protection	68	Out-of-step protection
25	Synchronizing check	74TC	Trip circuit supervision
27	Undervoltage	79	Auto-reclosure
32	Directional power	81	Frequency protection
32	Undercurrent or underpower	85	Carrier interface/remote trip
49	Thermal overload	86	Lockout function
50BF	Directional overcurrent	87	Differential protection

Таким образом, современные реле характеризуются широким спектром предоставляемых в распоряжение разработчика функций, гибко настраиваемых на локальные условия конкретной задачи.

Источник информации: <http://www.itpuls.com/>

Новые разработки герконовых реле

Сергей Карabanов, д. т. н., Рафаил Майзельс, д. т. н., Михаил Хоменко

Развитие слаботочной релейной техники невозможно без участия современных миниатюрных герконовых реле с малой потребляемой мощностью, сочетаемых с логической микросхемой, нагруженной обмоткой управления реле.

За десятилетие фактического простоя отечественной релейной промышленности рынок России заполнялся зарубежными реле (преимущественно китайскими, тайваньскими, германскими), их использование стало привычным, их заложили в старые разработки и в то немногое, что сейчас появляется в системах автоматики, измерительной техники и т. п.

В основном такие реле конструктивно выполняются на базе геркона с обрезанными выводами, находящегося внутри обмотки управления, с герконом и катушкой, приваренными к выводам технологической рамки достаточно сложного контура, которые после опрессовки специальной пластмассой и вырубке перемычек на рамке образуют собственно реле (скажем, в стандартном корпусе DIP). Для защиты логической микросхемы от перенапряжений обмотка управления реле шунтируется демпфирующим диодом.

Извечная проблема поиска компромисса между двумя взаимоисключающими требованиями к таким реле — высокое контактное нажатие и чувствительность — здесь практически не решается из-за отсутствия обеспечения высокой магнитной проводимости для концентрации магнитного потока (создающего электромагнитную силу) в межконтактном зазоре геркона реле, то есть из-за невыполнения основного требования к конструкциям магнитной системы. Обрезка выводов геркона, резко снижающая параметры магнитной системы таких реле, практически не компенсируется введением магнитных экранов (10–15 % выигрыша против потери 60–70 % чувствительности и, соответственно, мощности управления).

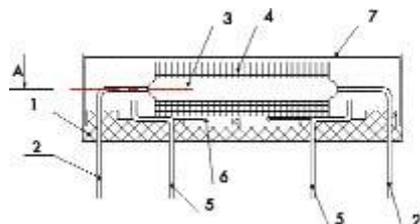


Рис. 1

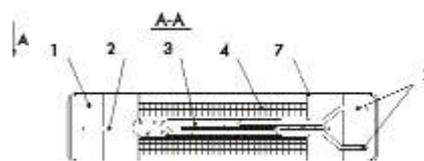


Рис. 2

ОАО «Рязанский завод металлокерамических приборов» (ОАО «РЗМКП»), разработав реле РГК-41и РГК-48, частично устраняющие указанные недостатки (в основном за счет подбора геркона), в настоящее время завершает разработку серии простых каркасных реле открытого типа РГК-49, РГК-50 и реле, по нашему мнению, следующего поколения — РГК-53, в котором сконцентрированы основные достоинства герконов и устранены недостатки их размещения в реле.

Это реле (рис. 1, 2) содержит металлический ферромагнитный экран (7) в виде цельнотянутого стакана прямоугольной формы, в котором закреплены изолирующее основание (1), фиксирующие изогнутые под прямым углом выводы переключающего геркона (2) и выводы обмотки управления (4) с шунтирующим диодом (6).

Глубина и ориентация расположения геркона внутри экрана, влияющие на чувствительность реле, при минимально возможной величине зазора между стенками экрана и выводами геркона, ориентированного внутри бескаркасной обмотки управления, устанавливаются таким образом, чтобы плоскость, проходящая через продольные оси стеклянного баллона (3) и недеформированные части выводов геркона, была параллельна основанию.

Для уменьшения массы, габаритов и мощности управления бескаркасная обмотка управления с выводами (5) специальной формы и демпфирующий диод с выводами, приваренными к плоским частям обмотки управления, расположены в специальных полостях основания (1).

Расположение всех выводов в основании реле кратно шагу координатной сетки и образует ключ для

ориентировки реле на печатной плате. Общая магнитная проводимость магнитной системы реле при такой компоновке максимальна.

$$G_{\text{нр}} = \frac{\mu_0 S}{\delta}$$

Экспериментально установлена связь между магнитодвижущей силой срабатывания (МДСсраб.) переключающего геркона с величиной зазора и перекрытия нормально-разомкнутой пары, магнитную проводимость которой можно оценить по известному выражению где $G_{\text{нр}}$ — магнитная проводимость нормально-разомкнутой пары геркона; $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; S — площадь перекрытия в нормально-разомкнутой паре; d — величина зазора в той же паре.

$$1 \leq \frac{G_{\text{нр}}}{G_{\text{нз}}} \leq 4$$

Полагая, что магнитные силовые линии замыкаются по кратчайшему расстоянию, и обозначив суммарную магнитную проводимость между экраном и выводами геркона — G_{Σ} , определяемой по аналогичному выражению, можно установить, что при выполнении условия с нижним пределом для герконов с МДСсраб.мин. и, верхним для герконов с МДСсраб.макс., разброс герконов по МДСсраб. может быть в диапазоне от 10 до 30 А.

Описанное конструктивное решение на базе геркона МКС-14404 позволило создать реле с сопротивлением обмотки управления до 2500 Ом. Вследствие этого удалось снизить мощность управления для герконов с разбросом по МДСсраб. 10–30 А от 3 до 5 раз по сравнению с реле РГК-41 на базе того же геркона, имеющих сопротивление обмотки 500 и 700 Ом.

Опытные образцы реле РГК-53, управляемые логической микросхемой серии ТТЛ, коммутировали в электрическую цепь с активной нагрузкой в режиме 6 В — 10 мА без отказов вплоть до 10 млн циклов коммутации. Мы полагаем, что реле РГК-53 будет незаменимо в аппаратуре, для которой особенно важны как габариты и масса реле, так и мощность, потребляемая управлением.

Таблица 1. Технические характеристики

Параметр реле	Переключающее:		Замыкающее:		
	РГК41	РГК50	РГК48	РГК49	РГК51
Тип корпуса	DIP	открытого типа	DIP, SMD	открытого типа	SIP
Ряд рабочих напряжений, В	5, 12, 24, 27				
Напряжение срабатывания, макс., В	3,75; 9; 18; 20				
Напряжение отпускания, мин., В	0,8; 1; 2; 2,7				
Сопротивление НЗ и НР контактов, не более, Ом	0,15				
Время срабатывания, не более, мс	1				
Время отпускания, не более, мс	1	0,5			
Сопротивление изоляции между токоведущими цепями реле:			10^9	10^9	10^9
НР, Ом	10^9	10^9			
НЗ, Ом	$2 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$			
Электрическая прочность изоляции между токоведущими цепями реле, не менее, В	200	200	220	200	200
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	4	4	10	10	10
Максимальное коммутируемое напряжение, В	60	60	100	100	100
Максимальный коммутируемый ток, А	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
Долговечность (зависит от режима коммутации), циклов	$5 \cdot 10^5$ – 10^8	$5 \cdot 10^5$ – 10^7	$5 \cdot 10^5$ – 10^8	$5 \cdot 10^5$ – 10^7	$5 \cdot 10^5$ – 10^8
Мощность управления исполнений под логику, мВт	35–60				
Мощность управления обычных исполнений, мВт	125–290				

Следует особо отметить, что указанные реле имеют определенные преимущества по сравнению со своими аналогами, выпускаемыми фирмами Китая и Тайваня, хотя и изготавливаются на одних и тех же герконах (например, МКА14103 производства РЗМКП).

При едином производственно-технологическом цикле «геркон–реле» имеется возможность оперативного вмешательства в технологический процесс изготовления собственно геркона как по вопросам качества и надежности, так и для специального отбора «релейных» герконов по информативным параметрам, используемым при изготовлении герконов спецназначения. Например, при подборе групп чувствительности для конкретного паспорта реле (практически не влияющего на внутризаводскую себестоимость конечного изделия) можно получить значительный выигрыш в габаритах (высоте) реле.

Таблица 2. Данные катушек управления

Для логик			Обычные исполнения	
Логика	Ураб., В	Робм, Ом	Ураб., В	Робм, Ом
TTL	5	500	5	200
Shottky	5	750	6	200
C-MOS	12	2500	12	1000
			24	2500
			27	2500

В частности, у РГК-48 высота реле с выводами составляет 9 мм, у китайского и тайваньского аналогов — 12 мм при полном совпадении заявляемых выходных характеристик.

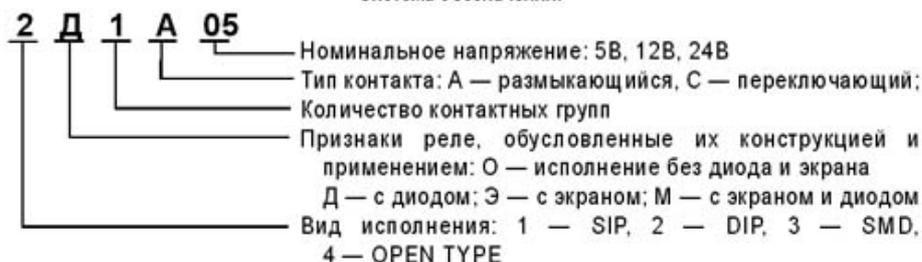
В табл. 1–4 приводятся технические характеристики, данные катушек управления, размеры, системы обозначений для реле, разработанных ОАО «РЗМКП». Все предложения по разработке новых изделий можно направлять в фирму «КВ Электроникс».

Таблица 3. Условия эксплуатации

Условия:	РГК41	РГК50	РГК48	РГК49	РГК51
Температура окружающей среды, °С	– 40...+ 85	– 10...+ 60	– 40...+ 85	– 10...+ 60	– 40...+ 85
Механические удары многократного действия при длительности ударного ускорения 2–10 мс	40 g				
Устойчивость к внешним магнитным полям, Э (может быть увеличена до 5 Э по требованию потребителя)	2				

Электромагнитные слаботочные миниатюрные герконовые реле с одним контактом предназначены для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока частотой до 300 кГц в устройствах связи, автоматики, телеметрии и информатики. Все реле по управляющему сигналу совместимы с логическими микросхемами TTL, Shottky, C-MOS. Для реле РГК-48 и РГК-41 возможны исполнения с магнитным экраном и защитным диодом.

Система обозначений:



Источник информации: <http://www.compitech.ru/>

Заземление бытовой техники

Для чего нужно заземлять бытовую технику, и как это сделать

Вопросы электропитания играют важную роль в устойчивости работы бытовой техники, компьютеров, локальных сетей, периферийных устройств, соединяемых различными кабелями (компьютер-принтер, телевизор-видеомагнитофон и т.п.), а также в обеспечении их долголетия. Применение UPS и различных других устройств защиты эффективно только при наличии хорошего заземления. Вопрос хорошего заземления настолько важен и актуален (и с точки зрения защиты, и с точки зрения эксплуатации, и с точки зрения техники безопасности), что его никак нельзя обойти стороной. Как хорошо заземлить оборудование – тема этой публикации.

Понимание некоторых вопросов электротехники позволит обойтись без пиротехнических эффектов с дымом присоединении устройств. Рассмотрим правила подключения к питающей сети с точки зрения безопасности, как человека, так и компьютера.

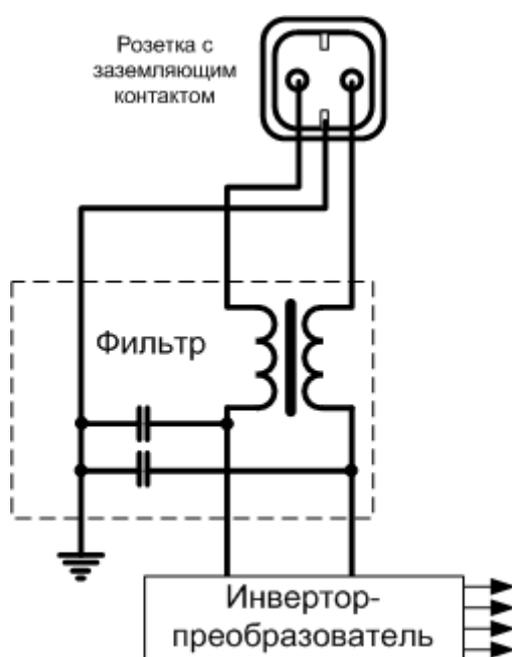


Рис. 1

Рис. 1. Входные цепи блока питания бытовой техники

Опять немного теории. Практически каждый блок питания современного телевизора, компьютера или периферийного устройства имеет сетевой фильтр (рис.1). Конденсаторы этого фильтра предназначены для шунтирования высокочастотных помех питающей сети на землю через провод защитного заземления и соответствующую трехполюсную вилку и розетку. Земляной провод соединяют с контуром заземления, **недопустимо его соединять и с нулем силовой сети.**

При занулении необходимо быть уверенным в том, что нуль не станет фазой, если кто-нибудь вдруг перевернет вилку питания. Если же земляной провод устройства никуда не подключать, на корпусе устройства появится напряжение порядка 100 В переменного тока (рис.2): конденсаторы фильтра работают как емкостной делитель напряжения, и поскольку их емкость одинакова, 220 В делится пополам.

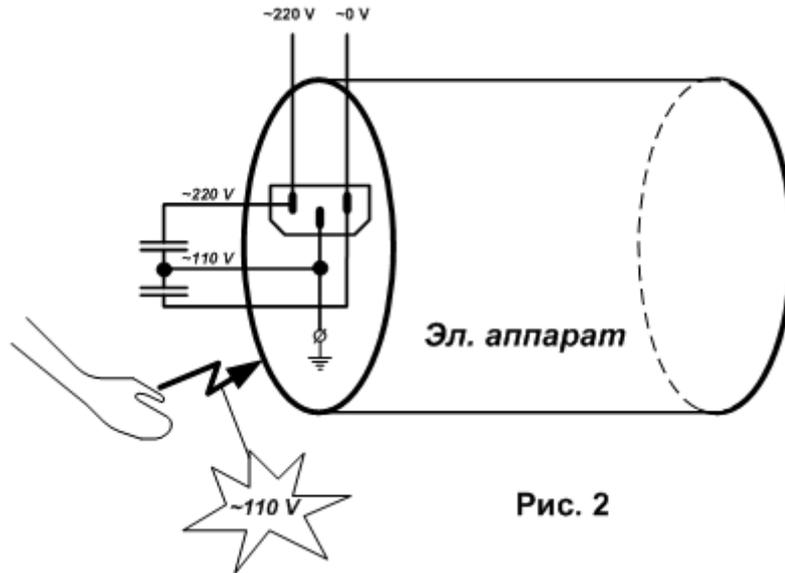


Рис. 2

Рис. 2. Образование потенциала на корпусе прибора

Конечно, мощность этого источника ограничена - ток короткого замыкания $I_{к.з}$ на землю составляет от единиц до десятков миллиампер, причем, чем мощнее блок питания, тем больше емкость конденсаторов фильтра и, следовательно, ток.

При емкости конденсатора $C = 0,01\text{mF}$ этот ток будет около $0,7\text{ mA}$. **Такие напряжение и ток опасны для человека, особенно для ребенка или домашнего животного** (их масса и устойчивость к опасным факторам намного ниже взрослого человека). Попасть под напряжение можно, прикоснувшись одновременно к неокрашенным металлическим частям корпуса компьютера и, например, к батарее отопления. Это напряжение является одним из источников разности потенциалов между устройствами, от которой страдают интерфейсные схемы.

Что же происходит при соединении двух устройств (телевизора-видео, проигрывателя-усилителя, компьютера и принтера) кабелем. Общий провод кабелей связан со схемной землей и корпусом устройства. Если соединяемые устройства надежно заземлены (или занулены) через отдельный провод на общий контур (рис.3), проблемы разности потенциалов не возникает.

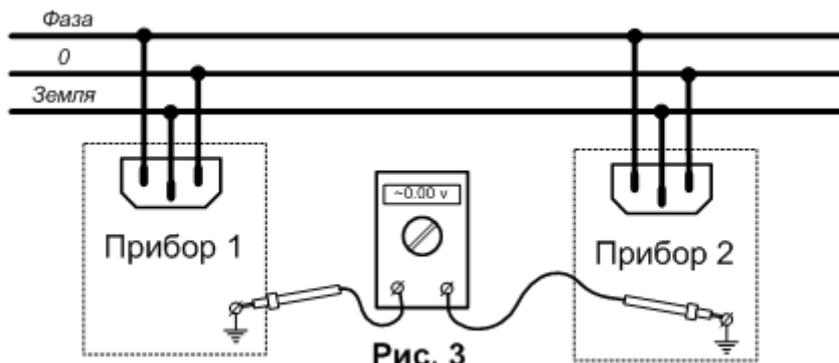


Рис. 3

Рис. 3. Правильное подключение

Если же в качестве заземляющего провода использовать нулевой провод питания при разводке питающей сети с трехполюсными розетками двухпроводным кабелем, на нем будет набегать разность потенциалов, вызванная падением напряжения от протекающего силового тока $I_{нул}$ (рис. 4).

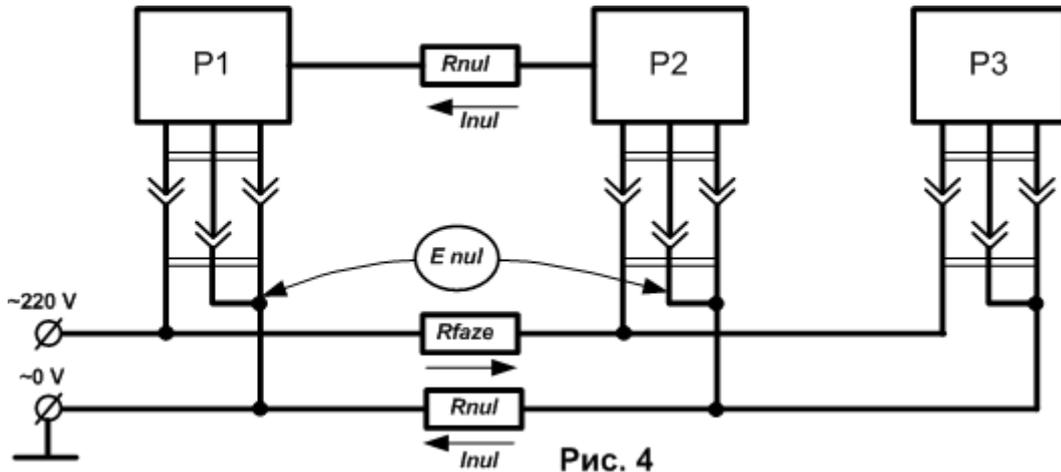


Рис.4. Появление разности потенциалов при двухпроводном кабеле питания

Если в эти же розетки включать устройства с большим энергопотреблением (лазерный принтер, например), разность потенциалов (и импульсные помехи при включении-выключении) будет ощутимой. При этом эквивалентный источник напряжения при относительно невысокой ЭДС. E_{nul} (несколько вольт) будет иметь очень низкое выходное сопротивление, равное сопротивлению участка нулевого провода. Мощность, потребляемая устройствами, расположенными на рис. 4 справа равна: $P = P_2 + P_3$

Поскольку обычно сопротивление соединительного кабеля больше питающего (так как сечение проводов питающего кабеля намного больше сечения проводов кабеля соединения), через общий провод соединительного кабеля потечет ток существенно меньший, чем силовой. Это прямое следствие закона Ома: $U=I \cdot R$ $I=U/R$

Но при нарушении контакта в нулевом проводе питания через соединительный кабель может протекать и весь ток, потребляемый устройством. Он может достигать нескольких ампер, что повлечет **выход устройств из строя**. Не выровненные потенциалы корпусов устройств также являются источником помех.

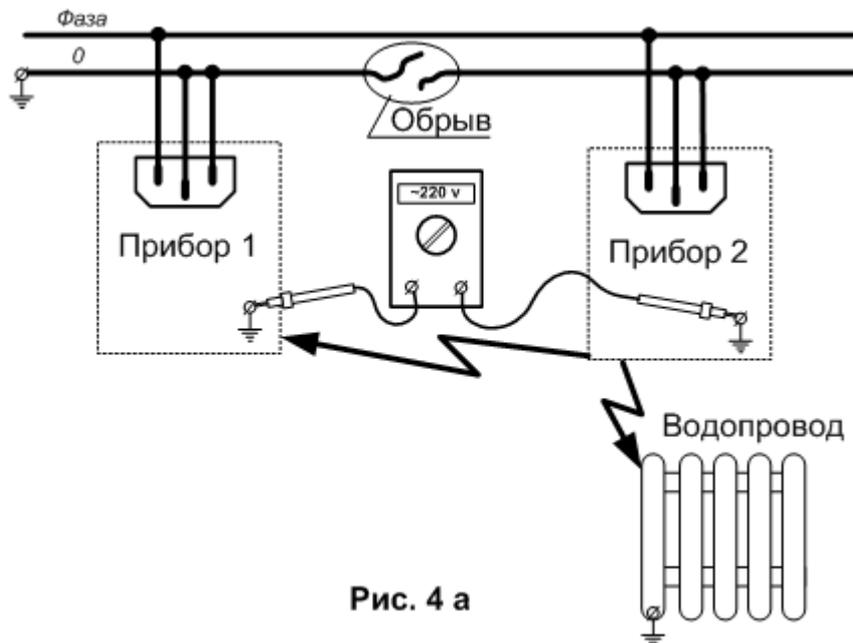


Рис. 4 а

Рис.4а. Появление фазного напряжения на корпусе при обрыве нулевого провода.

Но самая опасная ситуация возникает при обрыве нулевого провода в случае заземления устройств через рабочий нулевой провод (рис 4а). Как электрик говорю, что такая ситуация не так уж и редка (например отгорел нулевой провод в щите или распределительной коробке.) В этом случае через трансформатор блока питания, или двигатель устройства (пылесос) на нулевой клемме прибора, а значит и на корпусе устройства появиться напряжение 220 В с мощностью почти равной мощности сети. Это чревато очень тяжелыми поражениями

электрическим током. Ситуация может выглядеть так: вы пылесосите квартиру рядом с батареей отопления, вдруг пылесос останавливается, естественно возникает желание посмотреть что с ним случилось, задом прижимаетесь к батарее, дотрагиваетесь до пылесоса и задница тут же превращается в жареные окорочка.

Впечатления неизгладимые во всех смыслах.

Поэтому - никогда не присоединяйте рабочий нулевой проводник к корпусу аппарата - это опасно!

Если оба соединяемых устройства не заземлены, в случае их питания от одной фазы сети разность потенциалов между ними будет небольшой (вызванной разбросом емкостей конденсаторов в разных фильтрах). Уравнивающий ток через общий провод соединительного кабеля будет мал, и разность потенциалов между схемными землями устройств тоже будет мала.

Но не следует забывать о безопасности человека. Если незаземленные устройства подключены к разным фазам, разность потенциалов между их несоединенными корпусами будет порядка 190 В, при этом уравнивающий ток через кабель может достигать десятка миллиампер.

Когда все соединения/разъединения выполняются при отключенном питании, для интерфейсных схем такая ситуация почти безопасна. Но при коммутациях при включенном питании возможны неприятности: если контакты общего провода соединительного кабеля соединяются позже (или разъединяются раньше) сигнальных, разность потенциалов между схемными землями прикладывается к сигнальным цепям, и они, как правило, выгорают.

Самый тяжелый случай - соединение заземленного устройства с незаземленным (рис.5), особенно когда у последнего довольно мощный блок питания.

Для устройств, блоки питания которых имеют шнуры с двухполюсной вилкой (а такие еще встречаются), эти проблемы тоже актуальны. Такие блоки питания зачастую имеют сетевой фильтр, но с конденсаторами малой емкости (следовательно, ток короткого замыкания достаточно мал).

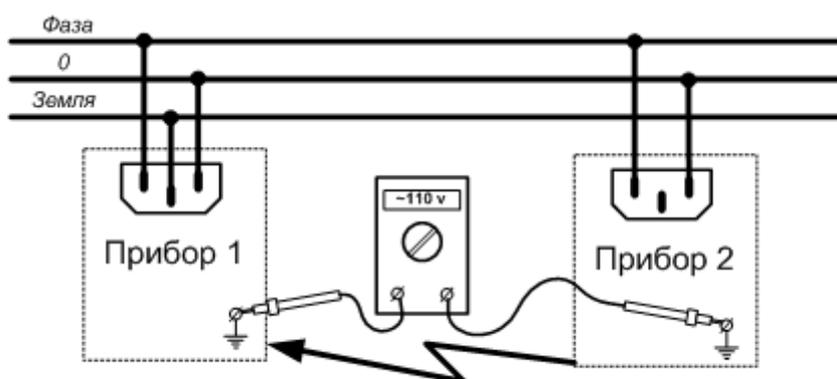


Рис. 5

Рис. 5. Подключение незаземленного устройства

Весьма опасны сетевые шнуры устройств с двухполюсной вилкой, которыми подключаются блоки питания с трехполюсным разъемом. Пользователи, подключающие свои устройства в бытовые розетки, могут столкнуться с проблемами из-за отсутствия заземления.

Это в первую очередь касается домашних пользователей. Далеко не в каждой квартире установлены ввророзетки с надежным заземлением, а скорее наоборот ;-).

Локально проблемы заземления решает применение сетевых фильтров типа Pilot и им подобных. Питание от одного фильтра всех устройств, соединяемых интерфейсами, решает проблему разности потенциалов.

Еще лучше, когда этот фильтр включен в трехполюсную розетку с заземлением. Однако заземляющие контакты многих розеток могут иметь плохой контакт вследствие своей слабой упругости или заусениц в пластмассовом кожухе.

Кроме того, эти контакты не любят частого вынимания и вставки вилок, так что обесточивание оборудования по окончании работы лучше выполнять выключателем питания фильтра (предварительно выключив устройства). **Настоятельно рекомендуется отключать питание при подключении и отключении соединительных кабелей.** Небольшая разность потенциалов, которая практически исчезнет при соединении устройств общими проводами интерфейсов может пробить входные и выходные цепи сигнальных линий, если в момент присоединения разъема контакты общего провода соединятся позже сигнальных.

К помехам, вызванным разностью потенциалов схемных земель (корпусов) устройств, наиболее чувствительны параллельные порты. У последовательных портов и разъемов бытовой техники зона нечувствительности шире (пороги ± 3 В), еще меньшую чувствительность имеют интерфейсы локальных сетей, где обычно имеется гальваническая развязка сигнальных цепей от схемной земли с допустимым напряжением изоляции порядка 100В.

Поверьте моему опыту – несколько параллельных портов приказали таким образом долго жить. Проблема заземления устройств, сильно разнесенных территориально, обостряется. Если разводка питания и заземления выполнена двухпроводным кабелем (рис.4), разность потенциалов, обусловленная падением напряжения на заземляющих проводах, будет особенно ощутимой.

В ряде случаев практикуется прокладка отдельного кабеля или шины для цепи заземления. Однако разводка заземления отдельным кабелем не всегда удобна и часто неэффективна с точки зрения защиты от помех, поскольку при этом могут образовываться замкнутые контуры с широким охватываемым пространством - своеобразные антенны.

Так что разводку питания к устройствам целесообразно выполнять трехпроводным кабелем, один из проводов которого используется для защитного заземления. При этом древовидная схема заземления получается естественным образом (рис.6), защитный провод в корневой части этого дерева заземляют или зануляют.

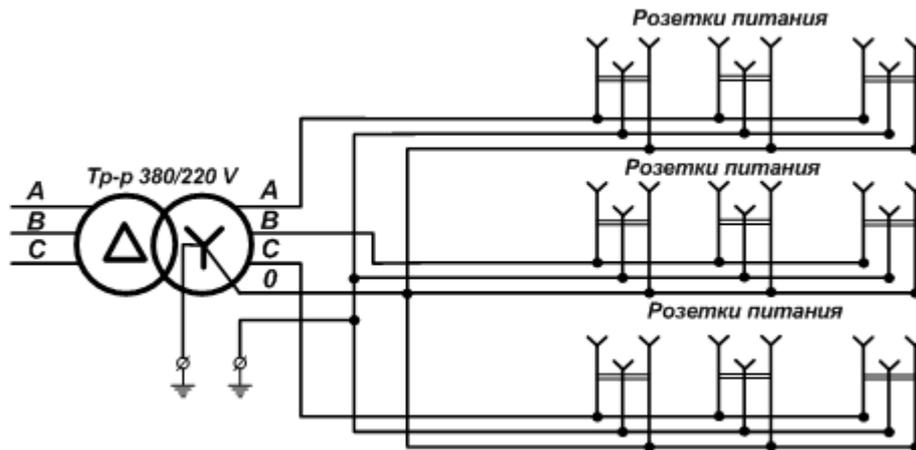


Рис. 6

Рис.6. Разводка питания и заземления

Дополнительные проблемы при разводке электропитания для компьютеров обусловлены ярко выраженной динамической нелинейностью входной цепи бестрансформаторных блоков питания (а такие блоки питания применяются повсеместно). Традиционные электросети рассчитаны на более или менее линейную нагрузку.

Все! Хватит! Sorry! Очень в глубокую теорию меня занесло ;-). Еще раз – Sorry! Опускаемся на грешную землю. В современных домах, с современной планировкой, именно по схеме (рис. 6.) производится разводка электрического питания. Кто живет в таких квартирах – примите поздравления, вам несказанно повезло, и в электропитании в том числе. Как же быть остальным.

Ни в коем случае не пытайтесь заземлиться на батарею отопления. Это чревато последствиями. Если имеются соответствующие знания (в области электротехники) и умения (спорный вопрос - что из них важнее, одно без другого не бывает :-)), то аккуратно проведите заземление проводом соответствующего сечения от электрического щита на лестничной площадке к себе в квартиру.

Не забывайте о технике безопасности. Но лучше, чтобы не было ни у кого к вам никаких лишних вопросов, пригласите толкового электрика из ЖЭС, ЖЭК, домоуправления и т.д. Все ему объясните, расскажите, если надо – покажите данную статью. Пусть он все сделает... И все будет ОК.

Итак **делаем выводы:**

1. Все бытовые устройства в доме должны быть надежно заземлены.
2. Заземление должно быть выполнено для всех розеток, не следует выполнять частичное заземление розеток.
3. Категорически запрещается соединять клемму заземления розетки или прибора с рабочим нулевым проводом сети.
4. Настоятельно рекомендуется отключать питание при подключении и отключении соединительных кабелей различных бытовых устройств.
5. Если устройства предполагается соединять какими либо кабелями, то желательно их подключить к общему удлинителю, имеющему клеммы заземления.

Источник информации: <http://elremont.nm.ru/>

Силовой трансформатор. Этапы эволюции

Попов Г.В., профессор кафедры БЖД
Ивановского государственного энергетического университета

О том, что электрическая энергия и трансформаторы имеют друг к другу отношение, знает, наверное, каждый. Однако только специалисты представляют себе истинную роль «скромных тружеников» современной электроэнергетики. В данной публикации сделана попытка в доступной для неспециалистов форме осветить некоторые этапы в истории развития и совершенствования этих технических объектов.

«Днем рождения» трансформаторов считают 30 ноября 1876 года, когда выдающийся русский электротехник и изобретатель Павел Николаевич Яблочков получил французский патент, в котором был описан принцип действия и способ применения трансформатора.

Это открытие базировалось на достижениях и открытиях других русских ученых-электротехников: В. Петрова (1761-1834 гг.), Э. Ленца (1804-1865 гг.), Якоби Б.С. (1801-1874 гг.).

В развитие и совершенствование конструкции трансформатора, предложенного П. Яблочковым, внесли вклад: русский инженер И. Усагин (1882 г.), англичане Горяр и Гиббс (1885 г.), венгерские инженеры Циперновский, Дери и Блати (1885 г.)



рис. 1

Русский электротехник, создатель техники трехфазного тока М. Доливо-Добровольский в 1890 г. предлагает конструкцию трехфазного трансформатора, который в трехфазной сети позволит заменить три однофазных агрегата. Впоследствии значительную роль в совершенствовании и развитии конструкции трехфазных трансформаторов сыграли англичанин Ферранти, американец Дж. Вестингауз, серб Н. Тесла.

Именно благодаря открытиям и достижениям отечественных ученых в России на рубеже XIX и XX веков была выбрана правильная парадигма — ориентировать дальнейшее развитие электроэнергетики на применение переменного тока высокого напряжения в противовес зарубежным концепциям в пользу постоянного тока и техники низких напряжений.

Началом производства силовых трансформаторов в России можно считать ноябрь 1928 г., когда начал работать Московский трансформаторный завод (впоследствии — Московский электрозавод). Вскоре продукция завода стала удовлетворять потребности страны в высоковольтных трансформаторах. Уже в предвоенный период завод выпускал мощные силовые трансформаторы напряжением до 220 кВ. Первые советские трансформаторы создавались по образцу трансформаторов фирмы Дженерал Электрик (США) и при участии ее консультанта.



рис. 2

После войны были построены новые предприятия и, прежде всего, Запорожский трансформаторный завод, Тольяттинский электротехнический завод и др. Вскоре эти два завода приняли на себя основную нагрузку по производству высоковольтных силовых трансформаторов для энергетики. Московский электрозавод стал все больше специализироваться на изготовлении силовых трансформаторов для электрических печей, шунтирующих реакторов всех классов напряжения, измерительных трансформаторов напряжения, регулировочных трансформаторов и др.

Изготовление силовых трансформаторов предельных мощностей постепенно сосредотачивалось на Запорожском трансформаторном заводе, а выпуск значительного количества трансформаторов небольшой мощности (до напряжения 20 кВ) — на Минском электротехническом заводе, построенном в конце 50-х годов. После распада СССР значительное количество трансформаторных мощностей оказалось за пределами России.

Отечественным трансформаторным заводам — ОА ОХК «Электrozавод» (г. Москва), ОАО «Трансформатор» (г. Тольятти), ОАО «Уралэлектротяжмаш» (г. Екатеринбург), ОАО Биробиджанский завод силовых трансформаторов — в новых условиях пришлось внести существенные коррективы в выпускаемую номенклатуру и сбытовую политику, чтобы противостоять в конкурентной борьбе своим недавним партнерам из стран ближнего зарубежья и мощным фирмам Европы и США.

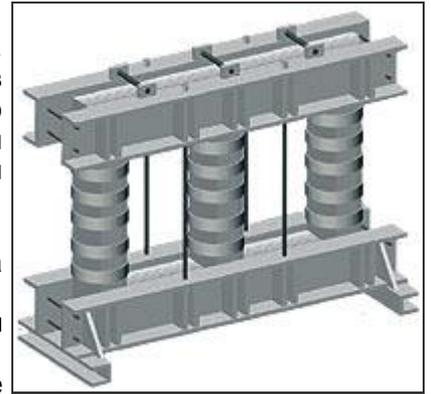


рис. 3

Прогресс трансформаторостроения в XX веке как у нас в стране, так и за рубежом в основном характеризовался следующими направлениями:

- а) обеспечение повышения предельных параметров трансформаторов в связи с ростом мощности энергосистем и энергоблоков;
- б) снижение размеров, массы и потерь энергии в каждом трансформаторе определенной мощности и класса напряжения.

Существенный вклад в развитие теории трансформаторов и методов их проектирования внесли советские ученые Г. Петров, П. Тихомиров и другие. Отечественное трансформаторостроение вышло на очень высокий уровень развития также благодаря деятельности ученых и специалистов таких организаций (кроме отмеченных выше) как Всесоюзный электротехнический институт, Всесоюзный институт трансформаторостроения, Московский энергетический институт, Ивановский энергетический институт и др.

Прогресс в технико-экономических показателях трансформаторов в первую очередь обусловлен улучшением качества активных и изоляционных материалов, а также конструктивными достижениями, реализуемыми через так называемую параметрическую и структурную оптимизацию. Первая позволяет находить наилучшие значения параметров, вторая — наиболее рациональные конструктивные схемы взаимного расположения деталей и узлов трансформатора.

Как известно, материалы, используемые при производстве трансформаторов, подразделяются на активные, изоляционные и конструкционные. В качестве активных материалов применяются:

- электротехническая сталь — для изготовления магнитопровода;
- медь — для изготовления обмоток.

Одним из основных активных материалов трансформатора является тонколистовая электротехническая сталь. В течение многих лет для магнитных систем трансформаторов применялась листовая сталь горячей прокатки с толщиной листов 0,5 или 0,35 мм. Качество этой стали постепенно улучшалось, однако удельные потери в ней были высоки.



рис. 4

Появление в конце 40-х годов холоднокатаной текстурованной стали, т.е. стали с определенной ориентировкой зерен (кристаллов), имеющей значительно меньшие удельные потери и более высокую магнитную проницаемость, позволило увеличить индукцию в магнитной системе и существенно уменьшить массу активных материалов при одновременном уменьшении потерь энергии в трансформаторе. Вместе с этим было получено уменьшение расхода остальных материалов — изоляционных, конструкционных, масла и т.д.

Применение холоднокатаной стали позволило также уменьшить внешние габариты и увеличить мощность трансформатора в одной единице, что особенно важно для трансформаторов большой мощности, внешние размеры которых ограничиваются условиями перевозки по железным дорогам.

Одной из существенных особенностей холоднокатаной стали является анизотропия ее магнитных свойств, т.е. различие этих свойств в различных направлениях внутри листа или пластины стали. Наилучшие магнитные свойства (наименьшие удельные потери и наибольшую магнитную проницаемость) эта сталь имеет в направлении прокатки.

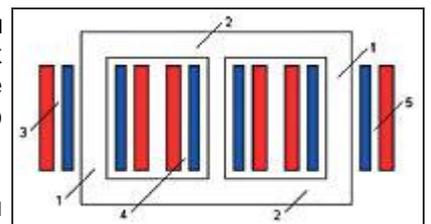
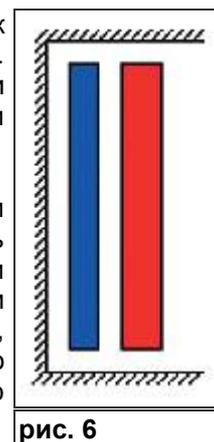


рис. 5

Конструкция магнитной системы трансформатора с учетом анизотропии магнитных свойств холоднокатаной стали должна быть выполнена так, чтобы во всех ее частях — стержнях и ярмах — вектор индукции магнитного поля имел направление, совпадающее с направлением прокатки стали.

Существенно улучшить параметры трансформаторов можно посредством перехода на так называемые аморфные стали. Однако технологии подобного перехода пока не отработаны. Отдельные изготовленные за рубежом образцы с магнитопроводами из аморфной стали слишком дороги, что не позволяет пока говорить о ее массовом использовании при производстве трансформаторов.

Другой активный материал трансформатора — металл обмоток — в течение долгого времени не подвергался изменению. Низкое удельное электрическое сопротивление, легкость обработки (намотки, пайки), удовлетворительная стойкость по отношению к коррозии и достаточная механическая прочность электролитической меди сделали ее единственным материалом для обмоток трансформаторов в течение ряда десятилетий. Несмотря на это, относительно малое мировое распространение природных запасов медных руд заставило искать пути замены меди другим металлом, и в первую очередь, алюминием, более широко распространенным в природе.



При переходе на алюминиевые обмотки был решен ряд задач технологического характера, связанных с технологией намотки алюминиевых обмоток, пайкой и сваркой алюминия. В настоящее время все новые серии трансформаторов общего назначения мощностью до 16 000 кВ·А включительно проектируются с алюминиевыми обмотками.

Открытие в 80-х годах проводниковых материалов, обладающих свойством высокотемпературной сверхпроводимости, открыло новые перспективы создания трансформаторов меньших габаритов со сниженными потерями. Удалось преодолеть главное препятствие использования сверхпроводимости: громоздкие криогенные системы для получения жидкого гелия были заменены простыми установками жидкого азота при атмосферном давлении. Именно это направление совершенствования конструкции трансформаторов может рассматриваться в качестве одного из наиболее перспективных.

Главным изоляционным материалом в силовых трансформаторах является трансформаторное масло — жидкий диэлектрик, сочетающий высокие изоляционные свойства со свойствами активной охлаждающей среды и теплоносителя.

В качестве изоляции обмоточного провода (медного или алюминиевого) используется кабельная бумага, которая имеет класс нагревостойкости А. Применение более нагревостойкой изоляции в масляных трансформаторах смысла не имеет, так как именно наличие масла ограничивает предельные температуры. В сухих силовых трансформаторах, где охлаждение обеспечивается воздухом, класс нагревостойкости обмоточной изоляции более высокий (В, F и т.д.).

Основные части трансформатора — это магнитопровод и обмотки. Магнитопровод трансформатора выполняют из листовой электротехнической стали. Перед сборкой листы с двух сторон изолируют. Такая конструкция магнитопровода дает возможность в значительной степени ослабить в нем вихревые токи и в конечном итоге увеличить коэффициент полезного действия. Часть магнитопровода, на которой располагают обмотки, называют стержнем.

В однофазных трансформаторах имеются два стержня (в трехфазных — три) и соединяющих их два ярма (рис. 1).

Стержневая плоскоштыгованная конструкция магнитопровода имеет наибольшее распространение, особенно в трансформаторах большой и средней мощности. Достоинства этой конструкции — простота изоляции обмоток, лучшие условия охлаждения, относительная простота ремонта.

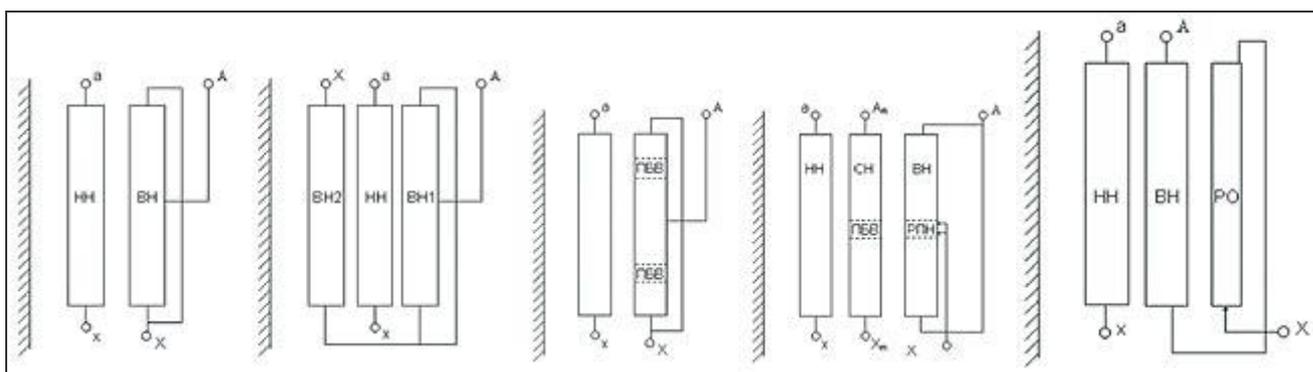


рис. 7

Трехфазные трансформаторы обычно выполняют на магнитопроводе стержневого типа с тремя стержнями (рис. 2).

По способу соединения стержней с ярами различают магнитопроводы стыковые и шихтованные. В стыковых магнитопроводах стержни и яра собирают отдельно, а затем соединяют посредством крепежных частей. Такая конструкция магнитопровода облегчает посадку обмоток на стержни, так как для этого достаточно снять только верхнее ярмо. Но при шихтовой сборке магнитопровода, когда листы собирают «внахлестку», воздушный зазор в месте стыка стержней и ярма может быть сделан минимальным, что значительно снизит магнитное сопротивление и соответственно уменьшит потери холостого хода. Кроме того, механическая прочность шихтованного магнитопровода намного выше, чем стыкового. Все это привело к тому, что шихтованные магнитопроводы получили в России основное применение. Листы магнитопровода стягивают посредством ярмовых балок, бандажей из стеклоленты и шпилек, изолированных от листов изоляционными шайбами и трубами (рис. 3).

Форма поперечного сечения стержней обычно многоступенчатая, причем число ступеней зависит от мощности трансформатора. Ступенчатое сечение стержней обеспечивает лучшее использование площади внутри обмотки, так как периметр ступенчатого стержня приближается к окружности. В трансформаторах большой мощности для улучшения теплоотдачи между пакетами стали магнитопровода устраивают вентиляционные каналы.

Обмотки трансформаторов выполняют из проводов круглого и прямоугольного сечения, которые, как указывалось выше, изолируются кабельной бумагой.

Наиболее распространены концентрические катушечные (непрерывные, винтовые) обмотки (рис. 4).

При этом обычно ближе к стержню располагают обмотку низкого напряжения (НН), так как она требует меньшей электрической изоляции от заземленного стержня, а затем обмотку высокого напряжения (ВН). Между обмотками делается вертикальный канал, в котором располагается изоляционный цилиндр из электрокартона, а также происходит циркуляция масла.

В комплект обмотки входят также отводы для присоединения к вводам, размещаемым на крышке трансформатора, ответвления для регулирования напряжения, емкостные кольца и электростатические экраны емкостной защиты от перенапряжений.

Непрерывная обмотка состоит из катушек, соединенных между собой последовательно. Катушки наматываются прямоугольным проводом, располагаемым «плашмя».

Характерной особенностью непрерывной обмотки является выполнение так называемых перекладных катушек.

Между катушками размещаются прокладки из электрокартона, создающие горизонтальные каналы для охлаждения обмотки. Эти прокладки укрепляются на вертикальных рейках посредством специального выреза в виде «ласточкина хвоста».

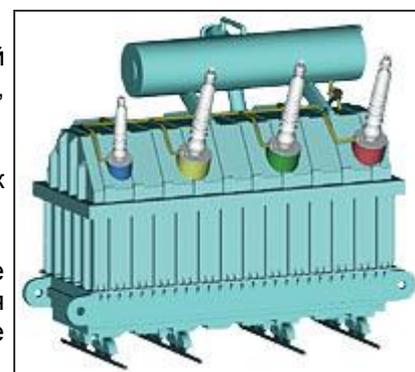


рис. 8

Трехфазный силовой двухобмоточный трансформатор схематично можно представить следующим образом (рис. 5).

Магнитопровод трехфазного трансформатора образует как бы два «окна», которые так и принято называть. Для упрощения обычно ограничиваются представлением расположения в окне только одной фазы, предполагая, что другая фаза в этом окне располагается симметрично, а в соседнем — аналогично (рис. 6).

Силовой трансформатор может иметь несколько обмоток. Обычно речь идет о трехобмоточных трансформаторах, когда кроме обмоток НН и ВН появляется еще обмотка СН среднего напряжения. Эти обмотки считаются основными, и именно по их количеству определяется вид трансформатора: двухобмоточный или трехобмоточный. Кроме основных в трансформаторе могут быть регулировочные обмотки, с помощью которых обеспечивается регулирование напряжения под нагрузкой (схема РПН). В основных обмотках СН или ВН могут быть участки, посредством которых обеспечивается регулирование напряжения с отключением трансформатора. Это так называемая схема ПБВ — переключение без возбуждения.

Наиболее распространенные схемы расположения обмоток в окне магнитопровода мощных трансформаторов приведены на рис. 7.

а — двухобмоточный трансформатор с вводом в середину обмотки ВН; б — двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой ВН; в — двухобмоточный трансформатор с регулированием напряжения без возбуждения (ПБВ); г — трехобмоточный трансформатор с регулированием напряжения в обмотках СН (ПБВ) и ВН (РПН); д — двухобмоточный трансформатор с регулированием напряжения (РПН) в виде специальной регулировочной обмотки (РО).

Кроме обмоток и магнитопровода, которые в совокупности образуют активную часть трансформатора, в его состав входят другие узлы и блоки: бак, система охлаждения, вводы и др.

Общий вид трехфазного силового масляного трансформатора класса напряжения 220 кВ представлен на рис. 8.

На текущий момент производство силовых трансформаторов отечественными предприятиями обеспечивается в следующем спектре:

- силовые трансформаторы общего назначения мощностью до 400 МВ·А и напряжением до 525 кВ (ОА ОХК «Электрозавод»);
- силовые трансформаторы мощностью до 400 МВ·А, напряжением до 525 кВ (ОАО «Трансформатор»);
- силовые трансформаторы общего назначения мощностью до 125 МВ·А и напряжением до 220 кВ (ОАО «Уралэлектротяжмаш»);
- распределительные трансформаторы мощностью до 6300 кВ·А и напряжением до 35 кВ (ОАО «Биробиджанский завод силовых трансформаторов»).

Источник информации: <http://www.elektroinfo.ru/>

Обзор современных токопроводных систем освещения



Множество представленных на рынке систем освещения не позволяет покупателю легко сделать выбор. Отсутствие единой терминологии составляет большую сложность, и складывается впечатление, что продавцы осветительного оборудования говорят на разных языках. Чтобы помочь вам сориентироваться в море предложений рынка, мы решили ввести понятие токопроводных систем, основываясь на понимании конструкции систем освещения...

Токопроводная система освещения - это упорядоченный набор уникальных, присущих только ей компонентов (токопровода, устройств подвески токопровода и светильников, различных стыковочных и оконечных элементов, трансформатора), где токопровод является несущим элементом, на который в любой точке могут монтироваться светильники. Токопроводы имеют разную конструкцию и степень жесткости, бывают открытыми или изолированными. Существует два типа токопроводных систем для жилого интерьера: **струнные (тросовые)** и **шинопроводные**.



Жилые комнаты можно освещать с помощью высоковольтной струнной системы

Токопроводные системы в полной мере доказывают, что свет - такой же инструмент декоратора, как и строительные материалы, и популярность этих систем неуклонно растет. Если несколько лет назад их можно было увидеть лишь в выставочных залах, современных офисах и торговых залах магазинов, то сегодня этот вариант освещения вполне прижился и в частном интерьере.

Экспресс-анализ дизайн-проектов показывает, что чаще всего токопроводные системы используются одновременно с центральным светильником как дополнительное или локальное освещение. Но вообще-то системы универсальны - они подходят и для общего, и для акцентированного освещения пространства. Причем источники, подвешенные на токопровод, можно легко переставлять, меняя акценты. На месте надоевших светильников при желании появятся другие из системы той же серии.

Удобно, что токопроводы могут монтироваться в любом помещении, вне зависимости от высоты потолка. Помимо этого, они способны перекрещиваться в любых направлениях и изменять направление по радиусу (для трек) или под острым углом (для струн).

От 12 до 220 В



Гибкие подвески позволяют регулировать высоту светильника и тем самым освещенность барной стойки

Все токопроводные системы подразделяются на **низковольтные** и **высоковольтные**. В первом случае на провод подается переменный ток с понижающего **трансформатора** - напряжением 12 и редко 24 В (последний вариант широкого распространения не получил из-за дефицитности соответствующих источников света).

Источниками света в низковольтных системах выступают относительно недорогие и широко распространенные в продаже 12-вольтные галогенные лампочки. Однако они чувствительны к перепадам напряжения, которые могут существенно снизить срок их службы.

Низковольтные системы безопасны для человека, поэтому их применяют как во "взрослых" помещениях (на кухнях, в гостиных, прихожих и т. д.), так и в детских. Светильники для детских комнат снабжаются очень симпатичными разноцветными абажурами. Также низковольтные системы используются для подсветки зеркал, книжных полок, картин и фотографий.

Для высоковольтных моделей понижающий трансформатор не требуется - на токопровод подается сетевое напряжение 220 В. Выбор типов источников света для таких систем гораздо шире. Здесь применяют светильники с галогенными (220 В), люминесцентными лампами и лампами накаливания. При желании или необходимости можно использовать даже мощные металлогалогенные лампы,

которые несколько лет назад совершили настоящую революцию в освещении интерьеров магазинов.

Высоковольтные системы освещения рекомендуется использовать в помещениях с высоким потолком (>2,7 м), чтобы не задевать провода руками. Впрочем, токопроводы и все стыковочные элементы обеспечены изоляцией и электробезопасны.

Токопроводные системы имеют ограничения по силе тока. В низковольтных системах максимальная допустимая величина силы тока, как правило, равна 25 А (соответственно мощность 300 Вт), в высоковольтных - 15 А (в этом случае электрическая мощность велика - около 3,5 кВт).

Если необходимо установить светильники, суммарная мощность которых выше максимальной (например, низковольтной системы хватает для питания лишь восьми 35-ваттных галогенных ламп), то систему разбирают на серию изолированных друг от друга отрезков (минисистем), состыкованных с помощью изолирующих коннекторов, и подключают каждый участок к отдельному трансформатору. Если же поставлена обратная задача - мощности трансформатора хватает для питания светильников, расположенных на нескольких участках токопровода, - применяют проводящие коннекторы. Под коннекторами понимаются индивидуальные для токопровода каждой марки соединительные элементы, позволяющие получить единую по конструкции систему. Они могут нести механическую нагрузку и либо изолировать электрические цепи, либо объединять, становясь, таким образом, изолирующими или соединительными.

Практические советы

Основными требованиями к монтажу осветительной системы, равно как и к монтажу всех электротехнических изделий, являются требования электробезопасности. Пренебрежение ими может повлечь за собой самые тяжкие последствия. Особенно опасен непрофессионализм при работе с высоковольтной системой освещения. Обязательно пригласите к себе специалистов-монтажников. Коробочные низковольтные системы тоже требуют осторожного обращения.

Перед подключением трансформатора необходимо обесточить входную сеть, а после соединения проверить вольтметром напряжение на токопроводе. Пробоя высоковольтного напряжения быть не должно, то есть вольтметр должен показывать напряжение не более 12 В. Напряжение 12 В безопасно, поэтому корректировать расположение светильников, менять лампочки можно не отключая систему от сети.

Требования эстетики, конечно, не так абсолютны, как требования безопасности, но спешка и неаккуратность не дадут вам впоследствии в полной мере насладиться дизайном приобретенной системы освещения.

Давно прошли те времена, когда покупатель "гонялся" за красивыми светильниками, практически не думая о достаточности производимого ими освещения. Если в высоковольтных системах корректировка светового потока производится легко (достаточно вкрутить лампочку большей мощности), то для низковольтных токопроводных систем совершенно необходим подробный расчет. Нужно точно подобрать мощность трансформатора, тип диммера, количество и место установки светильников, их мощность. Верный расчет системы произведет светотехник фирмы-поставщика. Это далеко не тривиальная задача, поскольку каждый светильник обладает своей собственной кривой силы света (распределением светового потока) и создает освещенность на определенном расстоянии. Она измеряется в люксах и является основным входным параметром при расчете (а вовсе не мощность источников света, выраженная в более привычных для нас ваттах).

На практике все же можно сделать ориентировочный расчет самостоятельно. Например, в квартирах с низкими потолками (2,5-2,7 м) для общего освещения хватит светильников с общей мощностью от 10 до 15 Вт на 1 м². Если потолки высокие, либо увеличивают общую мощность светильников, либо устанавливают систему освещения на небольшой высоте.

Пофантазируйте с дизайном. Например, специалисты не советуют устанавливать систему освещения вдоль средней линии узкого помещения - от этого комната кажется еще уже. Сместите систему к одной из сторон. Существует несколько приемов, о которых мы расскажем ниже.

Наконец, нужно внимательно наметить места крепления подвесок к потолку (особенно в случае шинопроводной системы) и точки крепления проводной системы к стене. Ошибка будет стоить дорого - придется заделывать отверстия в стенах и потолке и просверливать новые, не говоря уж о том, сколько сил уйдет на достижение идеала, - малейшие недочеты будут ранить душу хозяина.

Струнные системы



При необходимости распределить светильники по большей площади потолка в струнных системах можно применить как пересечение, так и перекрещивание проводов

В струнных системах электрический ток протекает по натянутым тросам. Сплетенные из тонких медных или алюминиевых проволочек диаметром 0,1 мм, они представляют собой обыкновенные электротехнические изделия. Для низковольтных систем используют тонкие тросы, обычно называемые струнами. Зачастую они не имеют изоляции.

В высоковольтных осветительных системах из-за большей мощности (ради электробезопасности) и большого веса светильников используются более толстые и изолированные тросы. Их недостатком является то, что в месте монтажа светильников изоляцию приходится срезать или прокалывать, а в случае перемещения светильников по тросу остаются видны прежние места их крепления.

Как правило, в струнных системах используют два параллельных троса, разнесенных на 3-20 см друг от друга. Один из них - нулевой проводник, другой - фазный. Светильники крепятся либо на гибких подвесках, либо располагаются между тросами в одной плоскости. Но бывают и исключения, где применяются сдвоенные изолированные тросы, напоминающие проводку. Таким образом, если в системе будут использоваться два таких троса, удастся создать две отдельные цепи светильников. С помощью одной освещенное можно будет сделать приглушенным, а для создания атмосферы праздника - включить все светильники.

Все токопроводные системы могут устанавливаться горизонтально, наклонно или вертикально, если позволяют светильники. Тросы во избежание провисания натягиваются с большим усилием. Так что не рекомендуется монтировать струнную систему между двумя гипсокартонными стенами.

В этом случае нужно или применять длинные анкерные болты для крепления к основной стене, или использовать монтаж на потолок с помощью двух жестких стоек, через которые натягивается и потом крепится к потолку или полу трос.

Стоимость тросовой системы целиком определяется стоимостью светильников и трансформатора. Один метр медного троса обходится покупателю приблизительно в \$ 2.



Во избежание провисания тросы струнных систем натягивают с большим усилием. Из-за этого такие системы не могут монтироваться между двумя гипсокартонными стенами. Выйти из положения помогает крепление к потолку с помощью двух жестких подвесов

Шинопроводные системы

В отличие от струнных систем освещения, токопроводами которых служат металлические тросы, во всех остальных системах токопроводы в каждом конкретном случае уникальны. Вариаций множество, и это вызывает путаницу в названиях. Их называют шинами, тоководами, модулями и треками. Но, что интересно, единой терминологии не существует и за рубежом. Так, в Германии все токопроводы, кроме тросов, называют *schienen* (шинами), а в английской версии каталогов - *tracks* (треками). В США же количество терминов расширено, что позволяет проводить некоторую классификацию.



Подвеска шинопроводной системы выполняет одновременно функцию подачи питания от понижающего трансформатора

Токопроводы, выполненные из экструдированного алюминиевого профиля с интегрированными в него медными проводниками, американцы называют треками. Системы с токопроводами "сэндвичной" конструкции, в которых два слоя проводника разделены слоем диэлектрика, называют monorail systems, то есть системами с одним рельсом. Широко распространенные системы на тонких металлических трубках продавец США именуют twinrail systems - их и у нас называют рельсами.

Поскольку токопроводы на основе алюминиевого профиля в отечественной терминологии именуются шинопроводами (или просто шинами), заимствованное слово "трек" оказалось свободным. И поставщики систем освещения пользуются им совершенно свободно, чаще называя треками монорельсовые токопроводы. Попробуем дать более точные названия этим системам, основываясь на американской терминологии, которая нам показалась наиболее развитой и разумной.

Единым моментом для этих конструкций является жесткость. То есть эти токопроводы сохраняют заданную форму и не требуют натяжения. Для простоты далее будем именовать их шинопроводами (или шинами) и разделим на рельсовые и трековые шинопроводные системы.

При всем многообразии они одинаково крепятся к потолку и стенам. Шинопроводы могут подвешиваться как к основному, так и декоративному потолку, поскольку в среднем один метр конструкции вместе со светильником весит не более 3 кг. Подвеска осуществляется с помощью гибких тросиков или жестких стержней с пластиковыми или изолированными кронштейнами на концах. Расстояние между подвесками варьируется от 50 до 150 см так, чтобы обеспечить устойчивость системы и не допустить избыточной нагрузки на токопровод и коннекторы.

Поверхность большинства шинопроводов имеет декоративное покрытие - начиная с хромирования или покраски и заканчивая 14-каратной позолотой, поскольку в жилом интерьере система должна выполнять и эстетические функции. В низковольтных системах, где ток течет по оголенным шинам, покрытие делается проводящим - для контакта с адаптерами. Адаптерами называют кронштейны, с помощью которых светильники крепятся к шинопроводу и получают электрическую энергию.

Рельсовые системы

Все они относятся к низковольтным. Это связано с тем, что ток протекает по голым, неизолированным проводникам, как "по рельсам".



Рельсы токопроводной системы могут располагаться вдоль потолка или стены. Одна и та же система служит одновременно для общего и акцентированного освещения

В монорельсовых системах форма сечения токопровода может быть самой разнообразной: круглой, эллипсовидной, квадратной. Размер сечения низковольтной монорельсы обычно составляет 6-10 мм по ширине и 15-25 мм по высоте. Как модификация выпускаются также ленточные шинопроводы. В этом случае между двумя тонкими проводящими слоями (толщиной не более 1 мм) располагается тоже тонкий слой изолирующего материала.

Рельсы могут быть изогнуты как угодно - в плоскости потолка и перпендикулярно ему. Ограничения по радиусу изгиба, правда, существуют. Как правило, минимальный радиус равен 50 см, но это стоит уточнить для вашей системы. При меньшем радиусе изгиба повреждается декоративное покрытие трека, а в худшем случае рельс даже ломается.

Ленточные монорельсы, из-за малой толщины конструкции, можно гнуть по широкой стороне с еще меньшим радиусом. Изгиб трека производят на заводе-изготовителе, в мастерской поставщика или непосредственно на месте. В последнем случае либо потребуются специальный гибочный механизм, предоставленный в аренду поставщиком, либо, при малых и ленточных сечениях, сгибание будет произведено вручную.

Рельс можно отрезать по требуемому размеру прямо на месте установки, но производители советуют делать это на заводе-изготовителе (из-за высокой вероятности повреждения изоляции и декоративного покрытия). Большинство производителей выпускают монорельсы нескольких фиксированных длин, принятых на основе практического опыта.

В системах с двумя рельсами проводниками служат тонкие медные трубки диаметром 4-10 мм. К ним, как к тросам, жестко или на гибких подвесках монтируются светильники. Система собирается, как и монорельсы, из состыкованных друг с другом отдельных участков шинпровода (они могут быть как прямыми, так и изогнутыми) и укрепляется на жесткие подвески, которые обеспечивают заданное расстояние между нулем и фазой, во избежание короткого замыкания. Достоинством этих систем является совмещение конструкции струнных и эстетики монорельсовых систем.

Треки

Распространены как низковольтные, так и высоковольтные треки. В пластиковый или алюминиевый профиль запрессовывают пару проводников с изоляцией так, что они "смотрят" внутрь сечения профиля, и случайно дотронуться до оголенного провода практически невозможно. Большинство треков из пластмассового профиля гнется с минимальным радиусом 1 м. Впрочем, бывают и исключения - например радиус изгиба 25 см.

На поверхность треков может наноситься любое декоративное покрытие, любого цвета, лишь бы оно не страдало при установке адаптеров светильников. Треки из алюминиевого профиля имеют жесткое сечение и не позволяют проводить гибку на месте установки. Их можно состыковывать при помощи коннекторов из заранее согнутых элементов шинпровода.

Нередко в профиль запрессовывают несколько пар проводников с изолятором для различных электрических цепей. Таким образом, используя лишь одну трековую систему, легко обеспечить подачу тока к розеткам, светильникам и компьютеру. Основная сфера применения многожильных трековых систем - коммерческие помещения: офисы, магазины, предприятия общественного питания. Если при проектировании интерьера не заложили достаточное количество розеток, имеет смысл применить подобную систему. Многожильные треки выпускаются исключительно прямолинейными, поэтому системы, собранные из них, выглядят несколько угловато.

Важную роль в создании дизайна токопроводных систем освещения играют вспомогательные детали: подвески токопроводов и светильников, соединительные и оконечные элементы систем.

Соединительные элементы-коннекторы бывают двух типов - изолирующие и проводящие. Первые служат для соединения изолированных отрезков токопровода, проводящие обеспечивают подачу тока в отдельные его участки. Коннекторы индивидуальны, применяются только с токопроводами одной фирмы и практически никогда не подходят к системам других производителей.

Самый простой тип коннекторов - прямые, однако их выпускают также в форме букв L, T или X. Эти элементы стыкуют участки систем под фиксированным углом в 60, 90 или 135°. Коннекторы развитых ("продвинутых") осветительных систем, позволяют стыковать участки треков под произвольным углом (от 90 до 270°). Для других систем, если требуется изменить угол в плоскости потолка или перейти на другой уровень, используют гибкие коннекторы - трубки с контактами на концах.

Коннекторы типов T и X для пересекающихся проводов выпускаются как изолирующие, так и соединяющие их в общую цепь. А иногда можно создать пересечение нескольких расположенных друг над другом изолированных токопроводов.

Токопроводы крепят к потолку с помощью специальных подвесов, которые бывают как гибкими, так и жесткими. Обычно длина жестких подвесов не превышает 2 м, гибкие же кабельные подвесы порой достигают 5 м. Можно выбрать необходимую длину жесткого подвеса, изготовленного из тонких металлических трубок, из ряда, предлагаемого производителем осветительной системы. Главное, чтобы светильники, расположенные на токопроводе, не находились в непосредственной близости от потолка.

Часто применяемые галогенные лампы в процессе работы нагреваются, поэтому должны располагаться на расстоянии не менее 50 см от горючих и термонеустойчивых материалов, то есть натяжных и некоторых подвесных потолков. Это расстояние может достигаться либо за счет удаленности токопровода от плоскости, либо путем удлинения подвески светильника.

В форме подвесов выпускаются и вводы питания от удаленных трансформаторов, спрятанных в фальшпотолке. Можно приобрести также трансформатор в декоративном кожухе с подвесом для шинпровода. Светильники подвешиваются к токопроводу с помощью уникальных для каждой системы адаптеров. Для крепления применяют защелкивающиеся крабовые разъемы или же различные резьбовые соединения. Концы токопровода закрывают декоративными наконечниками, выполненными в едином стиле с системой. Они маскируют неэстетичное поперечное сечение токопровода.

Каждый аксессуар заказной системы освещения - подвески, адаптеры, коннекторы - приобретается за отдельную плату. Стоимость одного изделия - несколько долларов. В коробочные системы все включено заранее и по каталогу можно выбрать даже развилки токопроводов с определенным углом расхождения.

Близкие родственники

Родственником шинпроводных систем освещения являются модульные системы. Их основой являются профильные короба, представляющие собой полые пластиковые кожухи с сечением в виде параллелепипеда, эллипса или круга. Ширина профилей зависит от размера монтируемых светильников и составляет от 35 до 200 мм.

Профили могут стыковаться между собой под различными углами. В модульных системах устанавливаются как низковольтные, так и высоковольтные светильники, причем одновременно. При этом электропроводка и трансформаторы прячутся внутри профилей. Вся система либо подвешивается к потолку на гибких тросах, либо встраивается в подвесную конструкцию.

Модульные системы производятся согласно спецификации дизайнера на заводе, то есть требуют отдельного проекта. Срок поставки может достигать 30-90 дней. Стоимость одного погонного метра системы, в зависимости от светильников, составляет \$ 300-1000.

Трансформаторы, диммеры и дистанционное управление

Как считают эксперты, первым шагом при расчете требуемой низковольтной токопроводной системы является выбор понижающего трансформатора. Он может быть индукционным (обмоточным) или электронным. Электронные трансформаторы существенно легче индукционных, но их мощность не превышает 300 Вт.

Несомненное достоинство электронных моделей - преобразование сетевого тока с частотой 50 Гц в высокочастотный. Это позволяет полностью подавить мерцание лампочек - повысить комфортность освещения. Кроме того, при использовании таких трансформаторов срок службы низковольтных ламп увеличивается примерно вдвое - в отличие от индукционных, электронные модели снижают пусковые токи. Однако электронные трансформаторы не так долговечны, как индукционные, хотя сегодня и защищены от короткого замыкания и перепадов напряжения.

И наконец, главное преимущество электроники - бесшумность. Из-за эффекта изменения физических размеров под действием электрического тока индуктивные обмотки шумят. И чем больше снимаемая мощность, тем громче.



В модульных системах могут использоваться светильники общего и акцентированного освещения, как высоковольтные так и низковольтные. Светильники подбирают исходя из ширины и глубины профиля модуля



Электронный трансформатор должен располагаться как можно ближе к месту подключения, иначе потери напряжения в проводниках будут существенными, а это плохо влияет на устойчивость его работы. Многие производители регламентируют расстояние 50 см от токопровода до электронного трансформатора.

Трансформатор для низковольтной системы должен находиться как можно ближе к токопроводу. Если прибор невозможно спрятать (например, за фальшпотолок), его размещают в декоративном кожухе

Если трансформатор не удастся спрятать за подвесным потолком, его помещают в декоративный кожух. Подвод электричества от трансформатора к трековой системе осуществляют с помощью специальных, часто уникальных для каждой системы устройств ввода или пары подвесок, в которых реализована такая возможность. В системе на тросах электричество от трансформатора подается непосредственно на токоведущие проводники.

Интенсивность светового потока системы легко регулируется с помощью диммеров - устройств, позволяющих плавно изменять яркость любых источников света, кроме люминесцентных. Следует учитывать, что при перегрузке диммеры начинают шуметь.

К электронному трансформатору подходит только электронный диммер, а к индукционному - индуктивный.

Специалисты советуют устанавливать диммеры и трансформаторы, рассчитанные на мощность, которая на 10-20% превышает реальную мощность системы, либо, наоборот, уменьшать число светильников.



Некоторые производители, предлагают оснастить токопроводные системы устройством дистанционного управления. Пользователь с помощью пульта может выбрать один из восьми или даже шестнадцати режимов освещения помещения. Настройка режимов также производится самостоятельно и без особого труда. Единственное "но": оснащение системы дистанционным управлением обойдется вам в \$ 300-400.

Источник информации: <http://www.sofit.com.ua/>

Полезные ссылки:

<http://electrolibrary.info/blog/> - светотехнический блог

Начало конца эры электромагнитных ПРА для люминесцентных ламп

В соответствии с общеевропейской классификацией электромагнитные балласты дроссельного типа по уровню потерь мощности подразделяются следующим образом:

- Класс D - ПРА с максимальными потерями (наименее экономичные)
- Класс C - стандартные типы ПРА
- Класс B1 - ПРА с пониженными потерями относительно стандартных
- Класс B2 - ПРА с особо низкими потерями

Электронные ПРА (ЭПРА) разделены на 3 класса:

- A3 - нерегулируемые ЭПРА
- A2 - нерегулируемые ЭПРА (с потерями меньшими, чем у A3)
- A1 - регулируемые ЭПРА

Директивой Европейской комиссии №2000/55/ЕС, с целью вытеснения с рынка ЕС низко экономичных электромагнитных ПРА и ускорения широкого внедрения ЭПРА, предписан запрет на продажу и применение: с 21 мая 2002 г. ПРА класса D с 21 ноября 2005 г. - ПРА класса C.

Таким образом с 2006 года производители светильников с ЛЛ должны будут комплектовать их только электромагнитными ПРА классов B1, B2 и высокоэкономичными ЭПРА. Заметим, что предприятия России в большинстве случаев производят ПРА самого низкого класса D.

Указанная директива комиссии ЕС может быть с некоторой задержкой, но неизбежно окажет влияние на производителей и рынок светильников с ЛЛ и в нашей стране.

В связи с сокращением объемов применения электромагнитных ПРА в ближайшие годы неизбежно расширился "ниша" для развития рынка ЭПРА. Воспользовавшись этой ситуацией ряд фирм начал производить так называемые "дешевые ЭПРА нового стандарта", вводя в заблуждение неосведомленных потребителей.

Нужно ясно представлять себе, что цена ЭПРА может быть резко уменьшена только за счет снижения надежности и потери ряда свойств и функций:

1. Срок службы "дешевых" ЭПРА (25-30 тыс. часов) примерно в 2 раза меньше, чем у качественных аппаратов.
2. Схема "дешевых" ЭПРА не обеспечивает предварительный прогрев электродов ЛЛ в пусковой период. "Холодное" зажигание ламп сокращает их нормированный срок службы особенно при значительном числе циклов "вкл. - выкл."
3. "Дешевые" ЭПРА лишены такой важной функции, как автоматическая подрегулировка выходной мощности ЛЛ при колебаниях сетевого напряжения. диапазоне колебаний напряжения питания от 200 до 250 В).
4. Автоматическое отключение ЛЛ в конце срока их службы "дешевыми" ЭПРА не гарантируется.
5. В противоположность стандартным качественным ЭПРА "дешевые" аппараты могут питаться только переменным, током.

Выводы из изложенного выше однозначны:

- применение "дешевых" ПРА приводит к повышению эксплуатационных расходов из-за меньшей надежности аппаратов и сокращения срока службы ЛЛ и поэтому не сулит потребителю ничего/ кроме экономических убытков.
- к выбору типа и изготовителя ЭПРА следует подходить весьма осторожно и ориентироваться преимущественно на высококачественные аппараты известных на рынке производителей.

Светильники с электронным ПРА

1. Энергосбережение 22%
2. Отсутствие стробоскопического эффекта, отсутствие пульсаций света
3. Большой световой КПД
4. Коэффициент мощности $> 0,95$
5. Мгновенный старт без мерцания
6. Отсутствие мигания в случае перегорания лампы (лампа автоматически отключается)
7. Более низкая рабочая температура
8. Бесшумная работа

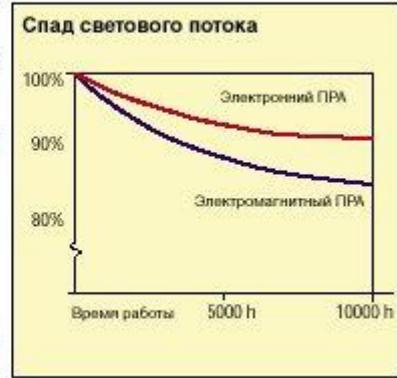
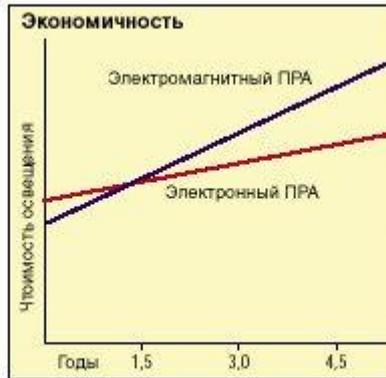
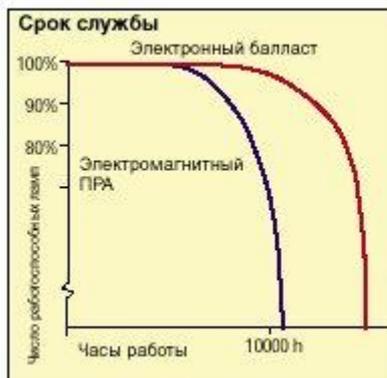
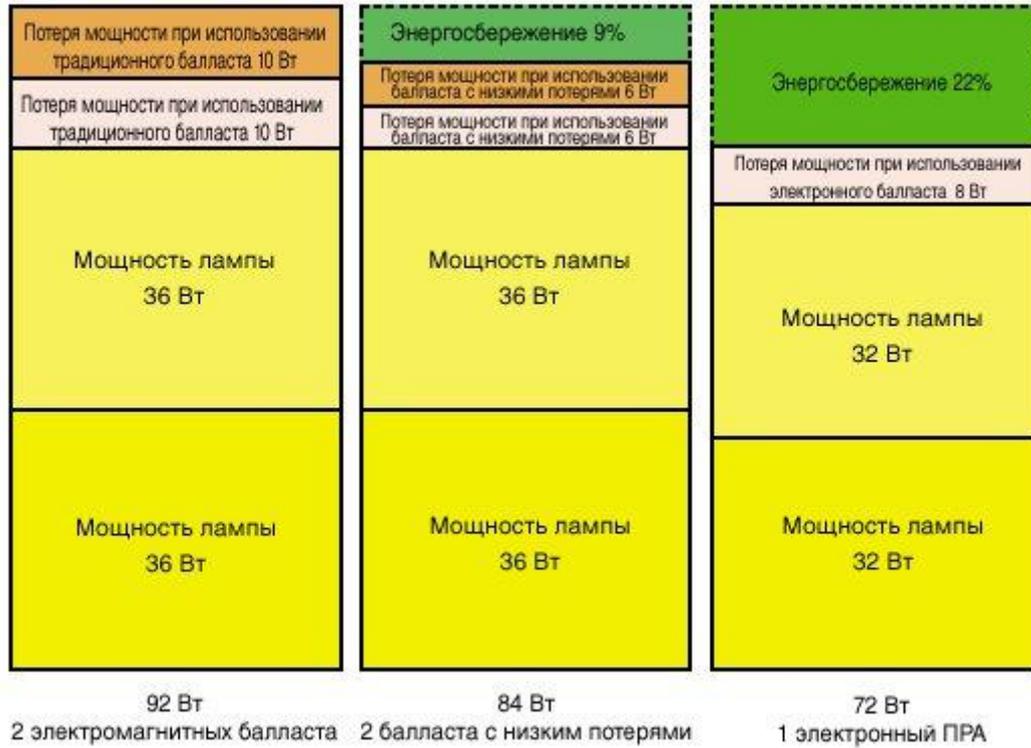
Осветительные системы, снабженные электронными ПРА (вместо традиционных устройств, состоящих из электромагнитных дросселей, стартеров, дополнительных стартеров и конденсаторов компенсации коэффициента мощности), обеспечивают работу люминесцентных ламп при высокочастотных напряжении и токе (20-25 кГц).

Лампа зажигается приложением стартового напряжения внутри лампы. В отличие от традиционного устройства питания не требуется фазовой коррекции, так как коэффициент мощности $> 0,95$.

Электронные ПРА имеют несколько преимуществ в сравнении с традиционными:

- Люминесцентные лампы работают на высокой частоте, что положительно сказывается на световом КПД (на 10% больше, чем при использовании электромагнитных ПРА) и уменьшает потребляемую мощность в сравнении с потребляемой мощностью при сетевой частоте 50 Гц при одинаковом световом потоке.
- Экономия средств на смену ламп: значительно больший срок службы благодаря работе на высокой частоте (средний номинальный срок службы может быть увеличен до 50% в зависимости от типа светильников и цикла включений) приводит к тому, что лампы реже выходят из строя.
- Снижение потребления энергии системой, так как электронные ПРА потребляют меньше энергии, чем обычные ПРА. Потери мощности при использовании электронных ПРА составляют всего лишь 8-10% от мощности ламп.
- Стоимость оборудования может быть погашена в течение 18 месяцев (не смотря на более высокие начальные инвестиции) благодаря энергосбережению и более низким эксплуатационным расходам (снижение затрат на кондиционирование воздуха и т.д.).
- Низкие эксплуатационные расходы благодаря большему сроку службы ламп (более длинным интервалам между работами по обслуживанию), и отсутствию отдельных стартеров и конденсаторов, требующих дополнительного времени на обслуживание.
- Снижение потребления энергии системой, так как электронные ПРА потребляют меньше энергии, чем обычные ПРА. Потери мощности при использовании электронных ПРА составляют всего лишь 8-10% от мощности ламп.
- Отсутствие стробоскопического эффекта и пульсаций света благодаря работе на высокой частоте.
- Мгновенный старт без мерцания
- Меньший спад светового потока благодаря меньшей нагрузке люминесцентной лампы, и, соответственно, меньшему затемнению концов колбы лампы.
- Бесшумная работа благодаря использованию электроники;
- Сведен до минимума раздражающий шум благодаря работе на высокой частоте.

Баланс мощности в двухламповом светильнике (2 x 36Вт)



Источник информации: <http://www.epra.ru/>

Внедрение энергоэффективного осветительного оборудования в аудиториях учебных заведений

С. Ф. Сергеев, Л. Д. Зуев, В. М. Алушкин, А. И. Юрченко Нижегородский государственный технический университет, А. С. Шевченко ООО «Энергоэффект-НН»

В рамках программы «Первоочередные мероприятия по энергосбережению в учебных заведениях Нижегородской области» на базе Дзержинского филиала Нижегородского государственного технического университета (ДФ НГТУ) была создана демонстрационная зона по внедрению комплекса мероприятий по экономии энергетических ресурсов.

Первый этап работ в ней был посвящен теплоэнергетике. В продолжение работ по энергосбережению, в нескольких поточных аудиториях было установлено новое, более эффективное осветительное оборудование. Целью работы было уменьшение потребления электроэнергии и улучшение комфортности в аудиториях.

На первом этапе работ была собрана информация о состоянии существующего осветительного оборудования, потребляемой им электроэнергии и освещенности в аудиториях. Под реконструкцию были выбраны 3 типовые лекционные аудитории, не имеющие естественного освещения.

До реконструкции в данных аудиториях сложилась неудовлетворительная обстановка с уровнем шума от старых светильников. Допустимые значения по шуму были превышены в несколько раз, на что существовало предписание СЭС на срочное проведение работ по устранению низкочастотных шумов от светильников.

План аудитории и расположение рядов светильников показаны на рис. 1. Ниже приведены электрические параметры системы освещения одной аудитории и усредненная освещенность в аудиториях (все лампы исправны) до реконструкции:

Количество светильников	40
Количество ламп	80
P, Вт	3808
Cos ф	0,61
Мощность на 1 лампу, Вт	47,6
Освещенность (люкс)	
Ряд 1	340
Ряд 5	500
Ряд 10	594

Основными мероприятиями по экономии электроэнергии и эксплуатационных затрат в данных аудиториях стали:

- установка энергоэффективного осветительного оборудования;
- секционирование включения рядов светильников в зависимости от степени загрузки аудитории студентами.

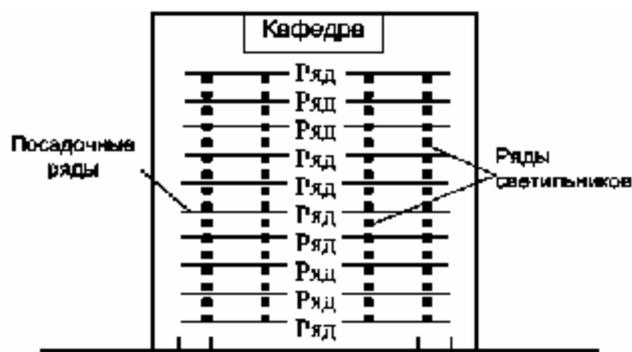


Рис. 1. План аудитории

В качестве основного оборудования при реконструкции были выбраны энергоэффективные светильники типа ЛПО-01-2*36, производимые нижегородским предприятием «Энергоэффект-НН».

Светильник представляет собой двухламповый потолочный светильник с призматичным матовым рассеивателем. В состав входит электронный пускорегулирующий аппарат (ЭПРА), обеспечивающий работу двух люминесцентных ламп мощностью 36 Вт. Конструкция ЭПРА разработана и сертифицирована Нижегородским инновационным центром энергосбережения (НИЦЭ).

Светильник с ЭПРА имеет ряд преимуществ перед обычным светильником с электромагнитным ПРА:

- меньшие активные потери мощности в пускорегулирующей аппаратуре на 10-12 %;
- повышенная светоотдача люминесцентных ламп за счет высокочастотного (более 30 кГц) функционирования тока;
- повышенный срок службы ламп (в 1,5-2 раза) благодаря использованию режима пуска ламп с плавным подогревом нити накала и стабилизацией потребляемого тока;
- бесшумная работа светильника (отсутствие шумового эффекта низкочастотных дросселей);
- отсутствие мерцания ламп;
- высокий коэффициент мощности;
- наличие защит от перенапряжения и других аварийных режимов.

Вышеперечисленные достоинства значительно влияют на эксплуатационные затраты и позволяют существенно экономить электроэнергию.

До проведения работ по монтажу новых светильников были сделаны сравнительные замеры электрических и светотехнических параметров новых светильников с ЭПРА и аналогичных светильников с обычным электромагнитным ПРА. В результате замеров стало видно, что экономия электроэнергии при установке светильников с ЭПРА составляет около 19 % при номинальном напряжении сети и относительно одинаковом световом потоке.

После проведения монтажных работ и пуска системы освещения с новыми светильниками типа ЛПО-01-2*36 в аудиториях был полностью ликвидирован низкочастотный акустический шум и пульсации светового потока. В целом повышение комфортности освещения значительно повлияло на качество учебного процесса в данных аудиториях.

При обычном режиме работы университета загрузка студентами выбранных под реконструкцию лекционных аудиторий неполная. В табл. 1 приведена загрузка указанных аудиторий с разбивкой по количеству групп. Из приведенных данных следует, что примерно половину времени аудитории работают недогруженными (1-2 группы). Это снижает эффективность использования электроэнергии на освещение.

До реконструкции светильники были установлены равномерно вдоль аудитории. В результате этого наибольшая освещенность имела место на верхних рядах лекционной аудитории, которые имеют минимальную загрузку студентами, причем освещенность на верхних рядах превышала норму в 1,8-2 раза (все лампы исправны), а на нижних рядах была чуть выше нормы (на 10-12 %), так как расстояние от светильников до столов для них в 2,2 раза больше. Выход из строя ламп незамедлительно приводил к снижению освещенности на нижних рядах ниже нормы.

Загрузка лекционных аудиторий группами

Количество групп	Время работы в год, час	Относительное время работы, %	Общее время работы в год, час
1	150	7	2076
2	942	45,5	

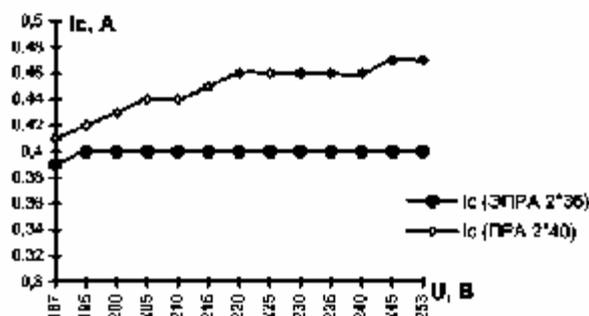


Рис. 2. Токвые характеристики светильников с ПРА и ЭПРА

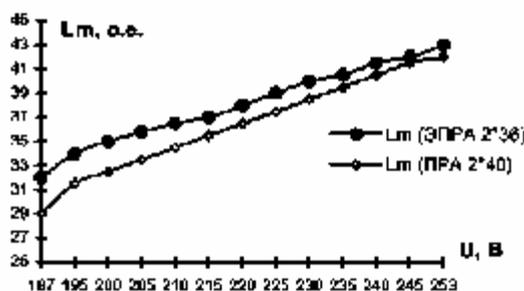


Рис. 3. Характеристики светового потока светильников с ПРА и ЭПРА

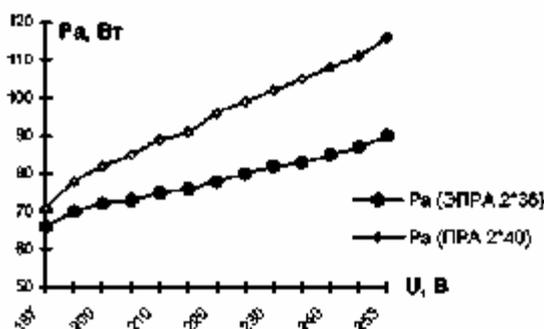


Рис. 4. Характеристики мощности светильников с ПРА и ЭПРА

Для более эффективного использования электроэнергии в процессе модернизации системы освещения максимум освещенности был смещен в область нижних рядов. Для этого 8 светильников были сняты, а оставшиеся перераспределены так, что передние из них продвинулись несколько вперед, ближе к кафедре. В результате этого освещенность вдоль аудитории стала формироваться более равномерно.

В связи с неравномерной загрузкой аудитории сделано ручное секционирование включения светильников. Выделено три секции: одна (нижняя) большая - 50 %, две малые - по 25 % светильников.

Зависимость занятости рядов от количества групп, усредненная по всем аудиториям, приведена в табл. 2 (численность студентов в одной академической группе принята равной 20 чел., а вместимость одного ряда - 16 чел). При этом необходимо учесть, что при малой занятости аудитории студенты садятся ближе к ее центру (общее количество рядов - 10).

Для определения экономического эффекта были проведены замеры потребляемой мощности в одной типовой аудитории в зависимости от количества включенных секций светильников.

Результаты измерений приведены в табл. 3. При этом коэффициент мощности составлял и 0,93. Результаты измерений освещенности в зависимости от количества включенных секций светильников приведены в табл. 4. Замер освещенности производился на уровне рабочего стола.

Диаграмма потребления электроэнергии одной аудитории до и после реконструкции представлена на рис. 5.

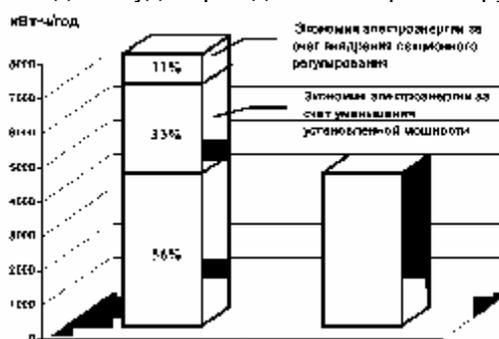


Рис. 5. Потребление электроэнергии до (левый столбик) и после (правый) реконструкции

Таблица 3 Электрические параметры системы освещения после реконструкции при включении различных секций

№ ауд.	Секция	Количество светильников	Количество ламп	Напряжение, В	Мощность, Вт	Время использования освещения, (ч/год)	Потребляемая электроэнергия, кВт-ч/год
157	нижняя	16	32	225	1267	2076	2630
	средняя	8	16	226	645,5	1925	1242,6
	верхняя	8	16	226	645,5	875,6	565,2
Всего		32	64	-	2558		4437,8

Таблица 4 Результаты измерений освещенности в зависимости от количества включенных секций светильников

Среднее значение освещенности в аудиториях после реконструкции при полной нагрузке		Среднее значение освещенности в аудиториях после реконструкции при включенных 2 секциях		Среднее значение освещенности в аудиториях после реконструкции при включенной 1 секции	
№ ряда замера	Освещенность, лк	№ ряда замера	Освещенность, лк	№ ряда замера	Освещенность, лк
1	405	1	382	1	320
5	497	5	395	2	310
7	434	7	189	3	290
10	322	10	59	5	160

В чем отличие NYM, изготовленного по VDE и ТУ?

Какой NYM выбрать?

Кабель марки NYM — **современный тип силового кабеля**, предназначен для монтажа электропроводки по евростандарту. Эта разновидность кабеля пришла к нам с Запада. Наряду с евроотделкой, евроремонт появилась необходимость и в "евроразводке" электроэнергии. Кабель предназначен для использования на промышленных и бытовых объектах для стационарного монтажа электропитания (открытого и скрытого) внутри помещений и на открытом воздухе.

Кабель имеет великолепный внешний вид и качество исполнения. Конструкция кабеля **NYM** следующее: однопроволочные (при сечениях от 1,5 до 10мм²) или многопроволочные (от 16 до 35мм²) медные жилы. Число жил от 1 до 7. Фактически это кабель с тремя защитными изоляционными слоями, так как в конструкции NYM кроме обычной ПВХ изоляции жил используется дополнительный слой-заполнение, который позволяет получить круглую форму кабеля.

Кроме того, используемая в качестве заполнения **невулканизированная резиновая смесь** (патент РФ № 2225651 правообладатель ОАО "Электрокабель" Кольчугинский завод") имеет **высокий кислородный индекс**, что обеспечивает повышение пожаробезопасности кабеля, **не обладает гигроскопичностью** и заполнение из такой резины служит барьером для проникновения влаги внутрь кабеля, что особенно важно, если его разделка происходит в среде с повышенной влажностью, а также, если происходит повреждение оболочки и изоляции кабеля в процессе эксплуатации. Наружная оболочка NYM выполнена из не поддерживающего горение эластичного пластика ПВХ. Жилы имеют изоляцию разных цветов, что не только соответствует нормативам, но и очень удобно для монтажа.

Кабель NYM выпускается по немецкому стандарту DIN VDE (нормативы союза немецких электротехников) и по разработанным техническим условиям (ТУ). В чем же разница? Требования к кабелю NYM по ТУ регламентируются нормативами, установленными ГОСТами.

ГОСТом 23286 установлены номинальные значения толщины изоляции и оболочки и **минимальные допуски на эти значения**. На кабели, выпускаемые по **стандарту DIN**, регламентируется только среднее значение величины изоляции и оболочки, которое должно быть не ниже номинального, **при этом не допускается никаких минимальных значений**.

Это можно продемонстрировать на примере.

Параметры	NYM 3x1,5		отклонение, %
	DIN VDE 0250 ч204	ТУ 16.К01-28-2001	
Расчетный наружный диаметр кабеля, мм	9,3	8,8	5
Расчетная масса, кг/км	143	133	7

NYM 3x2,5		отклонение, %	NYM 3x16		отклонение, %
DIN VDE 0250 ч204	ТУ 16.К01-28-2001		DIN VDE 0250 ч204	ТУ 16.К01-28-2001	
11,1	10	10	20,5	18,8	8
216	186	14	910	818	10

Сегодня мы хотим честно разъяснить **Потребителю**, что он выигрывает, и какие риски и в чем он принимает на себя, выбирая тот или иной кабель.

Выбирайте качество

Потребитель вправе задать вопрос: если существует кабель NYM по ТУ, значит, его можно использовать с тем же успехом, что и кабель по стандартам немецких электротехников?

Мы ответим так: Да, конечно же, можно. Кабель NYM по ТУ соответствует требованиям электробезопасности. Но результат его использования не в последнюю очередь будет зависеть от гарантий четкого, качественного, профессионального и очень ответственного выполнения строительных работ. Вы можете рассчитывать на такие гарантии? Иначе говоря, Вы уверены, что во время строительных работ случайно не будет нанесен удар по кабелю мастерком, молотком или другим предметом?

На наш взгляд, от этого никто не застрахован. Для кабеля, изготовленного по ТУ, повреждение оболочки и изоляции в результате монтажа будут роковыми, и, будучи спрятан от Ваших глаз под штукатуркой или в кабельный канал, он превратится в скрытую угрозу Вашему дому, офису или предприятию, и может стать источником пожара.

Как Вы думаете, почему Немецкий союз электротехников разработал конструкции, в которых четко определены наружные размеры, заложен большой расход материалов, который выглядит просто расточительным по сравнению с теми же показателями для кабеля по ТУ. Немцы ошиблись? Отнюдь! Немцы всегда умели и умеют считать деньги. Данная "расточительность" — **защита от неизбежного несоблюдения строительных правил**. А значит, она гарантирует безопасность эксплуатации кабеля, даже при незначительных повреждениях.

Выбирайте: если Вы специалист по выполнению строительных работ и решились строить сами, или же осуществляете жесткий контроль за проведением строительно-монтажных работ, — можете смело использовать кабель NYM, изготовленный по ТУ. Если хотя бы один из этих факторов отсутствует, необходимо приобретать кабель, изготовленный по стандарту немецких электротехников DIN VDE.

Кроме того, мы не можем не сказать, еще од одном преимуществе кабеля, сделанного по немецким стандартам — это то, что его **защита гарантирована "VDE. Институтом испытаний и сертификации", Оффенбах, Германия**. У кабеля, сделанного по ТУ, такой защиты нет.

Возникает еще один вопрос: как отличить кабель, сделанный по немецким стандартам и по ТУ? Самый доступный способ удостовериться в том, что Вы приобретаете тот или иной кабель — **обратить внимание на маркировку кабеля**. Кабель по DIN VDE на оболочке имеет характерную маркировку знаком **VDE**, и изготовитель такого кабеля должен обладать лицензией на право маркировки кабеля знаком соответствия VDE.

Европа сделала свой выбор, теперь выбор за вами, уважаемый потребитель — NYM по стандарту немецких электротехников или NYM по техническим условиям. Не ошибитесь!

Источник информации: <http://www.vashdom.ru/>

Кабели и провода российских производителей

Силовые кабели

Силовые кабели марки ВВГ и ВВГнг соответствуют требованиям ГОСТ 16442—80 и ТУ 16.705.426—86 и предназначены для передачи электрической энергии в стационарных установках переменного тока частотой 50 Гц и напряжением не более 660 В.

Они выпускаются с изоляционной оболочкой из поливинилхлоридного (ПВХ) пластика. Токопроводящие жилы имеют сечение 1.5...35.0 мм² и изготовлены из мягкой медной проволоки. Число жил может составлять от 1 до 4. Кабели ВВГнг обладают пониженной горючестью.

Силовой кабель марки NYM предназначен для промышленного и бытового стационарного монтажа внутри помещений и на открытом воздухе. Провода кабеля имеют однопроволочную медную жилу сечением 1.5...4.0 мм², изолированную ПВХ-пластиком. Наружная оболочка, не поддерживающая горения, выполнена также из ПВХ-пластика светло-серого цвета.

Внутренняя промежуточная оболочка состоит из резиновой смеси. Двухжильный кабель имеет провода черного и синего цветов, трехжильный — черного, синего и желто-зеленого, четырехжильный — черного, синего, коричневого и желто-зеленого, пятижильный — черного, синего, коричневого, черного и желто-зеленого.

Контрольные кабели

Контрольные кабели марки КВББШв, КВВББГ, КВВГ, КВВГЭ, КВВГнг и КВВГЭнг соответствуют требованиям ГОСТ 1508—78 и предназначены для подключения электрических приборов и оборудования, рассчитанных на максимальное переменное напряжение 660 В с частотой до 100 Гц, а также на постоянное напряжения до 1000 В.

Кабели КВББШв и КВВББГ выпускаются в пластмассовой изоляции и оболочке из ПВХ-пластика и имеют, кроме того, экран из алюминиевой фольги. Кабели — многожильные, с проводниками из медной проволоки сечением 1.5...6.0 мм², при этом число жил может составлять от 10 до 37.

Кабели контрольные КВВГ, КВВГЭ, КВВГнг и КВВГЭнг выпускаются с изоляционной оболочкой из ПВХ-пластика. Проводники изготовлены из медной проволоки сечением 1.0...6.0 мм², при этом число жил может составлять от 4 до 37. Кабели КВВГЭ и КВВГЭнг под оболочкой имеют экран из алюминиевой фольги. Кабели КВВГнг и КВВГЭнг обладают пониженной горючестью.

Соединительные кабели

Кабели соединительные марки МКШ и МКЭШ соответствуют требованиям ГОСТ 10348—80 и используются для межблочного и внутриблочного соединений в электрических устройствах при напряжении до 500 В и частоте до 400 Гц. Использование кабеля допустимо при температуре окружающей среды в диапазоне -50...+70°С. Проводники имеют сечения 0.35...0.75 мм², количество жил может быть равным 2,3,5,7,10 или 14. Кабель МКЭШ имеет экран из луженых медных проволок.

Монтажные провода

Провода монтажные МГШВ, МГШВ-1, МГШВЭ, МГШВЭ-1, МГШВЭВ и МГШВЭВ-1 соответствуют требованиям ТУ 16-505.437—82 и предназначены для межблочного и внутриблочного соединений в электрических устройствах. Применяются в цепях переменного тока (при напряжении до 380 В — провод сечением 0.12...0.14 мм², до 1000 В — провод сечением 0.2... 1.5 мм²) и постоянного тока (при напряжении до 500 В и 1500 В соответственно). Токопроводящая жила изготавливается из медной проволоки, луженой оловянно-свинцовым сплавом. Провода имеют комбинированную пленочную и ПВХ-изоляцию.

Изделия МГШВЭ, МГШВЭ-1, МГШВЭВ, МГШВЭВ-1 выпускаются с экраном из луженых медных проволок. Все провода одножильные, за исключением МГШВЭ-1, имеющего 2 или 3 жилы. Провода имеют следующие сечения: МГШВ — 0.12 и 0.14 мм², МГШВ-1 — 0.2...1.5 мм², МГШВЭ—0.12 и 0.14 мм², МГШВЭ-1 — 0.2...0.75 мм², МГШВЭВ — 0.14 мм², МГШВЭВ-1 — 0.35 мм².

Монтажные провода марки МПМ, МПМУ, МПМУЭ и МПМЭ соответствуют требованиям ТУ 16-505.495—81 и предназначены для работы при переменном токе напряжением до 250 В с частотой до 5000 Гц либо постоянном токе напряжением до 350 В. Токопроводящие жилы изготавливаются из медных, луженных оловом проволок. Жилы проводов МПМУ и МПМУЭ усилены луженой металлической проволокой. Все провода имеют полиэтиленовую изоляцию низкого давления в виде сплошного слоя.

Провода марок МПМУЭ и МПМЭ дополнительно содержат экран в виде оплетки из луженых медных проволок. Использование проводов допустимо при температуре окружающей среды в диапазоне $-50...+85^{\circ}\text{C}$. Электрическое сопротивление изоляции проводов в нормальных условиях составляет не менее 10 5 МОм/м.

Провода выпускаются со следующими сечениями и количеством жил:

- МПМ — 0.12... 1.5 мм², одножильные;
- МПМУ — 0.12...0.5 мм², одножильные;
- МПМУЭ — 1.43...3.34 мм², одно-, двух- и трехжильные;
- МПМЭ — 1.43...3.33 мм², одно-, двух- и трехжильные.

Установочные провода

Провода установочные ПВ-1, ПВ-3, ПВ-4 соответствуют ГОСТ 6323—79. Они выпускаются с однопроволочной токопроводящей медной жилой (ПВ-1) и со скрученными жилами из медной проволоки (ПВ-3, ПВ-4) в окрашенной ПВХ-изоляции. Провода предназначены для подачи питания на электрические приборы и оборудование, а также для стационарной прокладки осветительных электросетей в цепях переменного (с номинальным напряжением не более 450 В и частотой 400 Гц) и постоянного (напряжением до 1000 В) тока. Сечение проводов составляет 0.5... 10 мм². Рабочая температура ограничена диапазоном $-50...+70^{\circ}\text{C}$.

Провод установочный ПВС соответствует ГОСТ 7399—80. Он выпускается со скрученными жилами в ПВХ-изоляции и такой же оболочке и предназначен для подключения электрических приборов и оборудования в электросетях с номинальным напряжением, не превышающим 380 В. Токопроводящая жила из мягкой медной проволоки имеет сечение 0.75...2.5 мм². Провод рассчитан на максимальное напряжение 4000 В частотой 50 Гц, приложенное в течение 1 мин. Число жил может быть равным 2, 3,4 или 5. Рабочая температура — в диапазоне $-40...+70^{\circ}\text{C}$.

Провод установочный ПУНП соответствует ТУ К13-020—93. Токопроводящая жила из мягкой медной проволоки имеет пластмассовую изоляцию в ПВХ-оболочке. Провод предназначен для прокладки стационарных осветительных сетей с номинальным напряжением не более 250 В частотой 50 Гц и рассчитан на максимальное напряжение 1500 В частотой 50 Гц в течение 1 мин. Жилы имеют сечение 1.0...6.0 мм², их число может быть равным 2, 3 или 4.

Шнуры

Провод ШВВП соответствует ГОСТ 7999—97 и предназначен для подключения электрических приборов и оборудования к электросети с номинальным напряжением, не превышающим 380 В. Провод выпускается со скрученными жилами, в ПВХ-изоляции и такой же оболочке. Токопроводящая жила из мягкой медной проволоки имеет сечение 0.5 или 0.75 мм². Провод рассчитан на максимальное напряжение 4000 В частотой 50 Гц, приложенное в течение 1 мин. Число жил может быть равным 2 или 3.

Шнур ШВО соответствует ТУ 16К19-013—93 и предназначен для подключения электроутюгов, электросамоваров, электрокаминов, электроплит и других электронагревательных приборов. Провода этого шнура имеют скрученные медные жилы сечением 0.5...1.5 мм², полиэтиленовую изоляцию, ПВХ-оболочку и нитяную оплетку и выпускаются двух- или трехжильными. Шнур рассчитан на номинальное напряжение 250 В, максимальное напряжение — 2000 В частотой 50 Гц, приложенное в течение 1 мин.

Источник информации: <http://www.electromaster.ru/>

Справочная таблица для выбора кабеля

По данной таблице очень легко подобрать нужное сечение кабеля для электропроводки.

Открытая проводка						Сечение кабеля мм ²	Закрытая проводка					
Медь			Алюминий				Медь			Алюминий		
Ток А	Мощность кВт		Ток А	Мощность кВт			Ток А	Мощность кВт		Ток А	Мощность кВт	
	220 в	380 в		220 в	380 в			220 в	380 в		220 в	380 в
11	2, 4	-	-	-	-	0, 5	-	-	-	-	-	-
15	3, 3	-	-	-	-	0, 75	-	-	-	-	-	-
17	3, 7	6, 4	-	-	-	1, 0	14	3, 0	5, 3	-	-	-
23	5, 0	8, 7	-	-	-	1, 5	15	3, 3	5, 7	-	-	-
26	5, 7	9, 8	21	4, 6	7, 9	2, 0	19	4, 1	7, 2	14	3, 0	5, 3
30	6, 6	11	24	5, 2	9, 1	2, 5	21	4, 6	7, 9	16	3, 5	6, 0
41	9, 0	15	32	7, 0	12	4, 0	27	5, 9	10	21	4, 6	7, 9
50	11	19	39	8, 5	14	6, 0	34	7, 4	12	26	5, 7	9, 8
80	17	30	60	13	22	10	50	11	19	38	8, 3	14
100	22	38	75	16	28	16	80	17	30	55	12	20
140	30	53	105	23	39	25	100	22	38	65	14	24
170	37	64	130	28	49	35	135	29	51	75	16	28

Источник информации: <http://www.elektrostyle.ru/>

Автор электронного журнала «Я электрик!»: Повный Андрей electroby@mail.ru

Мои проекты:

<http://electrolibrary.info> - Электронная электротехническая библиотека

<http://electrolibrary.info/blog/> - Мой светотехнический блог

<http://electrolibrary.info/electrik.htm> - Электронный журнал "Я электрик!"

<http://electrolibrary.info/bestbooks/> - Электротехническая литература по почте

<http://electrolibrary.info/subscribe/> - Почтовая рассылка «Электротехническая энциклопедия»