

# "Я электрик!"

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ



*"Я электрик!"*

*Журнал  
для облегчения жизни  
специалистов-электриков*

*[www.electrolibrary.info](http://www.electrolibrary.info)*

Сайт журнала «Я электрик!»: [www.electrolibrary.info](http://www.electrolibrary.info)

e-mail: [electroby@mail.ru](mailto:electroby@mail.ru)

Выпуск №20

Июнь 2010 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

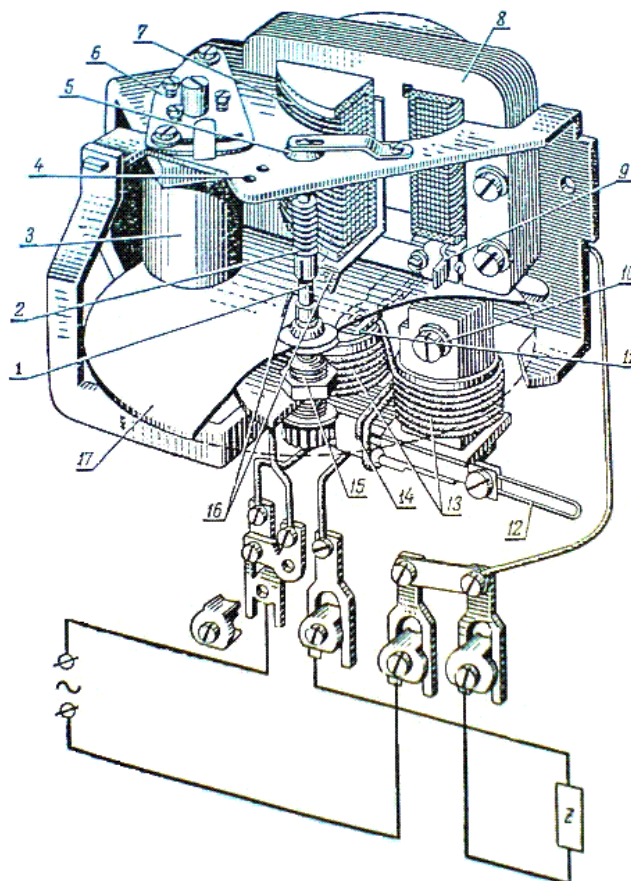
Все самое важное об электросчетчиках	3
Индукционные и электронные счетчики – что лучше?	16
Селективность в системах энергообеспечения	22
Замена старых пробок на автоматы в хрущевке	35
Электрика стахановскими методами! Ставим рекорд!	41
Ремонт электрического чайника	53
Автоматический выключатель для чайника	59
Способы включения трехфазных двигателей в однофазную сеть	61
Таблицы замен: электромагнитные пускатели, электротепловые реле, реле времени, промежуточные реле	71



# Все самое важное об электросчетчиках

## Устройство и принцип работы электросчетчика

На рисунке показано *устройство* однофазного индукционного *электрического счетчика*:



В зазоре между магнитопроводом 8 обмотки напряжения 7 и магнитопроводом 10 токовой обмотки 13 размещен подвижной алюминиевый диск 17, насаженный на ось 1, установленную в пружинящем подпятнике 15 и верхней опоре 5. Через червяк 2, укрепленный на оси, и соответствующие зубчатые колеса вращение диска 17 передается к счетному механизму.

Для прикрепления счетного механизма к счетчику имеется отверстие 4. Токовая обмотка 13, включаемая последовательно в исследуемую цепь, состоит из малого числа витков, намотанных толстым проводом (соответственно номинальному току счетчика).

Обмотка напряжения 7, включаемая в цепь параллельно, состоит из большего числа (8000 - 12000) витков, намотанных тонким проводом - диаметром 0,08 - 0,12 мм.

Когда к этой обмотке приложено переменное напряжение, а по токовой обмотке протекает ток нагрузки, в магнитопроводах 8 и 10 появляются переменные магнитные потоки, замыкающиеся через алюминиевый диск. Переменные магнитные потоки, пронизывая диск, наводят в нем вихревые токи. Эти токи, взаимодействуя с соответствующими потоками, образуют *вращающий момент*, действующий на подвижный алюминиевый диск.

При помощи постоянного магнита 3, в поле которого вращается диск счетчика, создается *тормозной* (противодействующий) момент. Установившаяся скорость вращения диска наступает при равенстве вращающего и тормозного моментов.

Число оборотов диска за определенное время будет пропорционально израсходованной энергии или установившаяся равномерная скорость вращения диска будет пропорциональна мощности при условии, что вращающий момент, действующий на диск, пропорционален мощности цепи, в которую включен счетчик.

Трение в механизме индукционного счетчика приводит к появлению погрешностей в показаниях. Особенно велико влияние сил трения при малых (5-10% номинальной) нагрузках индукционного счетчика, когда отрицательная погрешность достигает 12 - 15%.

Для уменьшения влияния сил трения в счетчиках применяют специальные устройства, называемые *компенсаторами трения*. На рисунке это пластинка 11, перемещая которую, регулируют величину компенсационного момента. Величина этого момента пропорциональна напряжению. Поэтому, при повышении приложенного напряжения, компенсационный момент может оказаться больше момента трения и появляется так называемый *самоход*, для устранения которого предусмотрено противосамоходное устройство в виде стальных крючка и пластинки 16.

Важным параметром *счетчиков электрической энергии* переменного тока является также *чувствительность* или *порог чувствительности*, под которым понимают минимальную мощность, выраженную в процентах от номинальной, при которой диск счетчика начинает безостановочно вращаться.

Согласно ГОСТу, значение чувствительности для счетчиков разных классов точности должно быть не менее 0,5 - 1,5%. Порог чувствительности

определяется значениями компенсационного момента и моментом торможения, создаваемым противосамоходным устройством.

### **Выбор и покупка электрического счётчика**

Сейчас в магазинах продают большое количество различных моделей *электрических счетчиков*. По принципу работы счетчики разделяются на индукционные и электронные. Сегодня сказать какой счетчик лучше достаточно сложно. У каждой модели найдутся свои плюсы и минусы. Продающиеся в электротехнических магазинах счетчики соответствуют всем требованиям ГОСТ. Но всё-таки при **выборе** следует обратить на кое-что внимание.

1. При покупке вы должны знать, какой электрический счетчик вам нужен. Проще всего узнать об этом вы можете из технических условий на электроснабжение вашей квартиры или дома. В них непосредственно указан тип электросчетчика, который вам и следует приобрести. Если технические условия на электроснабжение у вас отсутствуют, то максимум, что вы можете себе позволить, это однофазный электросчетчик. Хотите трехфазный? Оформляйте технические условия в местной энергоснабжающей организации.

2. Если вы собираетесь установить электросчетчик в помещении, где температура воздуха может опускаться ниже нуля градусов, то при покупке следует прочитать в паспорте электросчетчика условия его эксплуатации. Лучше приобрести электросчетчик с температурой эксплуатации до -40 градусов или даже более. Таким условиям обычно соответствуют электронные счетчики.

3. Согласно требованиям правил устройств электроустановок: "на вновь устанавливаемых однофазных счетчиках должны быть *пломбы государственной поверки* с давностью не более 2 лет, а на трехфазных счетчиках - с давностью не более 12 месяцев".

Это прежде всего говорит о том, что на приобретаемом вами электросчетчике уже должны стоять две пломбы (на электронном счетчике может устанавливаться одна пломба). Наличие этих пломб вы и должны проверить. Ставятся они чаще на винтах, крепящих кожух электросчетчика, и бывают двух видов: наружные или внутренние. Наружные пломбы выполняются из свинца, реже из пластика, зажаты на проволоке, продетой через винт либо проушину.



Внутренние пломбы представляют собой залитую в винтовое углубление мастику черного или красного цвета, иногда покрытую серебрянкой.



Все пломбы должны иметь четкий оттиск и не иметь механических повреждений, на что следует обратить особое внимание при покупке. Дубликат оттиска госповерителя в виде печати обычно проставляется на последних страницах паспорта электросчетчика.



На оттиске пломб указан год поверки электросчетчика, а вернее две последние цифры года и атрибуты госповерителя в мелком масштабе между цифрами. На пломбах наружного исполнения, ко всему этому, с обратной стороны добавляется квартал года поверки, напечатанный римскими цифрами. Поэтому, посмотрев год поверки счетчика на пломбах, вам нужно убедиться, что он не просрочен, то есть прошло не более двух лет для однофазного счетчика и не более 12 месяцев для трехфазного.

Также часто бывает, что на счетчике установлены две пломбы, но одна имеет оттиск госповерителя, а другая оттиск ОТК завода-изготовителя, что считается вполне допустимым. А вот если обе пломбы имеют оттиск ОТК, либо вообще не понятно какой, то такой электросчетчик покупать не следует, так как прежде чем его установить, вам придется сносить его в центр стандартизации и метрологии для поверки и соответственно заплатить дополнительные деньги. То же самое вам придется сделать, если вы купите счетчик с просроченными пломбами госповерителя. Это все, что касается пломб.

4. Следует обратить внимание на межповерочный интервал (МПИ) электрического счетчика, указанный в его паспорте. То есть нужно узнать, через сколько лет вам придется снимать счетчик и нести его на очередную госповерку.

Как правило, срок поверки однофазного индукционного счетчика составляет 16 лет, а электронного от 8 до 16 лет. Меньший срок госповерки говорит о соответствующем качестве прибора. Сроки поверки 3-х фазных счетчиков обычно меньше чем у однофазных, это 6-8 лет. Хотя последние электронные модели 3-х фазных счетчиков уже имеют срок межповерочного интервала 16 лет. Отсчет времени производится от года поверки указанного на пломбах электросчетчика.

5. Рекомендуется посмотреть **класс точности** электрического счетчика. Указывается он на табло прибора. Цифровое обозначение класса точности заключается в кружок. Это число показывает максимально возможную погрешность прибора, выраженную в процентах от наибольшего значения величины, измеряемой в данном диапазоне работы электрического счетчика.



До 1996 года однофазные электрические счетчики выпускались с классом точности до 2,5. Но после выхода ГОСТа 6570-96 счетчики стали выпускать с более высоким классом точности - 2,0.

Сегодня счетчики с классом точности 2,5 на очередную госповерку уже не принимают, даже если у них не истек срок эксплуатации. (Срок эксплуатации счетчика составляет не менее 32 лет.) В ближайшее время планируется перевести расчетные электросчетчики еще на более высокий класс точности - 1,0. Это говорит о том, что если вы приобрели счетчик с классом точности 2,0, то на очередную госповерку через 16 лет его возможно не возьмут. Хотя и 16 лет все-таки не малый срок.

6. Обратите внимание на способ крепления электросчетчика. Счетчики изготавливают с возможностью крепления либо на 3-х винтах (для обычных электрощитов), либо на динрейке. С возможностью крепления на динрейке выпускают только электронные счетчики. Если выбираете последний способ крепления, то необходимо еще купить отдельно динрейку или специальный бокс под электросчетчик. Хотя, динрейка может идти в комплектации со счетчиком.

7. Также рекомендуется покупать электросчетчики с зажимной крышкой закрывающей клеммный ряд ещё и под счетчиком, во избежание лишних вопросов со стороны энергосбыта.

8. Проверьте, чтобы в клеммном ряду не было отсутствующих винтов, бывает и такое. А также наличие пломбировочных винтов (винт с отверстием) для крепления зажимной крышки.

9. При покупке индукционного счетчика (электросчетчик с вращающимся диском) слегка повертите его в руках, диск должен задвигаться. Если движений диска не наблюдается, возможно счетчик стряхнули при транспортировке и он неисправен.

10. Обращать внимание на величину тока однофазных счетчиков при отсутствии у вас технических условий практически не имеет смысла, поскольку все современные электросчетчики выпускаются достаточно мощными.

Теперь, придя в магазин, вам достаточно сказать, что вам нужен однофазный либо трёхфазный электросчетчик, об остальном вы знаете.

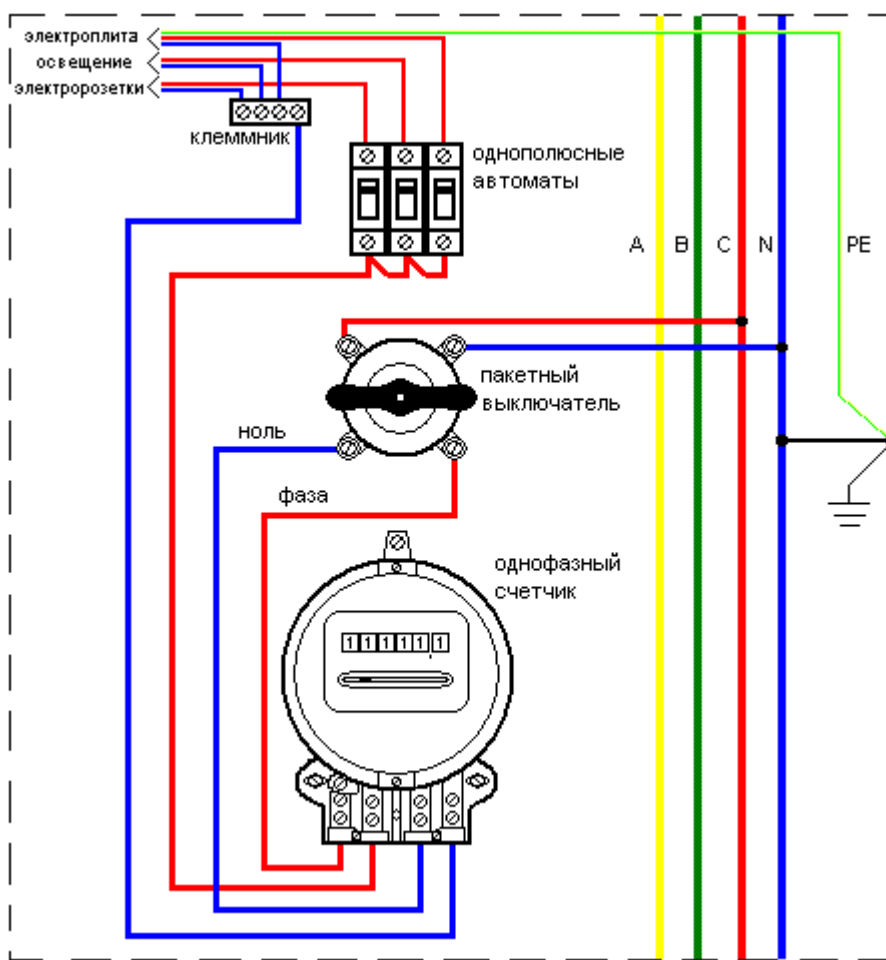
### **Схема подключения электрического счетчика**

Наглядная *схема подключения однофазного электрического счетчика* в стандартных электрощитах следующая:

**Школа для электрика (электротехника от А до Я) -**

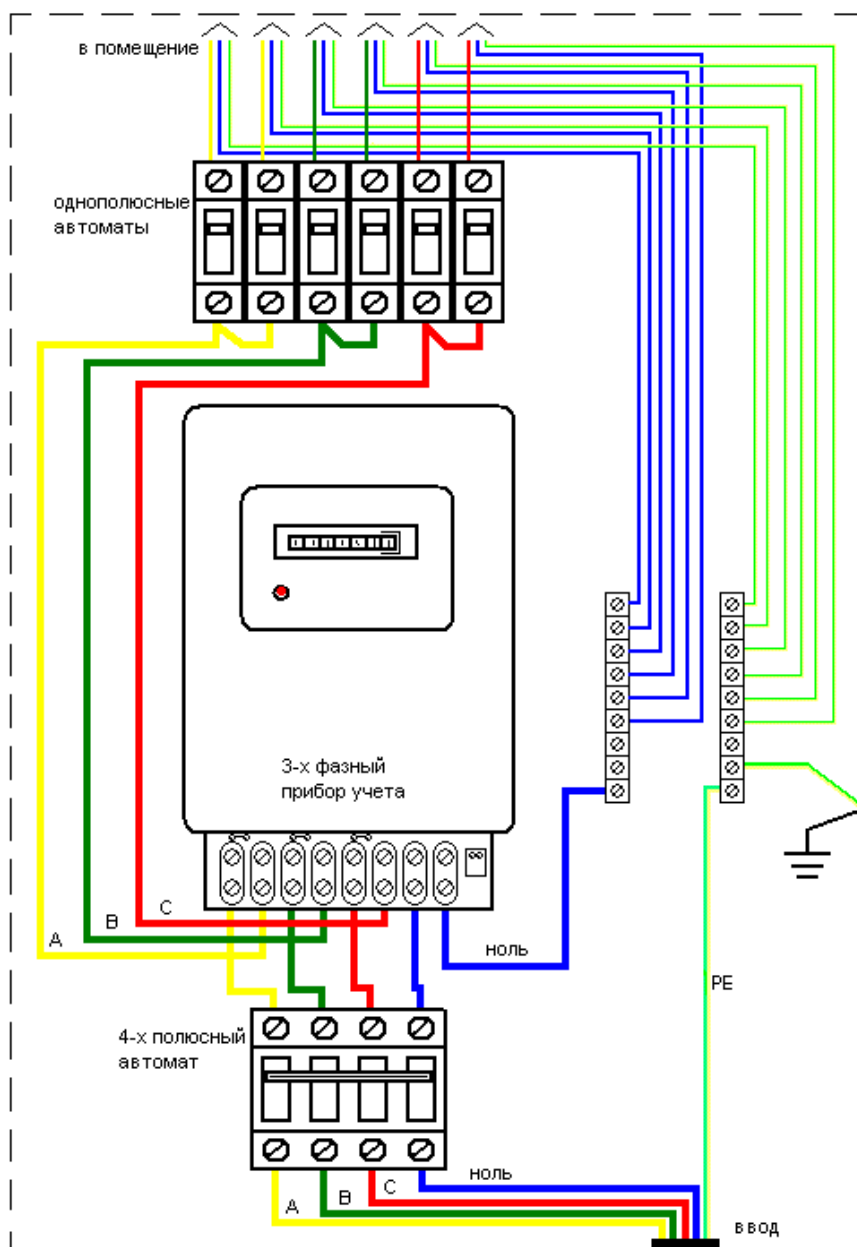
<http://electricalschool.info/>





*Примечание:* фаза "А" обозначена желтым цветом, фаза "В" - зеленым, фаза "С" - красным, нулевой провод "N" - синим цветом, заземляющий проводник "PE" - желто-зеленым. Вместо пакетного выключателя может быть установлен двухполюсный автомат. Схема подключения индукционного счетчика не отличается от схемы подключения электронного.

Наглядная **схема подключения трехфазного электрического счетчика** прямого включения в четырехпроводной сети напряжением 380 вольт:



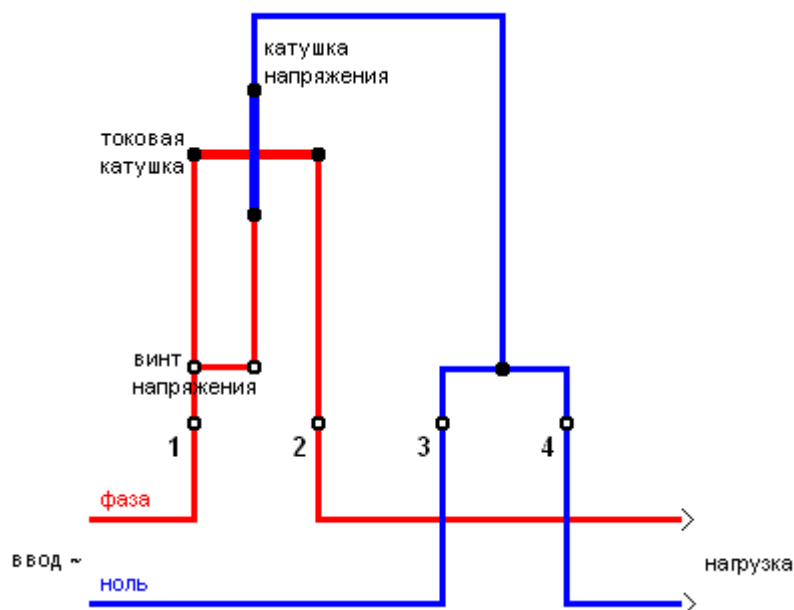
*Примечание:* фаза "А" обозначена желтым цветом, фаза "В" - зеленым, фаза "С" - красным, нулевой провод "N" - синим цветом, заземляющий проводник "PE" - желто-зеленым.

Обязательно соблюдение прямого порядка чередования фаз напряжений на колодке зажимов счетчика. Определяется фазоуказателем или прибором ВАФ. Прямой порядок чередования фаз напряжений - АВС, ВСА, САВ (по часовой стрелке).

Обратный порядок чередования фаз напряжений - АСВ, СВА, ВАС, создает дополнительную погрешность и вызывает самоход индукционного счетчика активной энергии. Счетчик реактивной энергии при обратном порядке чередования фаз напряжений и нагрузки вращается в обратную сторону.

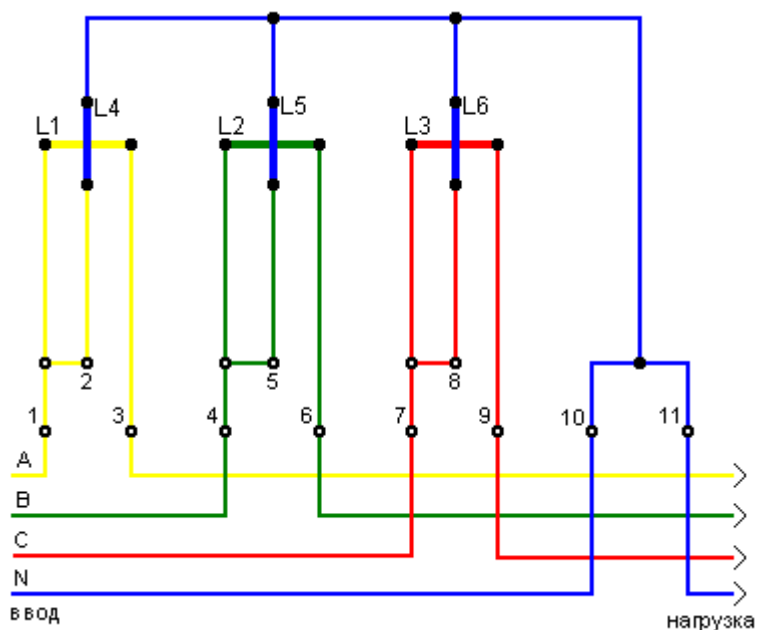
## Схема соединений электрического счетчика

Схема однофазного индукционного электрического счетчика:



*Примечание:* фазный провод и токковая катушка обозначены красным цветом; нулевой провод и катушка напряжения обозначены синим цветом.

Схема соединений *трехфазного индукционного* счетчика прямого включения для четырехпроводной сети напряжением 380 вольт:



*Примечание:* фаза "А" обозначена желтым цветом, фаза "В" - зеленым, фаза "С" - красным, нулевой провод "N" - синим цветом; L1, L2, L3 - токковые

катушки; L4, L5, L6 - катушки напряжения; 2, 5, 8 - винт напряжения; 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11 - клеммы для подключения электропроводки к счетчику.

### **Как определить значность (разрядность) электрического счетчика**

Самые первые *электрические счетчики* выпускались 3-х значными, то есть счетчик делал полный оборот цифрового механизма через каждую тысячу киловатт и обнулялся. Этого считалось достаточно, так как из электроприборов использовалась только одна лампочка Ильича.

Сейчас такое количество киловатт вполне реально использовать за один месяц. Следовательно, появляется возможность скрыть от энергоснабжающей организации использованные киловатты. Чтобы такого не произошло, *значность* электрического счетчика стали увеличивать. Появились четырех-, пятизначные счетчики. В настоящее время уже продаются электросчетчики, расчет по которым нужно производить по семи цифрам.

Как же определить, *сколько цифр снимать со счетчика?* Об этом конечно может быть написано в паспорте вашего счетчика, но не всегда. Однако все просто. Необходимо снимать все цифры до запятой, которая нарисована на табло электрического счетчика. Цифры после запятой показывают десятые доли киловатта.



Но.. встречаются такие модели счетчиков, где запятой нет. В этом случае, вам необходимо посмотреть на цвет барабанчика последней цифры. Если цвет последнего барабанчика такой же, как и цвет всех остальных, а запятая перед ним отсутствует, значит, он также является расчетным, то есть вы снимаете с электросчетчика все до одной цифры, не смотря даже на то, что окошко последней цифры может быть другого размера.

А вот если последний барабанчик красного цвета, в этом случае он расчетным не является, даже если перед ним нет запятой. И всё же. Иногда встречаются счетчики, у которых все барабанчики в счетном механизме одного цвета и нет запятой, но последняя цифра у них не расчетная. Обычно это счетчики импортного производства либо заводской брак. В этом случае узнать значность электрического счетчика вы можете из его паспорта или опытным путем.

Для этого вам необходимо обратить внимание на последний барабанчик счетного механизма. Между цифрами на нем нанесены деления. Количество делений равно пяти или десяти. Чтобы определить значность счетчика вам нужно знать время, за которое барабанчик счетного механизма сдвинется вверх на одно деление относительно линии табло. После этого сравнить время с расчетным.

Вам опять понадобится электрический прибор, мощность которого вы будете знать и секундомер. В этот раз желательно взять электроприбор с достаточно большой мощностью, например электрочайник. Если мощность на электрочайнике например указана "2000 - 2400W", то берите среднюю -  $2200W = 2,2 \text{ кВт}$ , особая точность сейчас не нужна.

Рассчитываем время прохождения одного деления по следующей формуле:  $t = 360/nP$ ,

где  $t$  - время прохождения одного деления барабанчика в секундах, с;  
 $n$  - количество делений между цифрами последнего барабанчика;  
 $P$  - мощность электроприбора в киловаттах, кВт.

Далее отключаем все электроприборы и включаем только электроприбор по которому производим расчет. Засаеваем время. Если время прохождения одного деления приблизительно равно расчетному, значит последняя цифра электросчетчика в расчет *не* берётся.

Если же замеренное время превышает расчетное в десять раз, значит с электросчетчика снимаются *все* цифры.

Если же вам попался электрический счетчик с барабанчиками одного цвета, без запятой на табло и без делений между цифрами на последнем барабанчике, значит вам нужно снимать со счетчика все цифры.

### **Как проверить электрический счетчик**

Если у вас возникли подозрения в правильности работы *электрического счетчика*, вы можете самостоятельно *проверить* его работу. Перед проверкой рекомендуется проверить правильность схемы подключения электросчетчика.

*Проверку электросчетчика* следует начать с определения отсутствия самохода.

Необходимо отключить однополюсные автоматы либо вывернуть пробки, электрический счетчик при этом должен остаться под напряжением.

После этого обращаем внимание на диск индукционного счетчика либо световой индикатор электронного счетчика. При отсутствии самохода диск электрического счетчика не должен совершить более одного полного оборота, а световой индикатор более одного импульса в течение 15 минут.

Для дальнейшей проверки электросчетчика вам нужен секундомер и любой электрический прибор, мощность которого вы будете точно знать. Вам необходимо отключить в квартире (доме) все электроприборы из электророзеток, в том числе электроприборы находящиеся в режиме ожидания (телевизор, телефон и т. д.). Автоматы и пробки должны быть включены.

Далее включаете только электроприбор, по которому вы решили производить проверку работы электросчетчика (лучше всего использовать обыкновенную лампу накаливания, мощностью 100-150 ватт). По секундомеру засекаем время трех-пяти полных оборотов диска электросчетчика, либо время десяти интервалов между импульсами светового индикатора (время от 1-го до 11-го импульса).

Вычисляем время одного полного оборота диска либо время одного интервала между импульсами светового индикатора. Далее производим расчет погрешности работы электрического счетчика по формуле:

$$E = ( P \times t \times n / 3600 - 1 ) \times 100\%,$$

где **E** - погрешность работы счетчика в процентах, %; **P** - мощность электрического прибора в киловаттах, кВт; **t** - время одного полного оборота диска либо время одного интервала между импульсами светового индикатора электросчетчика в секундах, с; **n** - передаточное число, показывает, сколько оборотов сделает диск индукционного счетчика за один час при включенной нагрузке мощностью равной 1кВт, либо количество импульсов светового индикатора электронного счетчика за один час, также при включенной нагрузке, мощностью 1кВт.

Единицы измерения передаточного числа индукционного счетчика обозначаются в разных вариациях: [оборотов/1кВтч]; [об/kWh]; [r/kWh], электронного также - [imp/1kWh]; [имп/кВтч]. Передаточное число вы можете увидеть на табло вашего счетчика.

### ***Пример расчета:***

Проверим индукционный счетчик, с передаточным числом  $n = 400$  r/kwh.

Для проверки включим электрическую лампочку мощностью  $P = 150\text{Вт} = 0,15\text{ кВт}$ . Засекаем секундомером время пяти полных оборотов счетчика, получаем  $t' = 307$  секунд. Вычисляем время одного оборота  $t = t'/5 = 307/5 = 61,4$  секунды.

Производим расчет погрешности:  $E = (0,15 \times 61,4 \times 400/3600 - 1) \times 100\% = 2,33\%$ . Получается счетчик работает с торможением на 2,33%.

Проверим электронный счетчик,  $n = 6400\text{ imp/kWh}$ . Включаем лампочку мощностью  $P = 100\text{Вт} = 0,1\text{ кВт}$ . Засекаем время от 1-го до 11-го импульса, получаем  $t' = 54,6$  секунд. Время одного интервала между импульсами  $t = t'/10 = 54,6/10 = 5,46$  секунды.

Производим расчет погрешности работы электросчетчика:  $E = (0,1 \times 5,46 \times 6400/3600 - 1) \times 100\% = - 2,93\%$ . Так как погрешность получилась отрицательная, значит счетчик работает с опережением на 2,93%.

Недостаточно проверить счетчик одним электроприбором. Так как вы не можете на 100% утверждать, что мощность например электролампочки именно 100 Ватт, а не 95 или 105. Также нельзя утверждать, что ваш секундомер считает идеально. Поэтому если выявленная погрешность не превышает 10%, считайте, что ваш счетчик работает исправно.

Но если все-таки у вас появились сомнения в работе электрического счетчика, вызывайте представителя энергоснабжающей организации. Вам выпишут предписание на поверку электросчетчика в государственной лаборатории либо его замену. Но имейте ввиду, поверка вам будет стоить денег и времени и не факт, что после этого счетчик будет работать идеально. Поэтому часто бывает проще заменить электрический счетчик на новый.

Источник информации: <http://elektroschetchiki.ru/>

## Индукционные и электронные счетчики - что лучше?

*Руководитель информационно-аналитического отдела системы iElectro, Лауреат Премии Правительства РФ, канд.техн.наук, доцент АКИМОВ Е.Г.*

*Руководитель направления по приборам и системам учета электроэнергии ОАО "Ленинградский электромеханический завод" ШУЛЕШКО А.И.*

На сегодняшний день в России продолжают функционировать порядка 50 миллионов **индукционных счетчиков**. Везде и всегда ли надо устанавливать **электронные счетчики** взамен индукционных? Однако, правильно ли столь тотальное увлечение электронными приборами. Оправданы ли расходы по замене счетчиков в сельском хозяйстве, при работе с фиксированными нагрузками? Достаточно ли качество электронных счетчиков для того, чтобы служить надёжно и долго?

СССР славился невысокими ценами на энергоресурсы. Причины этого - природное богатство страны, а коммунальные услуги являлись практически социальной сферой, при невысоком уровне жизни. Экономия энергоресурсов не имела смысла и соответственно в этом плане не была развита и отрасль их учёта. Безмерное потребление воды, перерасход электричества слабо отражались на кармане населения и предприятий.

Приборы учёта производились соответствующего уровня. Класс точности - 2,5. Заводы-производители не торопились с переходом на более совершенные модели, хотя индукционные счетчики с классом точности 2,0 были разработаны еще в 60-70-х годах, а в 1968 году было принято первое постановление о двухтарифном учете.

В 70-е годы в Европе создаются первые электронные счетчики. Предпосылкой для развития данного вида счетчиков было не только развитие электроники, но и необходимость реализации более сложных функций, чем простой накопительный учёт электроэнергии в связи с ростом стоимости энергоносителей.

Внедрение многотарифного учёта, технологий АСКУЭ (Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии), призванных прийти на смену элементарному списыванию показаний вручную, переход на более высокий класс точности приборов - вот основные преимущества электронных счетчиков. А с интеграцией в схему электронных счетчиков микропроцессора, набор реализуемых функций расширился.



Таким образом, изначально развитие электронных счетчиков на Западе основывалось на расширении функциональных возможностей прежних индукционных счетчиков.

В России эти процессы начали активно развиваться лишь в 90-х годах. Они стимулировались подорожанием электроэнергии, появлением зависимости цены на электроэнергию от временных зон (суточных, недельных, сезонных), реструктуризацией и приватизацией электроэнергетики с появлением массы собственников, для которых учет стал основным средством снижения издержек и повышения доходности электроэнергетического бизнеса.

Первый электронный счетчик был запущен в серийное производство в начале 90-х годов. 1 января 1996 года вступил в силу новый ГОСТ 6570-96 "Об энергосбережении". Он предписывал запрещение поверки счетчиков класса 2,5 и оснащение ЖКХ современными счетчиками класса 2,0 с высокой перегрузочной способностью (30А и более). Причем изначально вторая часть этой формулировки оставалась ключевой, так как на рынок хлынул поток мощной импортной бытовой техники, которая требовала максимальный ток нагрузки не менее 30 А.

Старый парк счетчиков был рассчитан на значительно меньшие нагрузки, индукционные счетчики класса 2,5 составляли более 90% всего парка приборов учёта. Рубить с плеча не стали - было решено запретить выпуск и сертификацию счетчиков электрической энергии класса точности 2,5 с 1 июля 1997 года.

Приказ РАО "ЕЭС России" от 07.08.2000 г. так же предписывает оснащение ЖКХ современными счетчиками класса 2,0 с высокой перегрузочной способностью (более 30 А). Устаревшие модели могут служить лишь до истечения своего межповерочного интервала и, следовательно, подлежат замене.

В сложившихся условиях заводы-производители принялись обновлять линейку своей продукции, осваивая производство электронных счетчиков и модернизируя индукционные до класса точности 2,0.

Ресурс повышения класса точности индукционных счетчиков (выше 2,0) был практически исчерпан и возможен лишь с использованием высокоточного оборудования и прецизионной регулировки, что делает его стоимость неоправданно высокой.

На первых порах отечественные разработчики электронных счетчиков использовали микросхемы малой степени интеграции или микросхемы собственной разработки, что и определяло невысокий уровень надежности

электронных счетчиков и их достаточно высокую цену. Ситуация изменилась с появлением серийно производимых микросхем для счетчиков электроэнергии компании Analog Devices (а теперь уже и других фирм).

Кажущаяся простота технологического процесса привлекла на этот рынок большое количество компаний. Они сумели создать спрос на электронную продукцию, постоянно понижая в конкурентной борьбе стоимость и тем самым, делая электронные счетчики все привлекательней для потребителя. Изготовители электронных счетчиков провели массивную рекламную кампанию новой продукции. Тем временем и плановая замена счетчиков продолжала набирать обороты. И в некоторых регионах (например, в Самарской, Читинской, Астраханской областях) вводятся запреты на установку индукционных счетчиков (даже новых класса точности 2,0). В Астраханской области для отмены этого решения вынуждена была вмешаться прокуратура.

Даже сегодня рынок электронных счетчиков экономически доступен для выхода на рынок. Дешевая комплектация из азиатского региона (далеко не всегда достойного качества, а порой компоненты, которые в принципе не должны использоваться в счетчиках) позволила совершить еще один виток снижения цен на электронные счетчики.

Пока себестоимость электронных счетчиков не сравнялась с индукционными, но постоянно стремится к этому и, к сожалению, все больше в ущерб качеству. Ресурс уменьшения цены далеко не исчерпан. Уменьшение массогабаритных параметров уже сдерживается необходимостью сохранения старых присоединительных размеров. Создается обманчивое впечатление в неизбежности ухода индукционных счетчиков.

#### *Недостатки и преимущества*

Безусловно, преимущества электронных счетчиков, перечисленные ниже, неоспоримы:

1. высокий класс точности (0,2S, 0,5S);
2. сохранение высокого класса точности в условиях низких и быстропеременных нагрузок;
3. многотарифность - возможность работы по различным тарифам;
4. возможность учета разных видов энергии одним прибором;
5. возможность измерений показателей количества и качества энергии и мощности;

6. возможность длительного хранения данных учета и доступа к ним;
7. возможность фиксации несанкционированного доступа и случаев хищения электроэнергии;
8. возможность дистанционного съема показателей по различным цифровым интерфейсам;
9. возможность расчета потерь;
10. возможность создания современных АСКУЭ;
11. возможность учета одним прибором разных видов энергии в двух направлениях.

Есть декларируемые преимущества, но не бесспорные:

1. Защищенность от традиционных методов хищения электроэнергии. Появляются все новые и новые методы, которые применяются только к электронным счетчикам (воздействие постоянным или переменным магнитным полем на отчетное устройство или катушку Роговского, электрошокер и т. д.);
2. Большой срок межповерочного интервала (МПИ), до 16 лет. Но это плод лишь ускоренных испытаний, а то и просто теоретических расчётов. Ни один электронный счетчик российского производства в реальных условиях не отработал столько.

На Западе с введением в схему автоматической подстройки опорного напряжения и компонентов со стабильными характеристиками удалось добиться для электронных счетчиков МПИ = 12 годам. Причём, это реальные годы. При более внимательном рассмотрении комплектации, используемой в большинстве отечественных электронных счетчиках, выясняется, что либо используется комплектация, стабильность параметров которой производитель не нормирует, либо низкостоимостная комплектация, не гарантирующая сохранение класса точности в течение 6 лет.

Есть и недостатки:

1. практически беззащитны от коммутационных и грозовых перепадов напряжения;
2. более высокая цена;
3. отсутствие сервисных центров.

Но везде ли эти преимущества так важны? И так ли критичны эти недостатки.

1. Высокий класс точности, безусловно, нужен в точках учета, где проходят огромные количества энергии. И стоимость этих счетчиков (Кл.0,2; 0,5) на порядок выше. А в бытовом секторе класса 2,0 вполне достаточно!
2. Сохранение высокого класса точности в условиях быстропеременных нагрузок конечно важно, но где такие нагрузки? Многоквартирный дом? Квартира? Лифтовое хозяйство? Гараж? Дача? Промышленное предприятие? Скорее только последнее.
3. Многотарифность - безусловное преимущество электронного счетчика, энергетики в бытовом секторе практически игнорируют. Плановая замена счетчиков в 99% случаев проводится на однотарифные. Счетчик, если хочет сэкономить, покупает хозяин квартиры. И хорошо если он окупится через год или два и при этом не откажет. В промышленности - конечно, объем потребления электроэнергии велик и многотарифность реально позволяет как-то выравнять нагрузку. Но там другой класс счетчиков.
4. Возможность учета двух видов энергии в бытовом секторе на сегодня вообще не актуальна.

Нет смысла перебирать все преимущества электронных счетчиков и их недостатки, понятно, что преимущество *электронных счетчиков* - это недостатки *индукционных счетчиков*:

1. низкий класс точности (2,0);
2. рост погрешности при снижении нагрузки;
3. нарушение метрологических характеристик при быстропеременной нагрузке;
4. нарушение метрологических характеристик при несинусоидальном токе;
5. слабая защита от традиционных методов хищения электроэнергии;
6. ограниченные возможности дистанционного съема данных;
7. повышенное собственное потребление по цепям тока и напряжения;
8. необходимость использования в точке учета нескольких счетчиков по видам энергии.

Они актуальны при больших нагрузках, в ответственных точках учета в местах, где необходимо контролировать мощность, качество электроэнергии и т. д. и где более высокая стоимость счетчика, безусловно оправдана и есть возможность дистанционно контролировать его работоспособность.

А вот отказ счетчика. Электронный счетчик, как правило, отказывает не на входном контроле, а в процессе эксплуатации, в отличие от индукционного. А это уже потери другого уровня, которые порой намного превышают стоимость счетчика.

### УЧИТЬСЯ НА ЧУЖИХ ОШИБКАХ

В начале девяностых годов зарубежных производителей измерительной продукции захлестнула примерно такая же эйфория, которую сейчас переживает Россия. Так, например, в Англии доля электронных счетчиков электроэнергии достигла 95%, однако на сегодняшний день эта цифра уменьшилась до 65%. Из "высокооплачиваемой" Европы заводы по производству индукционных счетчиков перенесены в развивающиеся страны и производят миллионы счетчиков, находящих свою нишу и выполняющих свою функцию.

Энергосистемы России ("Красноярскэнерго", "Татэнерго", "Брянскэнерго") стабильно закупают индукционные счетчики, так же как и электронные, отдавая предпочтение их надежности и учитывая плохое качество сетей, особенно в сельской местности. Ведь ресурс индукционного счетчика - десятки лет и даже через 50 лет некоторые образцы укладываются в заданный класс точности.

Противостояние индукционных и электронных счетчиков - это скорее противостояние между заводами-производителями. Они предназначены для разных секторов рынка. Рано отправлять в архив индукционные счетчики. Как и не стоит недооценивать электронные. Прежде всего, надо решить, есть ли возможность и необходимость воспользоваться всеми преимуществами счетчиков и не обращать внимание на их недостатки? Выбор счетчика - это результат взвешенного решения, анализа каждой отдельной ситуации.

Источник информации: <http://lemz.spb.ru/>

## Селективность в системах энергообеспечения

В электротехнике под «селективностью» понимают совместную работу последовательно включенных аппаратов защиты электрических цепей (автоматические выключатели, плавкие предохранители, УЗО и т.п.) в случае возникновения аварийной ситуации.

Селективность используется при выборе номинала устройств защиты гражданских и промышленных электроустановок для отключения от общей системы питания только той ее части, где произошла авария. Это достигается за счет срабатывания только того автоматического выключателя, который защищает аварийную линию питания.

При проектировании и эксплуатации современных систем электроснабжения основной задачей является обеспечение селективности, т.е. координации рабочих характеристик аппаратов защиты при любых типах повреждения.

Селективная защита позволяет использовать аппараты защиты с отключающей способностью ниже, чем расчетный ток КЗ в точке его установки, учитывая, что другое устройство защиты с необходимой отключающей способностью имеется на стороне питания. В таком случае характеристики этих устройств должны согласовываться так, чтобы значение удельной энергии ( $I^2t$ ), пропускаемой устройством на стороне питания, было не выше выдерживаемого без повреждения устройства на стороне нагрузки и защищаемых линий.

Координация – это последовательное соединение двух или нескольких аппаратов с целью защиты от сверхтоков, чтобы обеспечить селективность при сверхтоках и резервную защиту.

Для селективной работы автоматических выключателей при перегрузках нужно, чтобы номинальный ток ( $I_n$ ) автоматического выключателя со стороны питания был больше  $I_n$  автоматического выключателя со стороны потребителей. Добиться селективной работы автоматических выключателей при КЗ сложнее, а иногда невозможно.

Проверка возможности селективной работы производится при расчетном токе КЗ по специальным таблицам, которые имеются в каталогах фирм-производителей оборудования.

Латинские буквы **B**, **C** и **D** обозначают характеристику наиболее распространенных автоматических выключателей, которая называется «тип мгновенного расцепления» и установлена в **ГОСТ Р 50345 (МЭК 60898-95)** «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения».

Конкретный тип мгновенного расцепления устанавливает диапазон токов мгновенного расцепления, протекание которых в главной цепи автоматического выключателя может вызвать его расцепление без выдержки времени. В **ГОСТ Р 50345** для каждого типа мгновенного расцепления установлены следующие стандартные диапазоны токов  $i_{0,01}$  мгновенного расцепления: **тип B** –  $3 \div 5I_n$ ; **тип C** –  $5 \div 10I_n$ ; **тип D** –  $10 \div 50I_n$  ( $I_n$  – номинальный ток автоматического выключателя).

Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления **D** обычно имеют диапазон токов мгновенного расцепления свыше  $10I_n$  до  $20I_n$ .

Стандартная времятоковая зона предписывает следующее поведение автоматического выключателя. Если в главной цепи автоматического выключателя протекает электрический ток, величина которого равна нижней границе диапазона токов мгновенного расцепления ( $3I_n$ ,  $5I_n$  и  $10I_n$ ), то автоматический выключатель должен расцепиться за промежуток времени более 0,1 с.

При протекании в главной цепи тока, равного верхней границе диапазона токов мгновенного расцепления ( $5I_n$ ,  $10I_n$  и  $50I_n$ ), автоматический выключатель расцепляется за время менее 0,1 с. Если значение тока главной цепи находится в диапазоне токов мгновенного расцепления, автоматический выключатель расцепляется либо с незначительной выдержкой времени (несколько секунд), либо без выдержки времени (менее 0,1 с).

Фактическое время срабатывания автоматического выключателя определяется его индивидуальной времятоковой характеристикой.

В ассортименте модульного оборудования ТМ ИЕК есть две серии – ВА47-29 и ВА49-100 с номинальной отключающей способностью 4,5 кА и 10 кА соответственно. Вышеупомянутые аппараты обеспечивают работу только в пределах указанных величин, и за счет подбора автоматов с различными буквенными обозначениями достигается только частичная селективность. Здесь мы можем говорить только о «частично-условной» селективности в цепях электропитания конечного потребителя, т.к. на этой группе аппаратуры невозможно реализовать временную селективность. Например, со стороны питания поставить ВА49-100 типа D, а в зоне конечных потребителей – ВА49-27 типа B или, для достижения большего защитного эффекта, – типа A.

Проблему селективности решает применение автоматических выключателей, соответствующих ГОСТ Р 50030.2 (МЭК 60947-2-98) промышленного исполнения. В каталоге продукции ТМ IEK это серии автоматических выключателей в литом корпусе ВА88 и воздушных ВА07. Среди этого оборудования есть аппараты с категорией применения «А» (общего применения) и «В» (специально предназначенные для обеспечения селективности в условиях КЗ относительно других устройств защиты от КЗ).

Схема на рис. 1 указывает на необходимость согласования срабатывания двух автоматических выключателей – «1» и «2», что бы в случае КЗ в точке «3» сработал только автоматический выключатель «2», что гарантирует бесперебойное энерго-снабжение остальной части схемы, запитанной через выключатель «1».

Учитывая, что селективность в пределах диапазона токов перегрузки электрической установки обычно реализуется посредством различий номинальных токов автоматических выключателей защиты линий потребителей и основного (вводного) автоматического выключателя на стороне питания, то селективность в диапазоне - токов КЗ достигается путем дифференциации значений токовых уставок и, при необходимости, времени срабатывания.

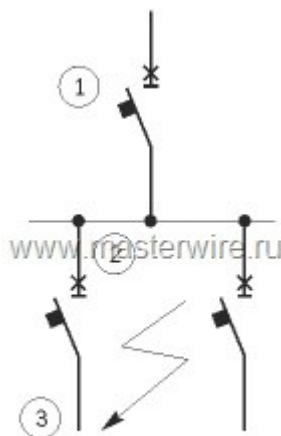


Рис. 1

Селективность может быть полной или частичной:  
– полная селективность: при значениях тока меньше или равных максимальному току КЗ в точке «3» – срабатывает только автоматический выключатель «2»;

– частичная селективность: при значениях тока КЗ ниже определенного значения срабатывает только автоматический выключатель «2», а при значениях тока КЗ, равных или выше этого определенного значения срабатывают автоматические выключатели «1» и «2».



Поскольку большинство неисправностей в цепях появляется во время эксплуатации, то частичная селективность применима, если предел селективности выше значения тока КЗ на конце линии. В этом случае говорят о рабочей селективности. Ее реализация часто весьма удобна, экономична и проста.

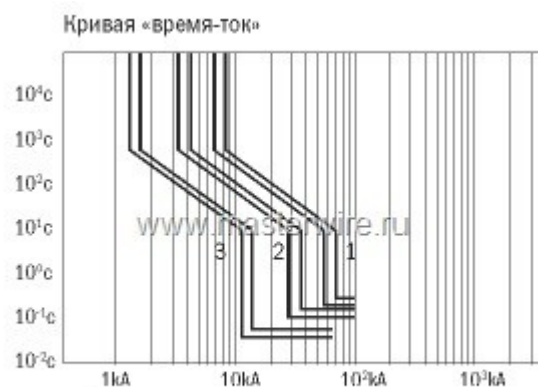
Схема на рис. 2 – это пример полной селективности трех автоматических выключателей, установленных последовательно в системе с номинальным напряжением 400В и расчетным током КЗ 30кА.



Рис. 2

Обозначение	Тип	$I_{cu}$ при 400В
1	ВА07-325	85кА
2	ВА88-43 1250	50кА
3	ВА88-37 400	35кА

Как показано на диаграмме (Рис. 3), при указанных выше уставках пересечение между времятоковыми кривыми различных автоматических выключателей отсутствует. Здесь выполнено условие селективности, когда минимальная задержка 70мс гарантирует следующую селективность: – до 50 кА между поз. 1 и поз. 2; – до 35 кА между поз. 2 и поз. 3. Таким образом, если максимальный расчетный ток КЗ системы составляет 30 кА, то можно говорить о полной селективности.



**Рис. 3**

### Селективность по току

Достигается путем задания различных уставок по току автоматических выключателей (максимально – токовой отсечки), причем более высокие уставки имеют автоматические выключатели на стороне питания. В оконечных электрических установках главным образом используются автоматические выключатели, имеющие функцию максимальной токовой защиты. Фактически обеспечивается только частичная селективность. Времятоковые характеристики указаны на рис. 4.

### Селективность по времени

Достигается путем преднамеренной задержки времени срабатывания автоматических выключателей, причем в последовательной цепочке выключателей большее время срабатывания имеет выключатель, ближайший к источнику питания.

Уставка срабатывания по времени выключателей на стороне питания должна быть на 50% выше, чем на стороне нагрузки, так же, как и при обеспечении селективности по току.

В данном случае нужно убедиться, что автоматические выключатели с задержкой срабатывания имеют значение кратковременно выдерживаемого тока  $I_{sw}$ , превышающее максимальный ток КЗ, который может протекать в установке (максимальное значение расчетного тока при задержке срабатывания).

Селективность по времени требует установки задержки не менее 100 мс по отношению ко времени срабатывания автоматического выключателя на стороне нагрузки. Времятоковые характеристики – на рис.

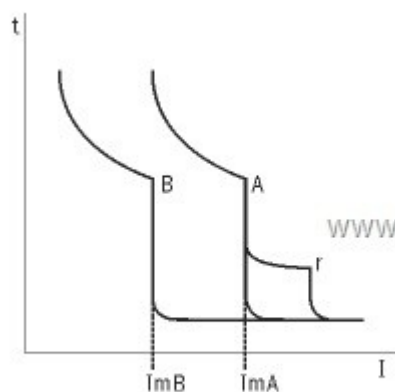


Рис. 4

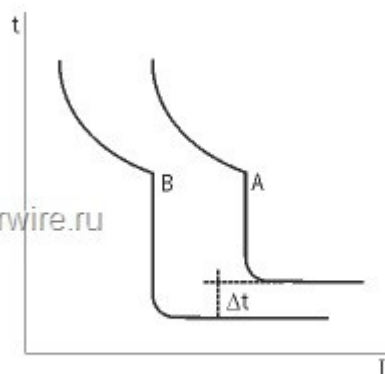


Рис. 5

5.

### Зонная селективность

Реализуется между двумя аппаратами, объединенными специальной связью. Когда расположенный ниже обнаруживает неисправность, он посылает сигнал выключателю, расположенному выше, который начнет отсчет выдержки времени, равной 50 мс. Если за это время расположенный ниже выключатель не в состоянии ограничить воздействие неисправности, то активизируется выключатель, расположенный выше (рис. 6). Электронные расцепители автоматических выключателей обеспечивают выполнение зонной селективности.

Селективность улучшается при использовании автоматических выключателей с электронными расцепителями, в которых  $I^2t = \text{const}$ , что позволяет избежать наложения характеристик. Времятоковые характеристики указаны на рис. 7. Все вышеприведенные рассуждения о подборе оборудования и его настройках велись с учетом величины токов КЗ на различных участках схемы электропитания. Что же это за токи?

### Различают максимальный и минимальный ожидаемые токи КЗ.

Максимальный ожидаемый ток КЗ – это ток на линейных зажимах устройства защиты от КЗ, который может быть рассчитан при известных параметрах сети питания и параметрах электроустановки со стороны питания до места устройства защиты.

Минимальный ожидаемый ток КЗ – это ток, соответствующий КЗ в самой отдаленной точке защищаемой цепи, при КЗ между фазой и нейтралью или, если нейтраль не распределена, между фазами.

В случае питания установки от нескольких источников рассматривается только один источник, имеющий максимальное внутреннее полное сопротивление.

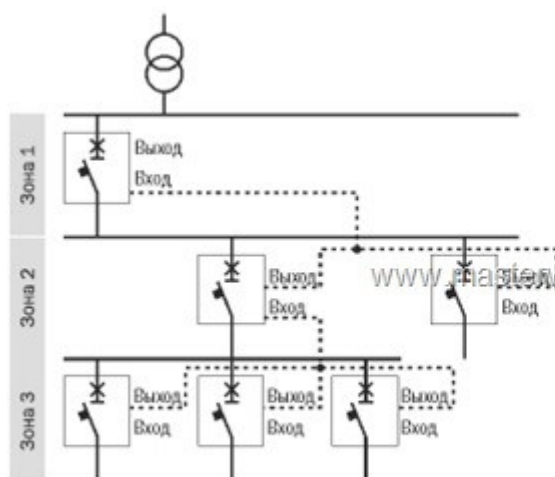


Рис. 6



Рис. 7

### Упрощенный вариант расчета токов КЗ:

Расчет минимального тока КЗ производится по следующим формулам:  
Для трехфазных цепей с нераспределенной нейтралью (КЗ между

$$\text{фазами): } I = \frac{0,8U}{1,5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot L/S}$$

где:

$I$  – ожидаемый ток КЗ, А;  $U$  – линейное напряжение источника питания, В;  $\rho$  – электрическое удельное сопротивление жилы кабеля, Ом мм<sup>2</sup>/ м, при 20°C;  $L$  – длина защищаемой проводки, м;  $S$  – площадь поперечного сечения жилы кабеля, мм<sup>2</sup>.

Для трехфазных цепей с распределенной нейтралью с уменьшенным или неуменьшенным сечением проводника (КЗ между фазой и нейтралью):

$$I = \frac{0,8U_0}{1,5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot L/S}$$

где:  $U_0$  – номинальное напряжение источника питания между фазой и нейтралью, В;  $m$  – отношение между сопротивлением нейтрального проводника и сопротивлением фазного проводника (или отношение между площадью сечения фазного и площадью сечения нейтрального проводников, если они сделаны из одного и того же материала);  $\rho$  – удельное сопротивление материала проводника (0,018 для меди и 0,027 для алюминия), для проводников с сечением выше 95 мм<sup>2</sup> учитываем реактивное сопротивление.

Расчетные токи КЗ используют для определения требуемой отключающей способности устройства защиты при КЗ. По минимальному току КЗ выбирают ток мгновенного отключения автоматического выключателя, который должен быть не меньше расчетного минимального

тока КЗ. Если устройство располагается на главном вводе электроустановки, выбор устройства защиты производят по наибольшей отключающей способности.

При оценке надежности работы максимальной токовой защиты, в том числе в сети 0,4 кВ, согласно ПУЭ п. 3.1.8, в качестве критерия рассматривается её чувствительность, определяемая кратностью тока КЗ по отношению к номинальному току тепловых и току срабатывания электромагнитных расцепителей автоматов. В последнем, 7-м издании ПУЭ, п. 1.7.79, введен новый критерий, а именно максимально допустимое время автоматического отключения повреждения.

В условиях изменяющегося сопротивления и тока КЗ время срабатывания защиты не может быть определено, как это обычно делается, по заводской времятоковой характеристике расцепителя автомата.

При значительном изменении тока КЗ становится неопределенным и понятие чувствительности защиты, особенно выполняемой тепловыми расцепителями.

Кратность тока отсечки вводного автомата следует принимать как можно меньше. Кратность тока отсечки выпускаемых выключателей может быть равной  $5I_n$ ;  $10I_n$ , с погрешностью  $\pm 20\%$ .

Следует учитывать, что надежное срабатывание отсечки происходит при верхнем значении кратности тока в указанных диапазонах, т.е.  $6I_n$ ,  $12I_n$ . При этих кратностях тока зона действия отсечки не распространяется на всю длину кабелей малого сечения.

Меньшую кратность тока отсечки допускают автоматы с электронными расцепителями, например, ВА88, ВА07.

Еще один из способов решения задачи селективности – это применение в цепи питания плавких предохранителей.

Ниже приведены сведения из стандарта **ГОСТ Р 50030.2**, определяющие принципы координации автоматических выключателей с плавкими предохранителями, включенными в одну цепь.

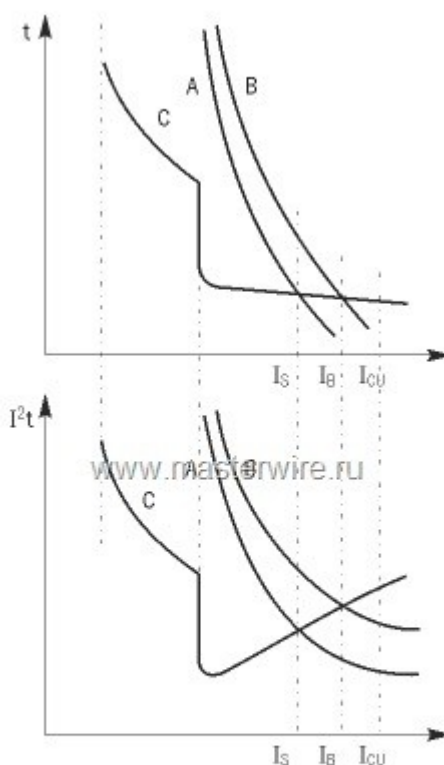
При правильно рассчитанной системе координации отключающих устройств предполагается, что при любых значениях сверхтока вплоть до номинальной предельной наибольшей отключающей способности  $I_{cu}$  отключение производит только автоматический выключатель.

На практике действительны такие соображения:

- если значение ожидаемого аварийного тока в данной точке системы ниже  $I_{cu}$ , предполагаем, что включение в цепь одного или нескольких плавких предохранителей не связано с резервной защитой;
- если значение тока координации  $I_B$  (предельное значение тока, выше которого при последовательном соединении двух аппаратов защиты от сверхтоков один защитный аппарат обеспечивает резервную защиту второго) слишком мало, возникает опасность потери селективности;
- если значение ожидаемого аварийного тока в данной точке системы выше  $I_{cu}$ , следует так подобрать один или несколько плавких предохранителей, чтобы обеспечить  $I_B \leq I_{cu}$ . Определение тока координации и соответствие требованиям  $I_B \leq I_{cu}$  следует проверять сопоставлением рабочих характеристик автоматического выключателя и плавкого предохранителя.

Пригодность комбинации оценивают, рассмотрев рабочую характеристику  $I_2t$  плавкого предохранителя в диапазоне от  $I_{cu}$  до ожидаемого тока КЗ в области применения, но не выше наибольшей отключающей способности комбинации.

Это значение не должно превышать  $I_2t$  автоматического выключателя при его номинальной наибольшей отключающей способности. Это иллюстрируют приведенные на рис. 8 графики.



**Рис. 8.** Характеристики плавкого предохранителя и автоматического выключателя

$I$  — ожидаемый ток КЗ;

$I_S$  — предельный ток селективности;

$I_B$  — ток координации;  $I_{CU}$  — номинальная предельная наибольшая отключающая способность автоматического выключателя;

A — преддуговая характеристика плавкого предохранителя;

B — рабочая характеристика плавкого предохранителя;

C — рабочая характеристика автоматического выключателя

Рассмотрим реализацию селективной защиты на примере абстрактной системы электроснабжения низкого напряжения (НН) с применением продукции ТМ IEK с практическими рекомендациями к конкретной аппаратуре.

При проектировании и эксплуатации современных систем электроснабжения НН основная задача – селективность аппаратов защиты, координации их рабочих характеристик при любых типах повреждения. В решении этой задачи выделяем три уровня системы электроснабжения (см.

рис. 9), каждый из которых имеет свои особенности и требования к аппаратам защиты.

**Уровень 1:** Главный распределительный щит (ГРЩ) является наиболее важной частью сети НН, которой свойственны:

- высокие требования к бесперебойности электроснабжения, так как ложное срабатывание аппарата на этом уровне приводит к отключению большого числа потребителей;
- относительно высокие значения токов КЗ из-за близости к источнику питания;
- большие номинальные токи, так как вся нагрузка нижерасположенной сети питается от секций ГРЩ.

На этом уровне в качестве вводных аппаратов наиболее часто применяются токоограничивающие воздушные автоматические выключатели. Эти аппараты согласно **ГОСТ Р 50030.2 (МЭК 60947.2)** относятся к категории применения «В», для которой нормируется величина кратковременно допустимого сквозного тока КЗ  $I_{cw}$ . Это позволяет данным аппаратам срабатывать с заданной выдержкой времени, которая устанавливается на блоке контроля и управления. 3

Задача производителя при этом заключается в том, чтобы автоматический выключатель категории «В» имел значение  $I_{cw}$ , близкое или равное значению предельной отключающей способности  $I_{cu}$ .

То есть, чтобы он обеспечивал временную селективность с нижестоящими аппаратами при токах КЗ вплоть до значения своей предельной отключающей способности. При этом не менее важно, чтобы рабочая отключающая способность аппарата  $I_{cs}$  была равна предельной  $I_{cu}$ , т.е.  $I_{cs}=100\%I_{cu}$ .

Это позволяет аппарату не менее трех раз отключать ток КЗ, равный предельной отключающей способности автоматического выключателя. Всем этим особенностям и требованиям в полной мере удовлетворяют аппараты серии ВА07 торговой марки ИЭК, у которых  $I_{cw}=I_{cu}$  и имеет значение для разных исполнений от 65кА до 100кА.

В некоторых случаях необходимо, чтобы близкие КЗ относительно вводных аппаратов (например, КЗ на сборных шинах ГРЩ) отключались ранее, чем установленная на вводном аппарате выдержка времени защиты от КЗ. В этом случае предлагается использовать так называемую «зонную» селективность, которая реализуется посредством передачи информации по



информационной линии. Эта линия соединяет аппараты, охваченные «зонной селективностью».

В аварийном режиме выключатель, расположенный выше повреждения, обнаруживает его и посылает сигнал блокировки на верхний уровень, т.е. вышестоящему выключателю. В этом случае вышестоящий аппарат будет работать с заданной на расцепителе выдержкой времени. В случае, если вышестоящий автоматический выключатель не получает сигнал блокировки, например при КЗ на шинах ГРЩ, он срабатывает мгновенно.

Таким образом, применяемые на ГРЩ вводные аппараты ВА07 категории «В» обеспечивают временную селективность при токах КЗ вплоть до своей предельной отключающей способности, имеют функцию логической селективности и характеристику  $I_{cs}=I_{cu}$ .

**Уровень 2:** Промежуточные распределительные щиты (вторичное распределение). На этом уровне системы электроснабжения НН – по-прежнему повышенные требования к бесперебойности питания, высокие значения ожидаемых токов КЗ, а также существует необходимость снижения тепловых и электродинамических воздействий токов КЗ на электроустановку (особенно на кабельные линии). Поэтому здесь часто применяются токоограничивающие автоматические выключатели в литом корпусе, относящиеся к категории «А», реже «В». Типичные представители – аппараты серии ВА88.

**Уровень 3:** Конечное распределение. Основными требованиями этого уровня являются обеспечение эффективного токоограничения и электробезопасности (аппараты этого уровня защищают непосредственно конечного потребителя). Поэтому здесь применяют модульные токоограничивающие автоматические выключатели, относящиеся к категории «А». Это автоматические выключатели серии ВА47-29, ВА47-100, дифференциальные автоматические выключатели АВДТ32, АВДТ12/14 т.п.

Вопросам селективности можно было бы посвятить не одну статью, а целую серию. Но и вышеприведенный обзор основных аспектов реализации селективной защиты поможет осознанно и с пониманием подходить к решению задач подбора номинала комплектующих для конкретного технического проекта заказчика.

**Владимир Селиверстов**

Источник информации: <http://iek.ru/>

## Полезные книги:

### Школа для электрика. Курс молодого бойца



Сборник «Школа для электрика. Курс молодого бойца» состоит из статей, в которых очень простыми средствами и понятным языком изложены базовые основы электротехники, без знания которых не возможно стать настоящим специалистом.

Очень удобно когда базовые статьи по основам электротехники, электробезопасности и электрическим машинам собраны в одной PDF-книжке!

[Ссылка на книгу «Школа для электрика. Курс молодого бойца»](#)

### Устройство защитного отключения (УЗО): Теория и практика использования

Новая электронная книга, созданная на материалах московской электромонтажной компании «ЭлектроАС».

#### Содержание книги:

Принцип работы устройства защитного отключения (УЗО)

Классификация и типы устройства защитного отключения (УЗО)

Что требуется учесть при электромонтаже устройства защитного отключения (УЗО)

Электроработы — замеры и испытания выключателей автоматических управляемых дифференциальным током (УЗО)

Почему нельзя устанавливать УЗО в системе заземления “TN-C”?

Ответы на вопросы



[Ссылку на книгу «УЗО: теория и практика использования»](#)

## Замена старых пробок на автоматы в хрущёвке

Подвернулся один заказ, на котором можно даже попробовать написать осмысленную статью о том, как примерно можно малой кровью поменять старые советские пробки на современные автоматы в старой советской панельной пятиэтажке-хрущёвке. Также поменял **вводной автомат под напряжением в этажном щитке**, о чём в середине статьи сделал небольшой обзор.



В данной версии дома на лестнице имелось два щитка: один для слаботочки (ТВ, телефон, инет) и второй для квартирных автоматов, ограничивающих мощность и отключающих счётчики в квартирах. Кстати, попутно замечу обалденный прикол: сейчас все возвращаются именно к этой схеме: из лестничного/этажного щитка удаляется всё, кроме одного автомата, а счётчик, как в старину, вносится в квартиру, где монтируется новый щиток и новая разводка.

В нашем случае нужно было всего лишь заменить пробки на автоматы, так как сами пробки давно кончились, покупать их хозяйку задолбало, а выбивать они продолжали: остались только 10Амперные, которые были вкручены вместо 16Амперных. А ещё щиток оставался от старой системы 220/127, когда в квартиру заходило две фазы, и в каждой была пробка. Сейчас, при однофазной схеме питания, отдельные автоматы защиты в цепи нуля запрещены.

Итак, вначале я исследовал этажный щиток (к сожалению, в такие моменты было не до фото), и заменил старую АЕшк на АВВ, правда несколько завысив номинал до С32. Надеюсь, что меня за это не убьют. Или хотя бы убьют быстро. В любом случае – это было самой ответственной частью работы, так как менять приходилось под напряжением и ещё среди кучи старых проводов. Попробую рассказать об этом и дать некоторые советы тем, кто занимается таким экстримом.

### Замена вводного автомата под напряжением

В любом случае на данный момент я говорю о таких редких случаях, когда ну ооочень надо заменить вводной автомат в этажном щитке при однофазном питании на квартиру. Ни о каких заменах промышленных трёхфазных автоматов и речи быть не может! Обычно “бытовая” замена сводится к “вынул фазу – вставил фазу, закрутил”, но есть куча нюансов, первый из которых – подумай!

Нулевое. **НИКОГДА этого не делайте**, если можете! Если не можете – ищите способ отключить стояк/щит. Если такой возможности нет – тогда ничего не делайте. Но, если вы – потенциальный самоубийца или не цените свою жизнь – тогда вперед!

Первое. Самое важное: **ОБЯЗАТЕЛЬНО** должен быть **напарник!** Или тот, кто вас страхует или знает, что делать, если уебёт! Советую самому сразу продумать сценарий работы, исходя из худшего случая развития событий – что будет делать ваш напарник, и что будете делать вы, например, если чего-то отвалилось и коротнуло.

Второе. **Средства защиты.** Электрозащитные перчатки, и нормальные! Без кулибинства и изобретений. На совсем худой случай – пара-тройка резиновых медицинских, и сверху хлопчатая обычная строительная. Но в таком случае – никакого экстрима и лазания голый рукой в щите с касанием оголённых проводов!



Резиновые перчатки в этом случае служат хоть каким-то электроизоляционным средством, а хлопчатая кое-как защищает их от прорывов.

**Стремянка**, или то, на чём вы будете работать. Она должна быть архипрочной, не качаться и стоять абсолютно ровно, чтобы у вас не дрогнули руки от неожиданности в самый ответственный момент. Если есть чего-нибудь электроизоляционное, даже типа бытового коврика для обуви перед квартирой - полложить под ножки.

Третье. **План действий.** Продумать всё до мелочей – чем и как будете откручивать фазный провод с автомата. Куда его девать в момент смены автомата. Как будете снимать автомат, чем и на что будете крепить новый (часто нужно ставить дополнительную DIN-рейку), какие **инструменты** понадобятся.



Нужно всё подготовить, разложить рядом, чтобы было удобно брать, или их подавал вам напарник. Обычно я сталкиваюсь с тем, что нужно ставить DIN-рейку. Тогда я осматриваю щиток на наличие каких-нибудь отверстий, куда эту рейку можно закрутить, или оочень аккуратно сверлю их ручной пластмассовой дрелькой, чтобы ничего не задеть. Фазный провод по возможности оставляю в старом автомате. Если же старый автомат мешает – я вынимаю из него фазный провод, изолирую его куском ПВХ-трубочки, дополнительно закрепляю изолентой, отгибаю и работаю.

Четвёртое. **Операция по замене.** Да-да. Всё это напоминает медицинскую операцию: ни одного лишнего движения, все инструменты и материалы готовы, приступаем. Для начала – освобождаем крепление старого автомата, снимаем его с посадочного места или DIN-рейки и, придерживая провода, отгибаем. Внимание! Если в щитке алюминиевые провода – будьте очень осторожны! Они легко могут отломиться и в худшем случае коротнуть. Их надо придерживать второй рукой.

Далее, у нас есть свободное место вокруг того, где был старый автомат. Крепим DIN-рейку по вкусу, аккуратно. Это один из опасных этапов – так как нельзя ничего ронять в щиток: упавший винтик может попасть на другие автоматы и хорошо коротнуть: от попадания частиц расплавленного дугой металла в глаза до отключения стояка. Или отгорачния чего-нибудь где-нибудь.



Затем нужно переключить фазный проводник на новый автомат и/или защёлкнуть его на рейку. Этот этап у меня варьируется: иногда, если я вижу, что фазный проводник держится прочно и не пружинит или выскальзывает за щит, я откручиваю старый автомат, снимаю его и сразу же закручиваю новый. И затем уже новый автомат с заведённым фазным проводником надеваю на DIN-рейку.

После этого можно вздохнуть спокойно, проверить работу, протянуть контакты, ещё раз убедиться, что всё хорошо, уложить провода и поздравить себя с бесконечным везением такому мудаку, как ты. Но ещё раз повторяю – если в чём-то сомнение (прочность проводника, контактов, изоляции) – лучше этого не делать! Описание может быть получилось сумбурным и больше напоминает шаманство, но повторяю ещё и ещё раз! Берегите свои нервы и жизнь! Это – дороже денег!

А теперь изучим весь щиток с заказа повнимательнее. Итак, стояк трёхфазный, выполнен на старых фарфоровых изоляторах: изолятор крепится к щитку, на нём, в свою очередь, закреплена пластина, на которую под винты М4 зажимаются приходящие и отходящие проводники. Стояк смонтирован безразрывно, что делает плюс монтажу. Соседский автомата, над которым был “наш” потихоньку горит и плавится. Я подтянул контакты – посмотрим, что будет. Потенциально – кандидаты на замену автомата.

И бонусом – самое стрёмное – **рабочий ноль!** Это – полный ахтунг! Скрутка алюминия стока (светлые белые толстые провода) с кучей отходящей хрени (ещё и медной) болтается просто так! Под ней видны следы старого клеммника – кажется, она была на корпусе щита (положим, ноль был

как PEN с некоторой натяжкой по сечению). Вот это – потенциальный кандидат к отгоранию скрутки и подаче в квартиры везунчиков 380! Хозяева были предупреждены, – видимо, вызывать ЖЭКовского электрика придётся, для полной переборки. Сюда хорошо бы прикрутить латунную неизолированную шинку прямо к корпусу щитка на саморезах по металлу, зачистив место контакта под ней. Будет и шинка, и винты, и контакт с щитком.



### Демонтаж старого квартирного щитка



После того, как был заменён вводной автомат на лестнице, и за его качество и отключаемость я мог ручаться, я смело его отключил, и полез бороться с квартирными пробками. Пометил отходящие линии, фазировку проводников, и стал снимать пробки, их держатели, маркируя концы (L, N) цветной изолентой. Мне повезло в том, что отходящие со счётчика концы были достаточной длины, что позволило сразу же завести их на гребёнку и на нулевую шинку без надставления или замены. Чем меньше соединений – тем лучше для контакта.



DIN-рейка на щитках такого типа отлично встаёт по верхней линии отверстий от крепления старых пробкодержателей, понадобилось только чуть-чуть подогнать одно из отверстий рейки. Ввод на автоматы получился снизу; напряжение раздавалось на сами автоматы при помощи отрезка гребёнки, что сразу придаёт удобство и красоту монтажу.



Отходящие линии были заведены под щиток, выведены сверху заведены на автоматы. Нулевая шинка тоже оказалась на DIN-рейке – это облегчило монтаж, но придало ему некую некрасивость, на мой вкус в данном случае. Концы постарался уложить красиво, чтобы выглядело более-менее ровно и аккуратно. На самом деле, в монтаже есть один хитрый косяк, который виден невооружённым глазом на фото ниже справа. Попробуйте-ка его отыскать – жду злых и страшных комментов!



## Замена дверного звонка

Ещё надо было заменить дверной звонок, и поэтому тоже немного напишу о безопасности звонков в целом. Так как клиент обитает на первом этаже, то им часто ломают звонки и кнопки. В таком случае встаёт вопрос безопасности того, кто ломает (хотя пусть его током ипнет!) и пожарной безопасности квартиры в случае заклинившей звонковой кнопки снаружи. Естественно, что потребление дверного звонка такое малое, что автомат, даже на 1А не поможет в принципе!



В старых советских звонках эта проблема решалась офигенно простым и суровым способом. Звонок имел две катушки, которые образовывали

трансформатор. Первичная обмотка его была рассчитана на 220 вольт и постоянно включена в сеть. Вторичная имела (по моим догадкам идеи такого звонка) вольт 6 или 12 и подводилась к кнопке. Внутри сердечника стоял поворотный боёк.



Работало это так. Когда трансформатор не нагружен, магнитное поле, создаваемое катушкой первичной обмотки, слабое, и его не хватает для того, чтобы боёк колебался. Если замкнуть вторичную обмотку, то по ней течёт ток короткого замыкания, вызывающий рост магнитного поля в магнитопроводе. В этом случае боёк колеблется и звонит.

Со стороны физики это выглядело как обычный трансформатор со специальным зазором в магнитопроводе и с короткозамкнутой вторичной обмоткой. При определённом расчёте такой трансформатор может работать в режиме КЗ вечно. Поэтому он пожаробезопасен.

Современные же звонки имеют или электронную схему (хорошие), которая питается от 220 вольт и тоже может работать вечно (ничего не перегреется и не сгорит), или хилую катушку, питающуюся от 220 вольт и рассчитанную на кратковременную работу. В таком случае, если заклинить кнопку на лестнице – катушка перегреется и полыхнёт. Так что выбор звонка – тоже непростое дело, если учитывать эти вопросы.

P.S. Нервы, я говорил, надо беречь?! Когда я менял автомат – у меня постоянно падал винтик от DIN-рейки, почти между фазным изолятором и корпусом щитка. Я думал, что поседею, но всё обошлось – проводки меня слушаются! Но стоило выйти на улицу – на обычную, мля, улицу – как в вечернем сумраке упал на мелкой ямке и сильно растянул ногу. Берегите нервы, господа! И.. мне точно нужен телохранилитель!

Источник информации: <http://cs-cs.net/>



# Электрика стахановскими методами! Ставим рекорды!

Попался очень вкусный заказ – сделать разводку в квартире с нуля, с переходом на трёхпроводку, адекватный заказчик и полностью пустая квартира. Сроки были – чем быстрее, тем лучше, и основной упор был сделан на качество.



Выехали на точку, с ноутом и лазерной рулеткой, промерили помещение (тогда я ещё не знал Visio ;)), на бумажке расчертили план помещений, линии и группы освещения и розеток. Так как потолки у заказчика должны были быть натяжными, то было решено линии освещения вести вертикальными штробами по стенам, выводить под прямым углом под потолок и дальше вести к нужным точкам на клипсах. розетки были запланированы у самого пола, чуть выше плинтусов, разводка по полу в стяжке, на расстоянии 150-200 мм от края, проходы через дверь – посередине проёма.

## Начало

Итак, работа началась ровно в 9 утра понедельника – мы перетаскивали инструменты, Заказчик подвозил материалы, и в 9:30 уже раздавался стук перфораторов. Разметка велась параллельно с работой, да и вообще – удобно. На стенах писать можно ;) Сама квартира была интересно и кошмарно построена. Дом, говорят, строили военные, и вскорости, да и вообще, в том, как ведётся строительство жилых домов вообще, можно было убедиться лично.

После того, как заказчик (до нас) снял полы (паркетная доска) и стяжку (куча песка и строительного мусора), он офигел от того, как там была сделана проводка, и позвал Мастеров. Которые тоже офигели, хе-хе. Обычно как работается, если надо переделать всю проводку? Кладутся новые линии в тех местах, где хочет заказчик, а все старые кабели обычно, где возможно, безжалостно выдираются и обкусываются.

Заказчик пристально смотрел на нас, вопрошая – а вы, мол, вообще, опытные ребята? Вы вообще в курсе, как в таких типах жилья идёт проводка? Чё вот это за такие тут “шланги” на полу?! Мы сказали, что всё знаем, а что не знаем – разберёмся. Заказчик пристально на нас посмотрел, похмурился, но работать с нами согласился. Вы, говорит, сильно лидируете в тендере. До вас прежние сказали: “два дня работы, кабели растянем и всё подключим”. А

как, куда и что – не сказали. Другие даже про щиток не знали, а вы и про УЗО мне сказали.

Ну так вот. Квартирка была вторичным жильём в панельном доме 70х годов прошлого века. Сейчас, почти через год, составляя статью, накопленным опытом могу сказать, что почти все дома похожи: проводка освещения идёт по потолку (и сверху) верхнего этажа. Силовая проводка розеток сделана шлейфом и уложена в каналах плит под стяжкой пола.

В коридоре были откопаны пара труб, и ещё третья, которая их пересекала. Одна из труб, как выяснилось позже, представляла собой ввод из щитка слаботочки (телефон, антенна, и инет), в другой лежали три провода (L, N, PE) для электроплиты. А вот та труба, что пересекала это всё, для нас осталась полностью тайной. Сначала думали, что это просто кусок арматурины, которой между собой соединялись плиты, но, аккуратно распилив, нашли там тоже провода...



Вот фото чистой комнаты (розетки уже содрал, не догадался зафоткать шлейфы в плитах) и фотка странностей. Эти странности были освещением и ещё чем-то от соседской квартиры этажом ниже. Про них была смешная история, но про это чуть ниже. Вся штатная проводка была выполнена, конечно, алюминиевым кабелем 2,5 мм<sup>2</sup> (что примерно и грубо эквивалентно меди в 1,5 мм<sup>2</sup>) в резиновых трубках, а кое-где (в каналах плит) без трубок вовсе.



## Вскрытие

Начало работ всегда самое противное и неблагодарное: просто долбишь отверстия под подрозетники в стенках... У нас был трофейный перфоратор **DeWALT**, сильно облегчавший работу, но всё равно это жутко тяжело и шумно. И ещё – за день всё продалбываешь, приходит заказчик – видит только дырки в стенах и естественно у него немой вопрос – “а чё вы весь день? Это что ли долбили? Так мало?!”... Здесь было всего две несущих стены, остальное было из гипсолита, поэтому дела шли лучше и прямо стахановскими методами.



Межкомнатные стенки оказались толщиной около 50мм, что как раз соответствовало толщине самого подрозетника – в итоге пару точек на смежной стене пришлось немного подвинуть, чтобы розетки не втыкались друг в друга.

На кухне было очень странно и забавно – там была штатная твёрдая стяжка от строителей. Вот вдруг, блин, взяли и залили цементом. С проводкой к плите в стальной трубе и прочими прелестями. Было решено нагло заштробиться в эту стяжку (буду делать у себя в комнате бюджетно-извращенский ремонт, сделаю также) на глубину гофры (заказчик сказал, что заливать будет чуть выше) и проложить все линии там. Дополнительно заказчик проникся креативом и принёс нам пачку ПНД-труб, сказав, чтобы линию на плиту аналогично старой проложили побрутальнее, в трубе и в гофре. Ну – хозяин-барин.



На фото справа – злополучная штроба по несущей стене в коридоре: сначала туда закладывался всего лишь один подъём снизу линии освещения,

и отходящая на светильники коридора. Потом это кончилось расширением штробы и целым пентагоном. Гыгы.

**Линии освещения**, с учётом того, что у заказчика планировались натяжные потолки, было решено пустить самым красивым, аккуратным и удобным нам в монтаже вариантом: гофра на клипсах. Нам удобно: насверлили дырок, наколотили дюбелей, шуруповёртом накрутили клипс, защёлкнули гофру. Заказчику – красиво и грамотно.



Вот она – вечная онлайн техподдержка. Сверлишь – звонят. “А скажи вот у меня тут в экселе кнопочка пропала...” До кучи заходит в комнату напарничег за инструментом, видит, как я с перфоратором на шаткой стремянке колыхаюсь у люстры: “Ты слышь! Смотри тут ничего неразбее..” – “ДЗЫНЬК!” Сверло срывается, кусок отколотого плафона падает на пол. У обоих, припоминая историю с плиткой, истерический ржач.



Но всё равно, все осветительные линии были сделаны строго, как и должны быть, под прямым углом. Также не забыли подштробить стенку у того места, где гофра переходит из штробы от выключателя в потолочную трассу: отступ потолка планировался как раз где-то 30-50 мм, и поэтому выход кабеля из стены будет уже в потолке.

### **Укладка трасс и рабочие моменты**

С силовыми линиями вышло всё тоже легко и адекватно, как и со световыми. Проводка велась по центру маленьких помещений, дверных проёмов, и на расстоянии 150-200 мм от стен комнат.



Вначале мы гордо прикручивали её плоским проводом типа ПУНП на дюбелях к полу, а потом наш взгляд упал на остаток пачки клипс для гофры, которые остались от проводки освещения потолка. Снова входу перфоратор, мешок дюбелей и шуруповёрт. Клипсы офигенно крутятся, соединяются вместе под сколько надо линий, получается опять же очень быстро, и красиво. “Быстро” в данном случае означает то, что все операции совершаются без затруднений и “..п твою мать!”, как было с проводочками – один держит, второй притягивает кабели им. Здесь можно работать в одно лицо совершенно спокойно. Или в два, но потоком: один идёт, сверлит дырки, второй забивает дюбели. Далее снова первый вкручивает клипсы, а второй защёлкивает кабели.

Офигенно! Теперь всегда буду работать именно так, кроме каких-то особых случаев, где 5мм высоты гофры в стяжке играют большую роль.



На кухне всё было просто, но помучаться пришлось – пока прорезали штробы, вычистили мусор – это тебе не чистый пол и клипсы. Гофры тоже не хотели сначала укладываться, но вопрос был решён в нашу пользу при помощи родного алебастра и мешка Ротбанда, который у нас валялся про запас и пошёл в дело.



Трассировка линий получилась достаточно красивой, мешали только в нескольких местах куски старой проводки, которые удалось аккуратно обойти или поднырнуть под них.



На данной квартире была опробована методика разводки линий почти без распаечных коробок, которые ооочень любят электрики старой закалки СССР - над каждым выключателем коробочка, замурованная напрочь или наоборот, порнографично торчащая поверх обоев. Розеточные линии тоже часто любят делить в коробках. А потом на форумах начинается “а у меня что-то где-то отгорело, трещало в стене, и пропали розетки или свет”.

Ну а чем подрозетник – не распаечная коробка?! Обычная его глубина около 40-50мм, глубина механизма примерно 25-35мм. Так как в данном случае заказчик захотел (ну и в принципе верно – его подход был “лучше сразу вложиться и сделать нормально, чем потом переделывать”) отдельные группы освещения, розеток по комнатам, то розеточная линия шла от щитка до ближайшей розетки, а световая поднималась снизу, по вертикальной штробе, до установочной коробки выключателя. Далее по комнате (в пределах одной группы) розетки шли шлейфом, а линия от светильника спускалась в опять же вертикальной штробе до выключателя.



### **Приколы и приветы от строителей**

Когда начали копаться дальше (дошли до освещения на балконе), вскрылись ещё несколько приколов строительства. Заказчик попросил балкон проштробить, чтобы убрать всю проводку вовнутрь. Мы много матерились, думая, что там будет как минимум бетон. Оказалось – что-то типа шлакоблока или пенобетона, штробится легко и просто, да и сверлится тоже.

**Проводка света соседей снизу** тоже ещё раз напомнила о себе. Как-то убираясь на полу после очередного мега-дестроя и штробления (опять напомнила о себе та замечательная штраба в коридоре), нашли кусок проволоки в полу (второе фото) и долго пытались его выдернуть – ну, мол, мало ли какая херня валяется на полу. Может это просто проволока старая. Причём выглядит эта проволока, кстати, как кусок электрода, примерно 4ки, свёрнутая петлёй. Ну подёргали, и забыли.

Иду на следующий день, входу в дом, останавливает консьержка: “А вы делаете ремонт в квартире хх?” – “Ну мы!” – “Вы там поосторожнее делайте! Ато я вчера зашла проведать вашего соседа снизу, он старый, не ходит, и смотрю – а лампочка в коридоре у него прямо то вертится, то так оп-оп, вверх-вниз дёргается!” – “Упссс....”. Вхожу в квартиру, напарничег как раз ходит ногами по этой проволочке. Я с матами, типа да отвали ты, прогоняю его, замешиваю алебастр и пихаю на ЭТО большой такой блин. Чтобы сразу на века ^\_^ . На третьем фото как раз в маленькой комнате образчик такого же творчества от штатных строителей.



А вот так мы работали (у Заказчика был какой-то старомодный фотик Sony, который писал ещё не на флэшку, а на дискеты!).



Отмериваем кабели по месту, совещаемся, где и сколько надо их взять и положить)) Пишем прямо на стене, а потом суммируем результаты. Каждый кабель маркируется специальным маркером, который пишет тонко, как ручка, и на всём, на чём можно и нельзя. Даже на стекле.



А вот, под конец работы, потихонечку начало получаться уже что-то красивое. Всё на клипсах, механизмы сразу стоят (так просил Заказчик), проводка розеточной и осветительной линии на балкон, и розетки над фартуком на кухне...



Ещё из поразивших приколов было то, что стена, где установлена входная дверь, из гипсолита! Когда резалась штроба под подъём кабелей к щитку, мы чуть на лестницу не прорезались! Вот тебе и домик: берёшь лом, раздалбываешь перегородку, и металлическая дверь не спасает %)



## Сдаёмся!

Заказчик оказался ещё и фетишистом, как я. Случайно ляпнутое слово “индикаторная лампочка” возымело своё действие, и он поехал искать на рынок индикатор напряжения и лампочку. Тем временем мы неспешно, но уверенно заканчивали работу. Собрали блок розеток Ванна-Туалет-Кухня; на кухню пошёл электронный диммер. Прикололись и сумничали, розетку запитали от отдельной силовой линии, чтобы не было штатного строительного порно вида “розетка, питающаяся от линии освещения”.



В коридоре вырос адский ктулху: все линии (свет коридор, свет ВТК, 220 на розетку, 220 на звонок) пришлось поднимать по одной штробе в коридоре около выключателя освещения. Но – всё прокатило, подключилось без ошибок (спасибо маркировке), и заработало с первого раза так, как и должно было работать. Люстру перевели на новые линии, чтобы показать, что выключатели работают.



Щиток получился “стандартно-набитый” для открытой установки. Расстроило то, что пафосная неонка от АВВ светится, хоть и с зелёным индикатором, обычным красно-оранжевым. Вот гады! Даже самая грёбанная ЛС-47 от ИЭК – и то цветная.

Силовые линии 220 соединялись шлейфом (как я писал выше), используя штатные механизмы розеток без единой распайки или дополнительных клеммников. Линии освещения коммутировались при помощи клеммников WAGO, непосредственно в установочных подрозетниках выключателей. Опытным путём было выяснено, что с

LeGrand Valena влезает штуки 4 тройных клеммника, без молотка и грубой силы.



Пока напарничек сидел и отдыхал (на фото так и просится кровь пририсовать от ведра), я дособирил щиток и ждал, когда Заказчик привезёт индикатор напряжения.



## Эпилог

На весь объект (двухкомнатная квартира + балкон) у нас ушло примерно 120м кабеля на розетки и 150 м кабеля на линии освещения. Слаботочку мы завели отдельной гофрой и выпустили около щитка, использовав для ввода всяких телефонов-домофонов витую пару: удобно: две пары уходят на телефон и домофон, и ещё две свободны. И так, как это витая пара, то от помех она защищена лучше, чем тупая лапша.

Работали мы с 9-10 утра до 19-20 вечера, ровно рабочую неделю – то есть, в пятницу вечером (правда в 22 часа) мы сдали объект и получили деньги. Суммой и работами обе стороны остались довольны.

Источник информации: <http://cs-cs.net/>

## Полезные книги:

# Вся правда о электромонтажных работах в деревянном доме в соответствии с ПУЭ и ПТЭЭП



Иллюстрированное практическое  
руководство для начинающих  
электромонтажников.

Книга написана специалистами московской электромонтажной компании "Электросеть".

"Цель данного сборника статей рассказать о том, как выполнить электромонтаж по дереву, соблюдая все установленные нормы и правила электробезопасности и пожарной безопасности.

Тема электромонтаж в деревянном доме очень плохо описана в Интернете и, что самое печальное, часто рекомендации и примеры выполненного электромонтажа серьёзными, на первый взгляд, организациями сплошь и рядом пестрят вопиющими нарушениями. Всесторонне описать, как выполнять электромонтажные работы в помещениях из дерева, нас также подталкивает высокий интерес со стороны наших читателей и масса вопросов, которые мы получаем в нашей рубрике «Задай вопрос».

Мы надеемся донести до вас все требования надзирающих органов в доступной и читаемой форме и ставим главную задачу цикла этих публикаций, чтобы вы смогли спокойно пользоваться всем электрооборудованием, не опасаясь пожаров и коротких замыканий в электросети. "

[Ссылка на книгу «Вся правда о электромонтажных работах в деревянном доме»](#)

## Полезные ссылки:



### [Интернет-журнал Электрик. Инфо – нескучный сайт для электриков и про электриков](#)

На сайте: обзоры интересных электротехнических новинок, уроки и советы от профессиональных электриков, тонкости и секреты, интересные факты из мира электротехники, тематические книги и многое другое.

Адрес сайта: <http://electrick.info/>

- » Главная
- » Сам себе электрик
- » Молодому электрику
- » Мастерская
- » Электромонтаж
- » Познавательное
- » Тематические книги
- » Карта сайта

» **КУРС - ВИДЕОХРОНИКА**  
Самостоятельное изучение электротехники и электроники с помощью новых методов освоения материала.

**Все статьи**

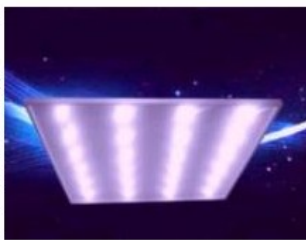
- » Электрик Инфо
- » Интересные факты
- » Школа электрика
- » Секреты электрика
- » Делимся опытом
- » Спорные вопросы
- » Технические новинки

#### Светодиодный светильник для потолка типа "Армстронг"

Сравнение обычного потолочного ЛВО светильника со светодиодным аналогом.

Наступает революционный Век в осветительных приборах. Лучшей универсальной технологией для осветительного оборудования, выбрано на уровне государства, это энергосберегающая светодиодная технология. И появляются технологические новинки, их огромное множество, они заменяют как и обычные лампы накаливания, прожекторы освещения, архитектурную и интерьерную подсветку. Есть решения и для офисов, и в общем, для предстоящего строительства их, с применением экономически выгодных осветительных приборов.

А именно, куда я все клонил, в последнем предложении, это светодиодные светильники, встраиваемые в потолок. Посмотрим, есть ли выгода в ее применении и насколько этот прибор экономичен?



» Просмотров: 816 » Подробнее >>>

Делимся опытом, Электрика дома, Про электриков


#### Осторожно – электропроводка!

Статья о том как правильно выбирать

Поиск

Google™  
Пользовательского поиска

**Полезное**



Подпишитесь на новости этого сайта RSS!!!


56 listeners  
BY FEEDBURNER

Рассылки  
**Subscribe.Ru**

Электротехническая энциклопедия

ваш e-mail

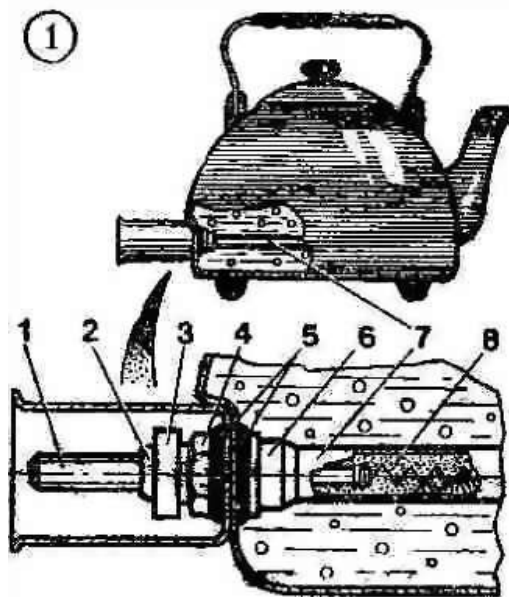
OK

 SUBSCRIBE RU  
9150

Ссылка на сайт: <http://electrick.info/>

## Ремонт электрического чайника

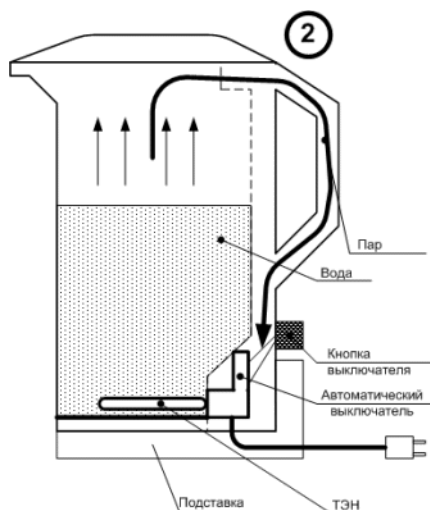
Как ремонтировать старые чайники с нагревательными приборами трубчатого типа - ТЭНами (см рис 1)? Посмотрите, как устроен ТЭН.



Ввод в него происходит через керамический изолятор 7, завальцованный в штуцер 6, который служит для крепления нагревательного прибора к корпусу. Тонкая спираль 8 изолирована от стенок металлической трубки плотным слоем окиси магния. Кислород не проникает в такую трубку, и благодаря этому срок службы спирали достигает нескольких лет. Но когда ТЭНы выходят из строя, ремонтировать их нельзя. Надо заменять новыми.

Замена неисправного нагревателя производится так. Отверните контактные штифты 1, снимите шайбы 2 и фарфоровую колодку 3, затем отверните торцевым ключом гайку 4. После установки нового ТЭНа проделайте все операции в обратном порядке. Особое внимание обратите на надежное прилегание резиновых сальников 5 к корпусу чайника. Электронагреватель должен располагаться на расстоянии 3-10 мм от дна чайника параллельно ему. У собранного прибора обязательно проверьте тестером сопротивление изоляции - оно должно быть не менее 500 кОм.

Теперь рассмотрим конструкцию современного импортного чайника представленную на рисунке 2.



При нажатии кнопки выключателя, на ТЭН подается напряжение и вода начинает нагреваться. После вскипания воды, пар через ручку корпуса поступает к автоматическому выключателю. На автоматическом выключателе располагается биметаллическая пластина, которая при нагревании паром изгибается, воздействует на кнопку и чайник выключается.

Поэтому очень важно, чтобы верхняя крышка чайника всегда была плотно закрытой. Если крышка не будет плотно закрыта, и пар будет выходить наружу минуя ручку и значит количество тепла, поступающего через ручку к выключателю будет недостаточно для изгиба биметаллической пластины, чайник не выключится, что чревато прогаром прокладок и повреждением ТЭНа.

Также хочется обратить внимание на то, чтобы количество воды было всегда на уровне между верхней и нижней отметкой. Если воды будет слишком много, то вода при кипении выплеснется через ручку, и может попасть на электрические контакты выключателя, что выведет чайник из строя.

При недостаточном уровне вода не будет покрывать всю поверхность ТЭНа, поэтому пара будет мало, а путь пара при этом будет наиболее длинный и по дороге он частично конденсируется. Все это приведет к тому, что выключатель может не выключиться, а ТЭН будет перегреваться, что приведет к срабатыванию аварийной защиты, и есть большая вероятность того, что он больше не включится.

Если взглянуть на вопрос эксплуатации чайника шире, то надежная эксплуатация чайника начинается с его покупки. От конструктивных особенностей надежность зависит напрямую.

Основным признаком, по которому можно классифицировать все электрочайники, можно считать нагревательный элемент. Т.е. чайники

бывают с нагревательным элементом в виде диска и в виде спирали. Обычно чайники с диском стоят дороже чайников со спиралью. Также, негласно считается, что чайники с диском лучше.

При включении происходит нагрев всей воды, находящейся над диском и с ним соприкасающейся. Когда нижний слой нагрет, он поднимается вверх, уступая место более холодному слою. Спираль же нагревает воду только около себя, а так как площадь ее меньше, то вода может нагреваться в таких чайниках несколько дольше, чем в чайниках без спирали.

Практически все известные производители чайников выпускают модели с нагревательным элементом в виде диска и спирали. Обратите так же внимание на покрытие спирали или диска. Спираль может со временем облезть и покрыться накипью. Поэтому рекомендуем Вам выбирать электрочайники с нагревательным элементом из нержавеющей стали. Чаще всего это бывает диск. Компания "TEFAL" выпускает модель GOLD с "позолоченной" спиралью. Это предохраняет спираль от накипи, что продлевает срок службы чайника.

Хотим Вас сразу предупредить, что, сэкономив 5-10 долларов и купив на базаре китайский чайник неизвестной фирмы (TIFAL (!), FULIPS (!) и т.п.) Вы рискуете своим здоровьем.

Обычно, дешевые нефирменные чайники (подделки) внешне абсолютно похожи на модели известных производителей, но на изготовление таких чайников обычно идет некачественная пластмасса, которая при соприкосновении с горячей водой выделяет различные вещества, в том числе и токсичные.

Такие чайники отличает резкий искусственный запах пластмассы. К тому же через несколько месяцев Вам придется покупать новый, так как нефирменные чайники имеют обыкновение быстро портиться (протекать, перегорать и т.п.).

Итак, прежде всего, определите количество человек, для которых будет кипятиться в нем вода, и, следовательно, соответствующий объем. Следующий шаг - определите необходимую Вам мощность. Если Вы не любите ждать и по утрам у Вас не много времени, то Вам необходим чайник мощностью 2400 - 3000 Ватт. И, наконец, посмотрите внимательно на кухню (офис) и выберите, наконец, чайник соответствующего стиля и цвета.

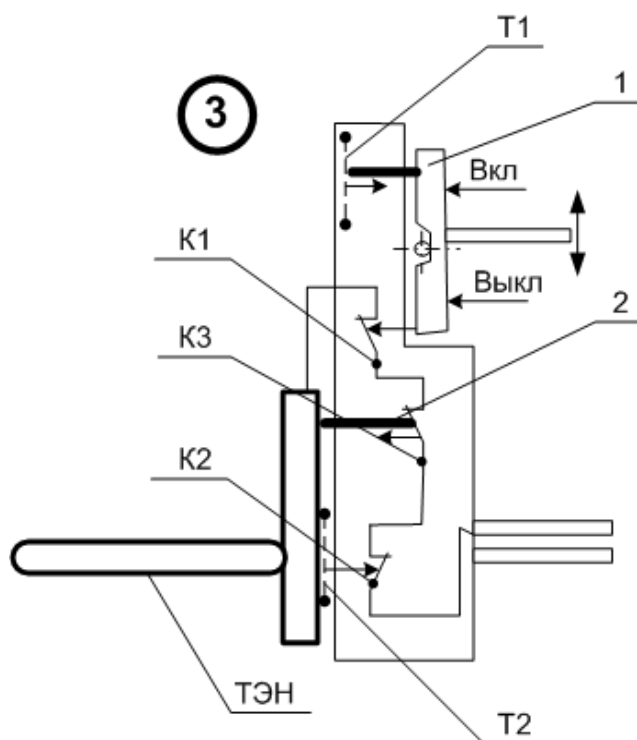
Во-первых категорически рекомендую покупать только чайники с центральными цилиндрическими контактами на подставке. Эти контакты на порядок надежнее контактов расположенных на подставке сбоку. К тому же

это просто удобно - не нужно целиться чайником на подставку - он ставится в любом положении.

Подставки с боковым расположением контактов плохи тем, что братья китайцы решили сэкономить почему то именно на них. Прижимные латунные пластины сделаны из латуни чуть толще фольги, а ток через них идет достаточно большой - порядка 10 А. А раз давление на контакт мало, то он естественно начинает греться. В лучшем случае эти контакты отгорают. В худшем - вместе с ними сгорает и автоматический выключатель. И еще одна маленькая деталь.

Термостойкость пластмассы в которую вставлены эти контакты не выдерживает никакой критики - плавится при самом незначительном нагреве. Про то что серебра на самих контактах кот наплакал даже и говорить не стоит. Поэтому наш выбор - центральные контакты.

Что касается ремонта боковых могу сказать следующее. Можно конечно при сгорании контактов купить новую колодку и поменять, благо она стоит недорого, но выше указанные проблемы останутся в силе. Надежнее будет взять любое электрическое промежуточное реле (спросите у любого электрика - у каждого в записке есть) с подходящей длиной контактов и снять парочку. Латунь у них мясистая и серебра достаточно. По ширине они обычно немного шире чем надо, но напильником за 5 минут можно это исправить. Припаиваем вместо старых и загибаем как надо. Проблема будет решена практически навсегда.





Теперь рассмотрим конструкцию автоматического выключателя для чайника. Представленную на рисунке 3. Немногие знают, что на выключателе есть 3 вида защиты. Рассмотрим их подробнее. Когда мы нажимаем кнопку включения чайника, коромысло 1 переходит в верхнее положение и прижимается к биметаллической пластине Т1. Под коромыслом с нижней стороны находится пластмассовый штифт, который освобождается и частично выходит из корпуса под воздействием подпружиненного контакта К1. При этом контакт К1 замыкается, чайник включается, вода начинает нагреваться.

После вскипания пар воздействует на биметаллическую платину Т1, она изгибается, двигает подпружиненное коромысло 1, оно переходит с щелчком в положение "Выкл.", нажимает на штифт и контакт К1 размыкается. Чайник выключается. Это первая и основная защита.

Теперь допустим, что воды в чайнике нет или очень мало или по каким либо причинам первая защита не сработала. Тогда начинает нагреваться корпус ТЭНа и начинает нагреваться биметаллическая пластина Т2. После того как температура превысит критическую отметку, пластина Т2 изгибается и через пластмассовый штифт воздействует на контакт К2 и размыкает его чайник выключается. Здесь следует отметить, что для лучшего контакта с корпусом ТЭНа биметаллическую пластину Т2 покрывают термопастой. Поэтому при замене выключателя, нужно также покрывать её термопастой. Продается она в любом компьютерном магазине, стоит недорого. От этого зависит безопасная эксплуатация чайника. Стоимость пожара и термопасты несопоставима.

И наконец последний рубеж обороны - это третья защита. Если ТЭН продолжает нагреваться, а ни первая ни вторая защита не сработала, тогда начинает плавиться легкоплавкий штифт 2, который одним концом упирается в корпус ТЭНа. Длина его уменьшается и он размыкает контакт К3. После срабатывания этой защиты чайник уже включаться не будет.

Теперь что касается ремонта. Порядок ремонта такой: снимаем чайник с подставки, выливаем воду. Переворачиваем чайник, включаем его и меряем сопротивление между крайними контактами. Если сопротивление порядка 60 Ом значит чайник исправен. Попутно осматриваем контакты на предмет оплавления. Иногда бывает, что из-за повышенного нагрева контакты в автоматическом выключателе выплавляются и поднимаются вверх. Тогда контакта с колодкой конечно же не будет.

Итак если на чайнике сопротивление есть, а он не работает, значит неисправна или клеммная колодка или шнур. Осматриваем подставку с клеммной колодкой. Если на ней подгорели контакты, меняем её или

заменяем контакты (см. выше). Сразу прозваниваем шнур и при неисправности меняем или переразделяем.

Если на чайнике сопротивления нет, разбираем чайник, снимаем автоматический выключатель. Прозваниваем ТЭН, если сопротивление есть - меняем автоматический выключатель, если нет - меняем ТЭН. Впрочем если чайник работал без воды приходится менять и ТЭН и выключатель. При сборке не забываем наносить термопасту на биметаллическую пластину Т2 под ТЭНом. Также при сборке осматриваем уплотнительное кольцо между ТЭНом и выключателем. На нем не должно быть разрывов и трещин. Контакты выключателя снизу зачищаем наждачной бумагой до металлического блеска.

Есть еще такой вид неисправности как утечка воды из чайника. Если утечка происходит из под уплотнительного кольца между ТЭНом и выключателем, то тут все относительно просто - меняем кольцо. Но если утечка происходит из под водомерного стекла, то я бы рекомендовал такие чайники не ремонтировать совсем. Потому что я еще не встречал водостойкие клеи, которые могут контактировать с пищевыми продуктами, особенно при высокой температуре. При нагревании они неизбежно будут выделять вредные вещества в воду. Здоровье все таки стоит дороже чайника.

### ***P.S. Типовая неисправность.***

Чайник - с автоматическим отключением (любых фирм). Частая неисправность: чайник выключается раньше времени и вода не вскипает.

Не надо лезть в выключатель! Неисправность устраняется простым удалением накипи в месте соприкосновения ТЭНа с пяткой крепления. Это место должно быть совершенно без накипи (можно удалить механическим способом). После этой процедуры нужно залить 0,5 литра воды засыпать в него пакетик лимонной кислоты и, не закрывая чайник довести его до кипения (кипятить 5-10 минут). Если накипи было много, то эту процедуру придется повторить несколько раз. После такой чистки чайник выглядит как новый и работает прекрасно.

Источник информации: <http://tehpoisk.ru/>

## Автоматический выключатель для чайника

Современные электрические чайники автоматически отключаются от сети, когда в них закипает вода. Подобный сервис можно ввести и в обычный электрочайник, если дополнить его несложным устройством, о котором рассказывается в этой статье.

В качестве датчика закипания воды используется несложное устройство (рис. 1), состоящее из гибкой трубки и термочувствительного элемента, помещенного внутри нее с одной стороны.

Другой стороной трубка вставлена в отверстие в крышке чайника таким образом, чтобы нагретый воздух и пар попадали в нее. В момент закипания воды возрастает их поток внутри трубки, что и фиксируется термочувствительным элементом.

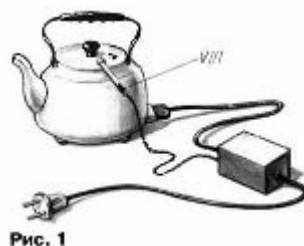


Рис. 1

В качестве термочувствительного элемента использован германиевый диод VD1 (рис. 2) с его сильной зависимостью обратного тока от температуры нагрева. При холодном корпусе диода его обратный ток мал и триггер, собранный на транзисторах VT1 — VT3, находится в исходном состоянии, при котором транзистор VT1 закрыт, а VT2 и VT3 — открыты. Открытое состояние транзистора VT3 вызывает отпирание симистора VS1, в результате чего нагревательный элемент чайника подключается к сети. При закипании воды температура внутри трубки повышается, что приводит к увеличению обратного тока диода VD1, в результате транзистор VT1 открывается и триггер переходит в противоположное состояние — транзистор VT1 открыт, а VT2 и VT3 — закрыты. Это приводит к запираанию симистора VS1 и отключению чайника от сети.

Для повторного включения необходимо выключить устройство на 5... 10 с и снова включить его. Конденсатор C1 подавляет возможные помехи в цепи датчика температуры, а также обеспечивает правильную установку триггера при включении питания.

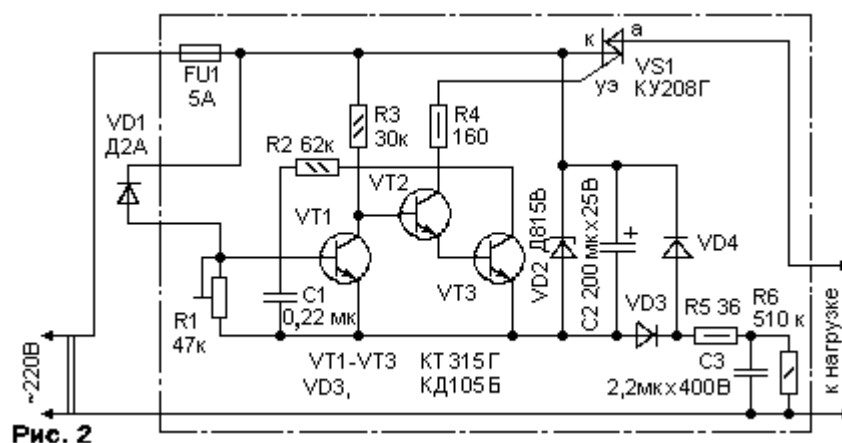


Рис. 2

Датчик выполнен из гибкой толстостенной трубки из изоляционного материала, она имеет длину 120... 150 мм и внутренний диаметр 6...8 мм.

Одной стороной трубка вставлена в слегка увеличенное отверстие в крышке чайника, предназначенное для выхода пара. Диод VD1 с предварительно припаянными проводами для герметизации окунают в эпоксидную смолу и, после ее затвердевания, закрепляют внутри трубки на расстоянии 15...20 мм от ее противоположной стороны (например, приклеивают к стенке). Проводники, идущие от диода, желательно свить. Диаметр трубки должен обеспечивать свободный проход пара через трубку при установленном в нее диоде.

Возможны и другие варианты установки датчика, однако необходимо убедиться в том, что он срабатывает только после полного закипания воды (контролируют по изменению обратного тока диода).

Диод VD1 должен быть германиевым, например, из серии Д2 или Д9 с любым буквенным индексом. Допустимая мощность нагрузки определяется примененным симистором VS1 — для устройства по приводимой схеме в случае установки симистора на радиатор она составляет 1100 Вт. При необходимости можно применить более мощный симистор, при этом, вероятно, придется подобрать резистор R4 в соответствии с управляющим током симистора, а также заменить транзистор VT3 на более мощный. Резисторы и конденсаторы могут быть любого типа.

Устройство собрано в небольшом корпусе из изоляционного материала. При его регулировании следует, плавно перемещая движок резистора R1 из крайнего нижнего (по схеме) положения, добиться срабатывания включения нагрузки. После этого движок резистора немного перемещают в обратном направлении. Целесообразно также проверить ток через стабилитрон VD2, который при открытом транзисторе VT3 должен быть 25...35 мА. Окончательно порог срабатывания регулируют по моменту выключения нагрузки при закипании воды.

Уровень воды при эксплуатации должен обеспечивать перекрытие отверстий, соединяющих основной резервуар чайника с его носиком.

**Необходимо помнить, что все элементы устройства находятся под напряжением сети, поэтому элементы цепи датчика и устройства в целом должны иметь надежную изоляцию. Нужно так же соблюдать технику безопасности при налаживании устройства.**

В. Зайцев.

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

## Полезные книги:

Для всех, кто желает самостоятельно научиться ремонтировать различное электрооборудование и электротехнические устройства, автор обучающего видео-курса "[В мир электричества - как в первый раз!](#)" Михаил Ванюшин подготовил специальный отчет - «Как я ремонтировал сварочный полуавтомат Кратон – ремонт под прицелом».



Отчет небольшой, читается на одном дыхании и содержит только полезную практическую информацию! Так что если Вам интересно узнать тонкости ремонта электрооборудования на реальном практическом примере, то познакомьтесь с этим отчетом обязательно!

[Ссылка на бесплатный отчет Михаила Ванюшина](#)

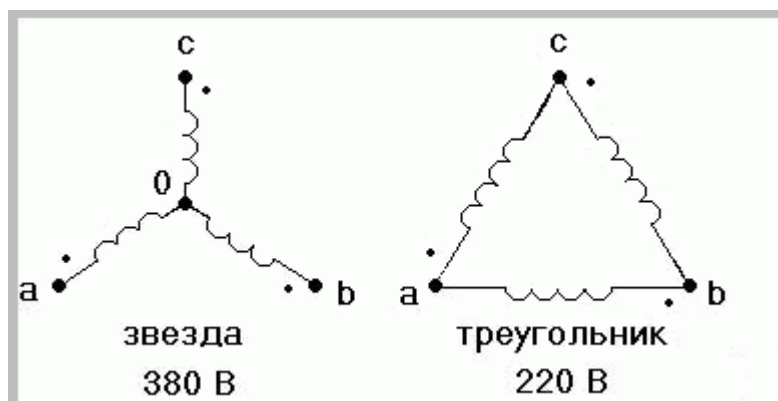
## Способы включения трехфазных двигателей в однофазную сеть

### Общие сведения

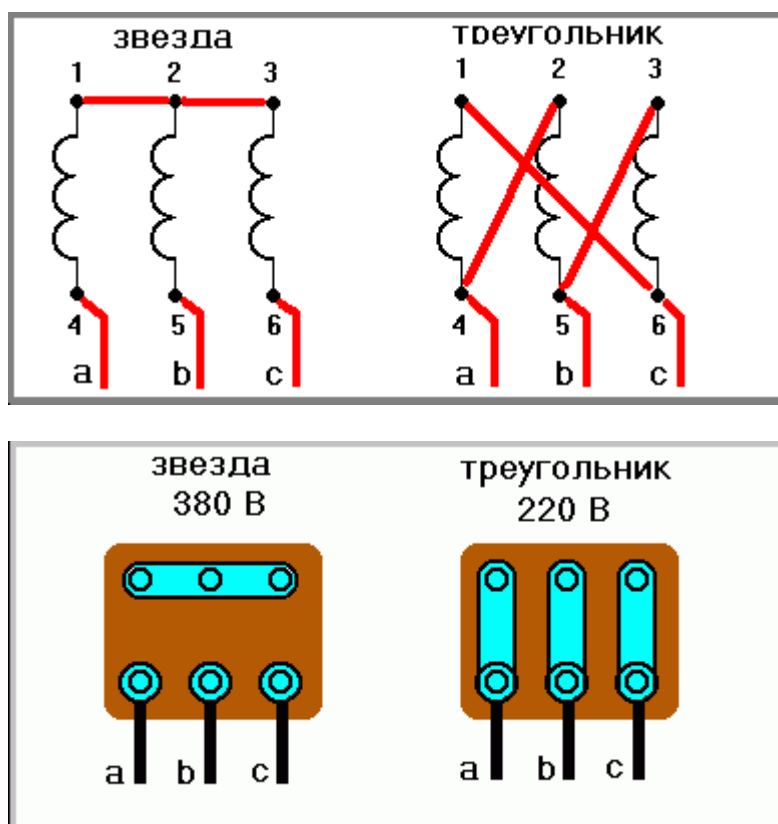
Всякий асинхронный трехфазный двигатель рассчитан на два номинальных напряжения трехфазной сети 380 /220 - 220/127 и т. д. Наиболее часто встречаются двигатели 380/220В. Переключение двигателя с одного напряжения на другое производится подключением обмоток «на звезду» - для 380 В или на «треугольник» - на 220 В.

Если у двигателя имеется колодка подключения, имеющая 6 выводов с установленными перемычками, следует обратить внимание в каком порядке установлены перемычки. Если у двигателя отсутствует колодка и имеются 6

выводов - обычно они собраны в пучки по 3 вывода. В одном пучке собраны начала обмоток, в другом концы (начала обмоток на схеме обозначены точкой).



В данном случае «начало» и «конец» - понятия условные, важно лишь чтобы направления намоток совпадали, т. е. на примере «звезды» нулевой точкой могут быть как начала, так и концы обмоток, а в «треугольнике» - обмотки должны быть соединены последовательно, т. е. конец одной с началом следующей. Для правильного подключения на «треугольник» нужно определить выводы каждой обмотки, разложить их попарно и подключить по след. схеме:



Если развернуть эту схему, то будет видно, что катушки подключены «треугольником».

Если у двигателя имеется только 3 вывода, следует разобрать двигатель: снять крышку со стороны колодки и в обмотках найти соединение трёх обмоточных проводов (все остальные провода соединены по 2). Соединение трёх проводов является нулевой точкой звезды. Эти 3 провода следует разорвать, припаять к ним выводные провода и объединить их в один пучок. Таким образом мы имеем уже 6 проводов, которые нужно соединить по схеме треугольника. Если имеется 6 выводов, но не объединены в пучки и не имеется возможности определить начала и концы.

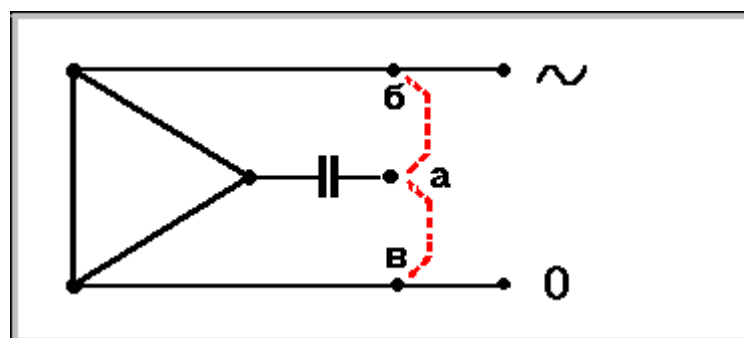
Трёхфазный двигатель вполне успешно может работать и в однофазной сети, но ждать от него чудес при работе с конденсаторами не приходится. Мощность в самом лучшем случае будет не более 70% от номинала, пусковой момент сильно зависит от пусковой емкости, сложность подбора рабочей емкости при изменяющейся нагрузке.

Трёхфазный двигатель в однофазной сети это компромис, но во многих случаях это является единственным выходом. Существуют формулы для расчета емкости рабочего конденсатора, но я считаю их не корректными по следующим причинам:

1. Расчет производится на номинальную мощность, а двигатель редко работает в таком режиме и при недогрузке двигатель будет греться из-за лишней емкости рабочего конденсатора и как следствие увеличенного тока в обмотке.

2. Номинальная емкость конденсатора указанная на его корпусе отличается от фактической  $\pm 20\%$ , что тоже указано на конденсаторе. А если измерять емкость отдельного конденсатора, она может быть в два раза большей или на половину меньшей. Поэтому я предлагаю подбирать емкость к конкретному двигателю и под конкретную нагрузку, измеряя ток в каждой точке треугольника, стараясь максимально выравнять подбором емкости.

Поскольку однофазная сеть имеет напряжение 220 В, то двигатель следует подключать по схеме «треугольник». Для запуска ненагруженного двигателя можно обойтись только рабочим конденсатором.



Направление вращения двигателя зависит от подключения конденсатора (точка *a*) к точке *b* или *в*.

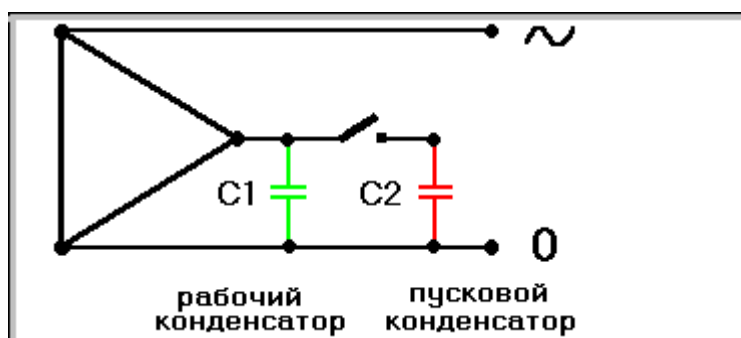
Практически ориентировочную ёмкость конденсатора можно определить по сл. формуле:  $C \text{ мкф} = P \text{ Вт} / 10$ , где *C* – ёмкость конденсатора в микрофарадах, *P* – номинальная мощность двигателя в ваттах.

Для начала достаточно, а точная подгонка должна производиться после нагрузки двигателя конкретной работой.

Рабочее напряжение конденсатора должно быть выше напряжения сети, но практика показывает, что успешно работают старые советские бумажные конденсаторы рассчитанные на 160В. А их найти значительно легче, даже в мусоре.

У меня мотор на сверлилке работает с такими конденсаторами, расположенными для защиты от хлопка в заземленной коробке от пускателя не помню сколько лет и пока все цело. Но к такому подходу я не призываю, просто информация для размышления. Кроме того, если включить 160и Вольтовые конденсаторы последовательно, вдвое потеряем в емкости зато рабочее напряжение увеличится вдвое 320В и из пар таких конденсаторов можно собрать батарею нужной емкости.

Включение двигателей с оборотами выше 1500 об/мин, либо нагруженных в момент пуска, затруднено. В таких случаях следует применить пусковой конденсатор, ёмкость которого зависит от нагрузки двигателя, подбирается экспериментально и ориентировочно может быть от равной рабочему конденсатору до в 1,5 – 2 раза большей. В дальнейшем, для понятности, все что относится к работе будет зеленого цвета, все что относится к пуску будет красного, что к торможению синего.



Включать пусковой конденсатор в простейшем случае можно при помощи нефиксированной кнопки.

Для автоматизации пуска двигателя можно применить реле тока. Для двигателей мощностью до 500 Вт подойдёт реле тока от стиральной машины

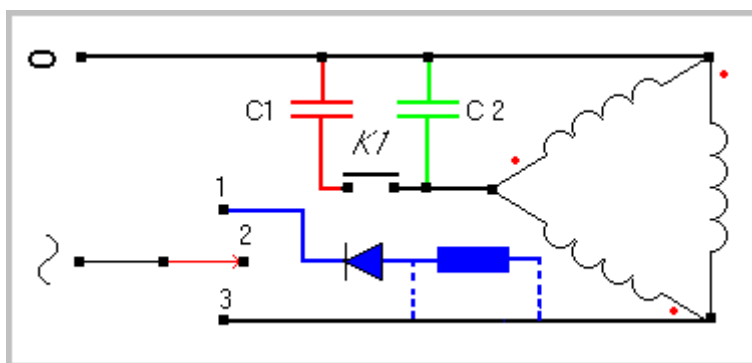


или холодильника с небольшой переделкой. Т. к. конденсатор остаётся заряженным и в момент повторного запуска двигателя, между контактами возникает довольно сильная дуга и серебряные контакты свариваются, не отключая пусковой конденсатор после пуска двигателя. Чтобы этого не происходило, следует контактную пластинку пускового реле изготовить из графитовой или угольной щётки (но не из медно-графитовой, т. к. она тоже залипает). Также необходимо отключить тепловую защиту этого реле, если мощность двигателя превышает номинальную мощность реле.

Если мощность двигателя выше 500 Вт, до 1,1кВт можно перемотать обмотку пускового реле более толстым проводом и с меньшим количеством витков с таким расчётом, чтобы реле отключалось сразу же при выходе двигателя на номинальные обороты.

Для более мощного двигателя можно изготовить самодельное реле тока, увеличив размеры оригинального. [Переделка реле тока.](#) Большинство трехфазных двигателей мощностью до трех кВт хорошо работают и в однофазной сети за исключением двигателей с двойной беличьей клеткой, из наших это серия МА, с ними лучше не связываться, в однофазной сети они не работают.

### Практические схемы включения



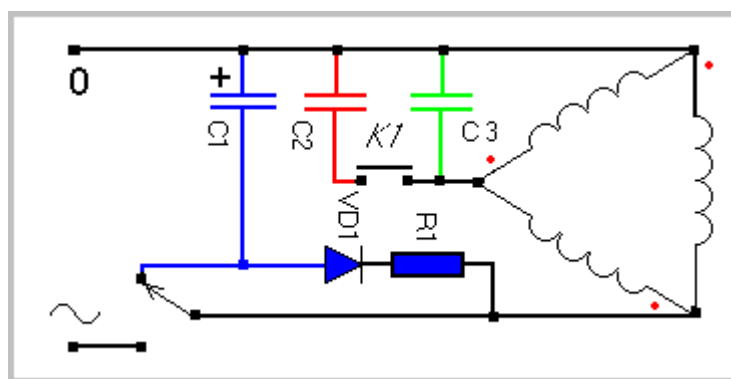
Обобщающая схема включения

C1- пусковой, C2- рабочий, K1- нефиксирующаяся кнопка, диод и резистор- система торможения.

Работает схема следующим образом: при переводе переключателя в положение 3 и нажатии на кнопку K1 происходит пуск двигателя, после отпускания кнопки остается только рабочий конденсатор и двигатель работает на полезную нагрузку.

При переводе переключателя в положение 1, на обмотку двигателя подается постоянный ток и двигатель тормозится, после остановки необходимо перевести переключатель в положение 2, иначе двигатель сгорит, поэтому переключатель должен быть специальным и фиксироваться только в положении 3 и 2, а положение 1 должно быть включено только при удержании.

При мощности двигателя до 300Вт и необходимости быстрого торможения, гасящий резистор можно не применять, при большей мощности сопротивление резистора подбирается по желаемому времени торможения, но не должно быть меньше сопротивления обмотки двигателя.

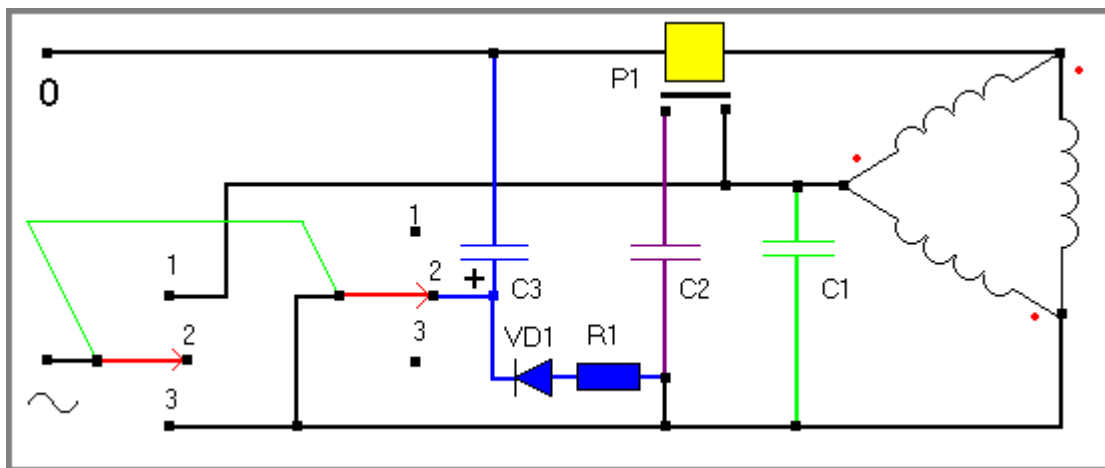


Эта схема похожа на первую, но торможение здесь происходит за счет энергии запасенной в электролитическом конденсаторе С1 и время торможения будет зависеть от его емкости. Как и в любой схеме пусковую кнопку можно заменить на реле тока.

При включении переключателя в сеть двигатель запускается и происходит заряд конденсатора С1 через VD1 и R1. Сопротивление R1 подбирается в зависимости от мощности диода, емкости конденсатора и времени работы двигателя до начала торможения.

Если время работы двигателя между пуском и торможением превышает 1 минуту, можно использовать диод КД226Г и резистор 7кОм не менее 4Вт. рабочее напряжение конденсатора не менее 350В

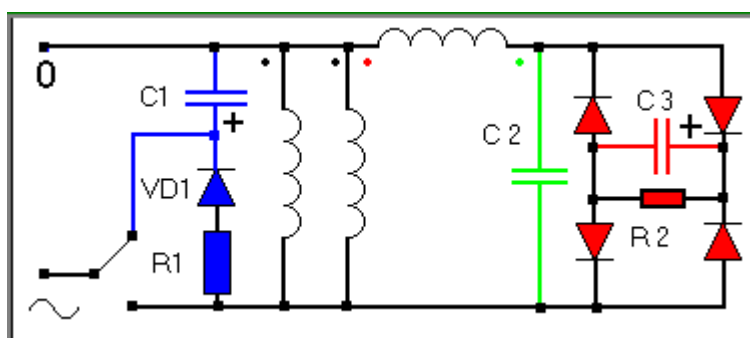
Для быстрого торможения хорошо подходит конденсатор от фотовспышки, фотовспышек много, а нужды в них больше нет. При выключении переключатель переходит в положение замыкающее конденсатор на обмотку двигателя и происходит торможение постоянным током. Используется обычный переключатель на два положения.



### Схема реверсивного включения и торможения.

Эта схема развитие предыдущей, здесь автоматически происходит запуск при помощи токового реле и торможение электролитическим конденсатором, а также реверсивное включение. Отличие этой схемы: сдвоенный трехпозиционный переключатель и пусковое реле.

Выкидывая из этой схемы лишние элементы, каждый из которых имеет свой цвет, можно собрать схему нужную для конкретных целей. При желании можно перейти на кнопочное включение, для этого понадобятся один или два автоматических пускателя с катушкой на 220В. Используется сдвоенный переключатель на три положения.



### Еще одна не совсем обычная схема автоматического включения.

Как и в других схемах здесь есть система торможения, но ее при ненужности легко выкинуть.

В этой схеме включения две обмотки соединены параллельно, а третья через систему пуска и вспомогательный конденсатор, емкость которого примерно в два раза меньше необходимого при включении треугольником.

Для изменения направления вращения нужно поменять местами начало и конец вспомогательной обмотки, обозначенной красной и зеленой точками.

Запуск происходит за счет зарядки конденсатора С3 и продолжительность запуска зависит от емкости конденсатора, а емкость должна быть достаточно велика, чтобы двигатель успел выйти на номинальные обороты.

Емкость можно брать с запасом, так как после заряда конденсатор не оказывает заметного действия на работу двигателя. Резистор R2 нужен для разрядки конденсатора и тем самым подготовки его для следующего пуска, подойдет 30 кОм 2Вт. Диоды Д245 - 248 подойдут любому двигателю.

Для двигателей меньшей мощности соответственно уменьшится и мощность диодов, и емкость конденсатора. Хоть и затруднительно сделать реверсивное включение по данной схеме, но при желании и это можно. Потребуется сложный переключатель или пусковые автоматы.

### **Использование электролитических конденсаторов в качестве пусковых и рабочих**

Стоимость неполярных конденсаторов достаточно высока, да и не везде их можно найти. Поэтому, если их нет, можно применить электролитические конденсаторы, включенные по схеме не намного сложнее. Емкость их достаточно велика при небольшом объеме, они не дефицитны и не дороги. Но нужно учесть вновь возникшие факторы.

Рабочее напряжение должно быть не менее 350 Вольт, включаться они могут только парами, как указано на схеме черным цветом, а в таком случае емкость уменьшается вдвое. И если двигателю для работы нужно 100 мкФ, то конденсаторы С1 и С2 должны быть по 200мкФ.

У электролитических конденсаторов большой допуск по емкости, поэтому лучше собрать батарею конденсаторов (обозначена зеленым цветом), легче будет подбирать фактическую емкость нужную двигателю и кроме того у электролитов очень тонкие выводы, а ток при большой емкости может достигать значительных величин и выводы могут греться, а при внутреннем обрыве вызвать взрыв конденсатора. Поэтому вся батарея конденсаторов должна находиться в закрытой коробке, особенно во время экспериментов.

Диоды должны быть с запасом по напряжению и по току, необходимому для работы. До 2кВт вполне подойдут Д 245 - 248. При пробое диода сгорает ( взрывается) конденсатор. Взрыв конечно сказано громко, пластмассовая коробка вполне защитит от разлета деталей конденсатора и от блестящего серпантина тоже.

Ну вот, страшилки рассказаны, теперь немного конструкции.

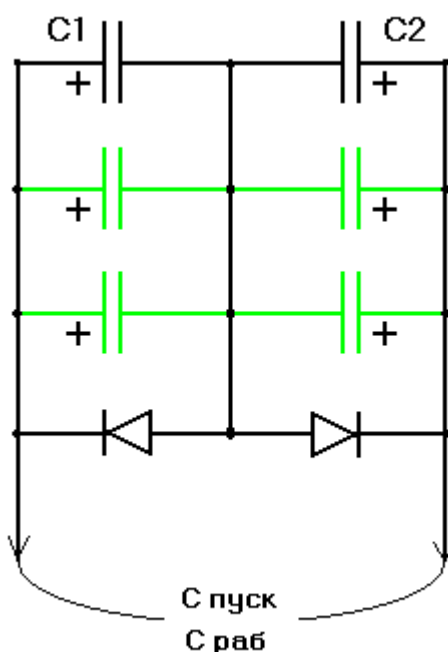
**Школа для электрика (электротехника от А до Я) -**

<http://electricschool.info/>

Как видно из схемы, минусы всех конденсаторов соединены вместе и, стало быть, конденсаторы старой конструкции с минусом на корпусе можно просто плотно перемотать изолентой и поместить в пластмассовую коробку соответствующих размеров.

Диоды нужно расположить на изоляционной пластинке и при большой мощности поставить их на небольшие радиаторы, а если мощность не велика и диоды не греются, то их можно поместить в ту же коробку.

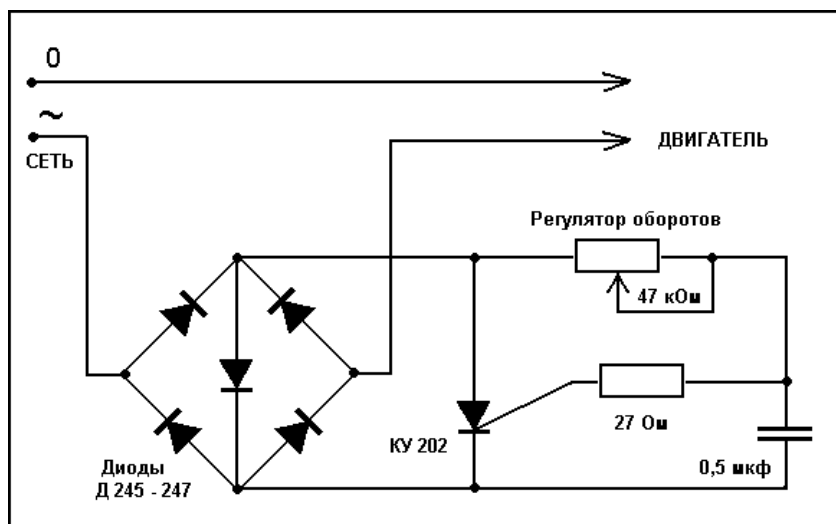
Включенные по такой схеме электролитические конденсаторы, вполне успешно работают как пусковыми так и рабочими.



Сейчас в доводке электронная схема включения, но пока она сложна в повторении и настройке.

### **Изменение оборотов трёхфазного асинхронного двигателя (380/220) включённого в однофазную сеть**

Чтобы не применять дорогой и сложный коллекторный двигатель в механизмах требующих изменения оборотов двигателя, можно обойтись асинхронным трёхфазным двигателем, введя в фазовый провод реостат или простейший регулятор мощности.



Переделка двигателя заключается в изменении якоря двигателя.

По образцу якоря, установленного в двигателе изготавливается «массивный якорь» из магнитомягкой малоуглеродистой стали или из серого чугуна (СЧ). (Чугунный работает лучше.) Из старого якоря можно выпрессовать вал и насадить на него массивный якорь.

Источник информации: <http://icark.narod.ru/>

### Полезные книги:

## «Все, что каждый квалифицированный электрик должен знать про электромагнитные реле, пускатели и контакторы»

Эта электронная книга написана на основе статей, опубликованных ранее на сайте [«Школа для электрика»](#).

В книге рассмотрены устройство, принцип действия, технические характеристики, правила выбора, особенности в работе и принципы наладки эксплуатации электромагнитных реле, пускателей, контакторов, исполнительных и грузоподъемных электромагнитов и электромагнитных муфт.



[Ссылка на электронную книгу «Все, что каждый электрик должен знать ...»](#)

Справочная:

## Таблицы замен: электромагнитные пускатели, электротепловые реле, реле времени, промежуточные реле

П6			ПМЛ			
Тип пускателя	И <sub>н</sub> , А	Кол-во своб. б/к	Тип пускателя	И <sub>н</sub> , А	Кол-во своб. б/к	Для обеспечения идентичности установочных размеров, применяются скобы:
П6-111	10	1з	ПМЛ-1100	10	1з	
П6-112		1з	ПМЛ-1100+РТЛ-1		1з	
П6-113		2з	ПМЛ-1501		2з	
П6-121		1з	ПМЛ-1140		1з	
П6-122		1з	ПМЛ-1210		1з	
П6-123		2з	ПМЛ-1541		2з	
П6-131		1з	ПМЛ-1110		1з	
П6-132		1з	ПМЛ-1210		1з	
П6-133		2з	ПМЛ-1511		2з	
ПМЕ			ПМЛ			
Тип пускателя	И <sub>н</sub> , А	Кол-во своб. б/к	Тип пускателя	И <sub>н</sub> , А	Кол-во своб. б/к	Для обеспечения идентичности установочных размеров, применяются скобы:
ПМЕ-011М	6,3	1з	ПМЛ-1100	10	1з	
ПМЕ-012М		1з	ПМЛ-1100+РТЛ-1		1з	
ПМЕ-021М		1з	ПМЛ-1140		1з	
ПМЕ-022М		1з	ПМЛ-1210		1з	
ПМЕ-031М		1з	ПМЛ-1110		1з	
ПМЕ-032М		1з	ПМЛ-1210		1з	
ПМЕ-041М		1з+2р	ПМЛ-1101+ПКЛ-11		1з+2р	
ПМЕ-042М		2р	ПМЛ-1101+РТЛ-1+ПКЛ-11		1з+2р	
ПМЕ-051М		1з+2р	ПМЛ-1140+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-052М		2р	ПМЛ-1210+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-061М		1з+2р	ПМЛ-1110+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-062М		2р	ПМЛ-1210+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-071М		1з+4р	ПМЛ-1100+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-072М		4р	ПМЛ-1100+РТЛ-1+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-073М		4р	ПМЛ-1501+2ПКЛ-11		2з+4р	
ПМЕ-074М		2р	ПМЛ-1501+РТЛ-1		2р	

ПМЕ-081М		1з+4р	ПМЛ-1140+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-082М		4р	ПМЛ-1210+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-083М		4р	ПМЛ-1541		2р+1з	
ПМЕ-084М		2р	ПМЛ-1611		2р+1з	
ПМЕ-086М		4р	ПМЛ-1220+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-091М		1з+4р	ПМЛ-1110+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-092М		4р	ПМЛ-1210+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-093М		4р	ПМЛ-1511		2р+1з	
ПМЕ-094М		2р	ПМЛ-1611		2р+1з	
ПМЕ-096М		4р	ПМЛ-1220+ПКЛ-04		1з+4р	
ПМЕ-111		2з+2р	ПМЛ-1100+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-112		1з+2р	ПМЛ-1100+РТЛ-1+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-113		2з+2р	ПМЛ-1501+2ПКЛ-22*		4з+6р	
ПМЕ-114		2з+2р	ПМЛ-1501+РТЛ-1+2ПКЛ-22*		4з+6р	
ПМЕ-121		2з+2р	ПМЛ-1140+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-122		1з+2р	ПМЛ-1210+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-123	10	2з+2р	ПМЛ-1541	10	1з+2р	
ПМЕ-124		2з+2р	ПМЛ-1611		1з+2р	
ПМЕ-126		1з+2р	ПМЛ-1220+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-131		2з+2р	ПМЛ-1110+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-132		1з+2р	ПМЛ-1210+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-133		2з+2р	ПМЛ-1511		1з+2р	
ПМЕ-134		2з+2р	ПМЛ-1611		1з+2р	
ПМЕ-136		1з+2р	ПМЛ-1220+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-211		2з+2р	ПМЛ-2100+ПКЛ-22		3з+2р	ГРИФ.745425.032
ПМЕ-212		1з+2р	ПМЛ-2100+РТЛ-1+ПКЛ-22		3з+2р	ГРИФ.745425.032
ПМЕ-213	25	2з+2р	ПМЛ-2501+2ПКЛ-22*	25	4з+6р	ГРИФ.745425.033
ПМЕ-214		2з+2р	ПМЛ-2501+РТЛ-1+2ПКЛ-22*		4з+6р	ГРИФ.745425.033
ПМЕ-221		2з+2р	ПМЛ-2140+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-222		1з+2р	ПМЛ-2210+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-223		2з+2р	ПМЛ-2541		1з+2р	
ПМЕ-224		2з+2р	ПМЛ-2611		1з+2р	
ПМЕ-226		1з+2р	ПМЛ-2220+ПКЛ-11		2з+1р	
ПМЕ-231	23	2з+2р	ПМЛ-2110+РТЛ-1+ПКЛ-22	25	3з+2р	
ПМЕ-232		1з+2р	ПМЛ-2210+ПКЛ-22		3з+2р	
ПМЕ-233		2з+2р	ПМЛ-2511		1з+2р	
ПМЕ-234		2з+2р	ПМЛ-2611		1з+2р	
ПМЕ-236		1з+2р	ПМЛ-2220+ПКЛ-11		2з+1р	



Примечание.\* Потребитель должен сам выполнить монтаж электрической блокировки, используя при этом 2з+2р свободных блок - контактов.

Пускатели ПМЕ-025М, 026М, 035М, 036М, 055М, 056М, 065М, 066М, 085М, 095М, 125, 135, 225, 235 аналогов ПМЛ не имеют.

ПМ12			ПМЛ					
Тип пускателя	Ин, А	Кол-во своб б/к	Тип пускателя	Ин, А	Кол-во своб б/к	Для обеспечения идентичности установочных размеров, применяются скобы:		
ПМ12-010-100	10	1з	ПМЛ-1100	10	1з			
ПМ12-010-100		3з	ПМЛ-1100+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-100		5з	ПМЛ-1100+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-110		1з	ПМЛ-1110		1з			
ПМ12-010-110		3з	ПМЛ-1110+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-110		5з	ПМЛ-1110+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-120*		1з						
ПМ12-010-140		1з	ПМЛ-1140		1з			
ПМ12-010-140		3з	ПМЛ-1140+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-140		5з	ПМЛ-1140+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-150		1з	ПМЛ-1160М		1з			
ПМ12-010-150		3з	ПМЛ-1160М+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-150		5з	ПМЛ-1160М+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-160*		1з						
ПМ12-010-200		1з	ПМЛ-1100+РТЛ-1		1з			
ПМ12-010-200		3з	ПМЛ-1100+РТЛ-1+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-200		5з	ПМЛ-1100+РТЛ-1+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-210		1з	ПМЛ-1210		1з			
ПМ12-010-210		3з	ПМЛ-1210+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-210		5з	ПМЛ-1210+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-220		1з	ПМЛ-1220		1з			
ПМ12-010-220		3з	ПМЛ-1220+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-220		5з	ПМЛ-1220+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-230		10	1з		ПМЛ-1230	10	1з	
ПМ12-010-230			3з		ПМЛ-1230+ПКЛ-20		3з	
ПМ12-010-250			1з		ПМЛ-1160М+РТЛ-1		1з	
ПМ12-010-250		3з	ПМЛ-1160М+РТЛ-1+ПКЛ-20		3з			
ПМ12-010-250		5з	ПМЛ-1160М+РТЛ-1+ПКЛ-40		5з			
ПМ12-010-260		1з	ПМЛ-1220		1з			
ПМ12-010-260		3з	ПМЛ-1220+ПКЛ-20		3з			

ПМ12-010-270		1з	ПМЛ-1230		1з	
ПМ12-010-270		3з	ПМЛ-1230+ПКЛ-20		3з	
ПМ12-010-500		4з+2р	ПМЛ-1501+ПКЛ-40		4з+2р	
ПМ12-010-500*		6з+4р				
ПМ12-010-510		4з+2р	ПМЛ-1511+ПКЛ-40		5з+2р	
ПМ12-010-520*		4з+2р				
ПМ12-010-540		4з+2р	ПМЛ-1541+ПКЛ-40		5з+2р	
ПМ12-010-550		4з+2р	ПМЛ-1561+ПКЛ-40			
ПМ12-010-550*		6з+4р				
ПМ12-010-560*		4з+2р				
ПМ12-010-600		4з+2р	ПМЛ-1501+РТЛ-1+ПКЛ-40		4з+2р	
ПМ12-010-600*		6з+4р				
ПМ12-010-610		4з+2р	ПМЛ-1611+ПКЛ-40		5з+2р	
ПМ12-010-620		4з+2р	ПМЛ-1621+ПКЛ-40		5з+2р	
ПМ12-010-640		4з+2р	ПМЛ-1611+ПКЛ-40		5з+2р	
ПМ12-010-650		4з+2р	ПМЛ-1561+РТЛ-1+ПКЛ-40		4з+2р	
ПМ12-010-650*		6з+4р				
ПМ12-010-660		4з+2р	ПМЛ-1631+ПКЛ-40		5з+2р	
ПМ12-025-100		1з	ПМЛ-2100		1з	
ПМ12-025-101		1р	ПМЛ-2101		1р	
ПМ12-025-110		1з	ПМЛ-2110		1з	
ПМ12-025-120*		1з				
ПМ12-025-140		1з	ПМЛ-2140		1з	
ПМ12-025-150		1з	ПМЛ-2160М		1з	
ПМ12-025-151		1р	ПМЛ-2161М		1р	
ПМ12-025-160*		1з				
ПМ12-025-220	25	1з	ПМЛ-2220	25	1з	
ПМ12-025-260*		1з				
ПМ12-025-501		2р	ПМЛ-2501		2р	ГРИФ.745428.037
ПМ12-025-511		2р	ПМЛ-2511		2р	
ПМ12-025-551		2р	ПМЛ-2561М		2р	
ПМ12-025-561*		2р				
ПМ12-025-611		2р	ПМЛ-2611		2р	
ПМ12-025-621		2р	ПМЛ-2621		2р	
ПМ12-040-112		1з	ПМЛ-3110		1з+1р	
ПМ12-040-122*		1з				
ПМ12-040-132*		1з				
ПМ12-040-142		1з	ПМЛ-3140		1з+1р	
ПМ12-040-152	40	1з	ПМЛ-3100	40	1з+1р	
ПМ12-040-202		1з	ПМЛ-3100+РТЛ-2		1з+1р	
ПМ12-040-212		1з	ПМЛ-3210		1з+1р	
ПМ12-040-222		1з	ПМЛ-3220		1з+1р	
ПМ12-040-232	40	1з	ПМЛ-3230	40	1з+1р	

ПМ12-040-242		1з	ПМЛ-3210		1з+1р	
ПМ12-040-512		2з	ПМЛ-3510		2з+2р	
ПМ12-040-522*		2з				
ПМ12-040-532*		2з				
ПМ12-040-542		2з	ПМЛ-3540		2з+2р	
ПМ12-040-552		2з	ПМЛ-3500		2з+2р	
ПМ12-040-602		2з	ПМЛ-3500+РТЛ-2		2з+2р	
ПМ12-040-612		2з	ПМЛ-3610		2з+2р	
ПМ12-040-622		2з	ПМЛ-3620		2з+2р	
ПМ12-040-632		2з	ПМЛ-3630		2з+2р	
ПМ12-040-642		2з	ПМЛ-3610		2з+2р	
ПМ12-063-100	63	1з+1р	ПМЛ-4100	63	1з+1р	
ПМ12-063-150		1з+1р	ПМЛ-4100		1з+1р	
ПМ12-063-500		2з+2р	ПМЛ-4500		2з+2р	
ПМ12-063-550		2з+2р	ПМЛ-4500		2з+2р	
<b>ПМ12-125-100</b>	125	2з+2р	ПМЛ-5101	125	2з+2р	
ПМ12-125-500		4з+4р	ПМЛ-6501		4з+4р	

Примечание. \* Аналог отсутствует.

ПМА			ПМЛ			
Тип пускателя	Ин, А	Кол-во своб б/к	Тип пускателя	Ин, А	Кол-во своб б/к	Для обеспечения идентичности установочных размеров, применяются скобы:
ПМА-3100	40	2з+2р	ПМЛ-3100+ПКЛ-11	40	2з+2р	ГРИФ.745425.035
ПМА-3102*		2з+2р	ПМЛ-3100+ПКЛ-11		2з+2р	ГРИФ.745425.035
ПМА-3110		2з+2р	ПМЛ-3140+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3120		2з+2р	ПМЛ-3110+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3200		2з+2р	ПМЛ-3100+РТЛ-2+ПКЛ-11		2з+2р	ГРИФ.745425.035
ПМА-3210		2з+2р	ПМЛ-3210+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3230		2з+2р	ПМЛ-3220+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3240		2з+2р	ПМЛ-3220+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3250		2з+2р	ПМЛ-3230+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3260		2з+2р	ПМЛ-3230+ПКЛ-11		2з+2р	
ПМА-3300		4з+2р	ПМЛ-3561ДМ+2ПКЛ-11**		2з+4р	ГРИФ.745425.033
ПМА-3300		4з+2р	ПМЛ-3500+2ПКЛ-11**		4з+4р	ГРИФ.745425.034
ПМА-3310		4з+2р	ПМЛ-3540+2ПКЛ-11		4з+4р	
ПМА-3320		4з+2р	ПМЛ-3510+2ПКЛ-11		4з+4р	
ПМА-3400		4з+2р	ПМЛ-3500+РТЛ-2+2ПКЛ-11		4з+4р	ГРИФ.745425.034
ПМА-3410		4з+2р	ПМЛ-3610+2ПКЛ-11		4з+4р	
ПМА-3420		4з+2р	ПМЛ-3610+2ПКЛ-11		4з+4р	

ПМА-3500		4з+2р	ПМЛ-3500+2ПКЛ-11**		4з+4р	ГРИФ.745425.034			
ПМА-3510		4з+2р	ПМЛ-3540+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-3520		4з+2р	ПМЛ-3510+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-3600		4з+2р	ПМЛ-3500+РТЛ-2+2ПКЛ-1**		4з+4р	ГРИФ.745425.034			
ПМА-3610		4з+2р	ПМЛ-3610+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-3620		4з+2р	ПМЛ-3610+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4100		2з+2р	ПМЛ-4100+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4110		2з+2р	ПМЛ-4140+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4120		2з+2р	ПМЛ-4110+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4200		2з+2р	ПМЛ-4100+РТЛ-2+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4210		2з+2р	ПМЛ-4210+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4220		2з+2р	ПМЛ-4210+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4230		2з+2р	ПМЛ-4220+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4240		2з+2р	ПМЛ-4220+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4250		2з+2р	ПМЛ-4230+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4260		2з+2р	ПМЛ-4230+ПКЛ-11		2з+2р				
ПМА-4300	63	4з+2р	ПМЛ-4500+2ПКЛ-11**	63	4з+4р				
ПМА-4310		4з+2р	ПМЛ-4540+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4320		4з+2р	ПМЛ-4510+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4400		4з+2р	ПМЛ-4500+РТЛ-2+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4410		4з+2р	ПМЛ-4610+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4420		4з+2р	ПМЛ-4610+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4500		4з+2р	ПМЛ-4500+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4510		4з+2р	ПМЛ-4540+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4520		4з+2р	ПМЛ-4510+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4600		4з+2р	ПМЛ-4500+РТЛ-2+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4610		4з+2р	ПМЛ-4610+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-4620		4з+2р	ПМЛ-4610+2ПКЛ-11		4з+4р				
ПМА-5100		100	4з+2р		ПМЛ-5102	125	3з+3р		
ПМА-5102			4з+2р		ПМЛ-5102		3з+3р		
ПМА-5500	8з+4р		ПМЛ-5502***	6з+6р					
ПМА-5502	8з+4р		ПМЛ-5502***	6з+6р					
ПМА-6100	160	4з+2р	ПМЛ-6102	160	3з+3р				
ПМА-6102		4з+2р	ПМЛ-6102		3з+3р				
ПМА-6500		8з+4р	ПМЛ-6502***		6з+6р				
ПМА-6502		8з+4р	ПМЛ-6502***		6з+6р				

Примечание. \* ПМА-3100(3102)  $U_n=380(660)$  В. Для остальных типов ПМА аналогично.

\*\* Потребитель должен сам выполнить монтаж электрической блокировки, используя при этом 2з+2р свободных блок - контактов.

Пускатели ПМА-3130,3140,3150,3160,4130,4140,4150,4160 аналогов ПМЛ не имеют.

\*\*\* Потребитель должен сам выполнить монтаж электрической блокировки, используя при этом 2з+2р свободных блок - контактов.

ПАЕ			ПМЛ			
Тип пускателя	Ин, А	Кол-во	Тип пускателя	Ин, А	Кол-во	Для обеспечения идентичности установочных размеров, применяются скобы:
		своб б/к			своб б/к	
ПАЕ-311	40	2з+2р	ПМЛ-3100+ПКЛ-11	40	2з+2р	
ПАЕ-312		2з+2р	ПМЛ-3100+РТЛ-2+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-313		2з	ПМЛ-3500+2ПКЛ-11**		4з+4р	
ПАЕ-314		2з	ПМЛ-3500+РТЛ-2+2ПКЛ-11**		4з+4р	
ПАЕ-321		2з+2р	ПМЛ-3140+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-322		2з+2р	ПМЛ-3210+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-323		2з	ПМЛ-3540+2ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-325*		2з+2р				
ПАЕ-326		1з+2р	ПМЛ-3220+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-331		2з+2р	ПМЛ-3110+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-332		2з+2р	ПМЛ-3210+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-333		2з	ПМЛ-3510+2ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-334		2з	ПМЛ-3610+2ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-335*		2з+2р				
ПАЕ-336		1з+2р	ПМЛ-3220+ПКЛ-11		2з+2р	
ПАЕ-411		63	2з+2р		ПМЛ-4100+ПКЛ-11	63
ПАЕ-412	2з+2р		ПМЛ-4100+РТЛ-2+ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-413	2з		ПМЛ-4500+2ПКЛ-11**	4з+4р		
ПАЕ-414	2з		ПМЛ-4500+РТЛ-2+2ПКЛ-11**	4з+4р		
ПАЕ-421	2з+2р		ПМЛ-4140+ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-422	2з+2р		ПМЛ-4210+ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-423	2з		ПМЛ-4540+2ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-424	2з		ПМЛ-4610+2ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-425*	2з+2р					
ПАЕ-426	1з+2р		ПМЛ-4220+ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-431	2з+2р		ПМЛ-4110+ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-432	2з+2р		ПМЛ-4210+ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-433	2з		ПМЛ-4510+2ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-434	2з		ПМЛ-4610+2ПКЛ-11	2з+2р		
ПАЕ-435*	2з+2р					
ПАЕ-436	1з+2р		ПМЛ-4220+ПКЛ-11	2з+2р		

Примечание. \* Аналог отсутствует.

\*\* Потребитель должен сам выполнить монтаж электрической блокировки, используя при этом 2з+2р свободных блок - контактов.

Тип реле	Ин, А /		Тип реле	Ин, А /		Тип пуска- кателя с кот.исп. реле *
	Кол-во исполнений по диапазону регу- лирования Ин.несраб	Ин.пуска- теля, А		Кол-во исполнений по диапазону регу- лирования Ин.несраб	Ин.пуска- теля, А	
ТРН-10А	3,2 / 11	10	РТЛ-1000	25 / 14	10	ПМЛ-1000
ТРН-10	10 / 14	10	РТЛ-1000	25 / 14	10	ПМЛ-1000
ТРН-25	25 / 8	25	РТЛ-1000	25 / 14	25	ПМЛ-2000
ТРН-40	40 / 6	40	РТЛ-2000	80 / 6	40	ПМЛ-3000
ТРП-60	60 / 6	63	РТЛ-2000	80 / 6	63	ПМЛ-4000
РТТ-1	25 / 22	10	РТЛ-1000	25 / 14	10	ПМЛ-1000
	25 / 22	25			25	ПМЛ-2000
РТТ-2	80 / 10	40	РТЛ-2000	80 / 6	40	ПМЛ-3000
	80 / 10	63			63(80)	ПМЛ-4000

Примечание. \* Возможно использование реле РТЛ-1000 и РТЛ-2000 с другими типами пускателей, при этом необходимо дополнительно заказывать клеммники КРЛ-1 и КРЛ-2.

РВП					РПЛ			
Тип реле	Диапазон выдержки времени, с	Число и род контактов		Род выдержки времени	Тип аппаратов НПО "ЭТАЛ"	Диапазон выдержки времени, с	Число и род контактов	
		С выдержкой времени	Без выдержки времени				С выдержкой времени	Без выдержки времени
РВП-72-3121	0,4-180	1з+1р	нет	С выдержкой при включении	РПЛ+ПВЛ11	0,1-30	1з+1р	4з*
					РПЛ+ПВЛ12	10-180	3з+1р*	
				РПЛ+ПВЛ13	0,1-15	2з+2р*		
				РПЛ+ПВЛ14	10-100			
РВП-72-3122				С выдержкой при отключении	РПЛ+ПВЛ21	0,1-30		
					РПЛ+ПВЛ22	10-180		
					РПЛ+ПВЛ23	0,1-15		
					РПЛ+ПВЛ24	10-100		
РВП-72-			1з+1р	С выдержкой	РПЛ+ПВЛ11	0,1-30		
					РПЛ+ПВЛ12	10-180		

3221				при	РПЛ+ПВЛ13	0,1-15		
					РПЛ+ПВЛ14	10-100		
РВП-72-3222				С включении выдержкой при	РПЛ+ПВЛ21	0,1-30		
					РПЛ+ПВЛ22	10-180		
					РПЛ+ПВЛ23	0,1-15		
				отключении	РПЛ+ПВЛ24	10-100		
РВП-72-3223		2з+2р	нет	С выдержкой при	РПЛ+ПВЛ11+	0,1-30	2з+2р	8з*
					РПЛ+ПВЛ21			
					РПЛ+ПВЛ12+	10-180		6з+2р*
					РПЛ+ПВЛ22			
				включении	РПЛ+ПВЛ13+	0,1-15		4з+4р*
				и	РПЛ+ПВЛ23			
				отключении	РПЛ+ПВЛ14+	10-100		
					РПЛ+ПВЛ24			

\*Число контактов реле РПЛ.

Тепловые реле на токи свыше 80 ампер НПО "ЭТАЛ", в данное время, не выпускаются. При необходимости использования теплового реле, вместе с пускателями 5 и 6 величин, на токи 125 и 160 ампер соответственно, возможно использовать следующие электротепловые реле:

1. Для пускателя ПМЛ-5100 (125 А):

РТТ5-125-063 (46-63А); РТТ-31; 50 А (42,5-57,5 А);

РТТ5-125-080 (58-80 А); РТТ-31; 63 А (53,5-72,5 А);

РТТ5-125-100 (74-100 А); РТТ-31; 80 А (68,0-92,0 А);

РТТ5-125-125 (93-125 А); РТТ-31; 100 А (85,0-115,0 А);

РТТ-31; 125 А (106,0-143,0 А).

2. Для пускателя ПМЛ-6100 (160 А):

РТТ-31; 50 А (42,5-57,5 А); РТТ5-125-063 (46-63А);

РТТ-31; 63 А (53,5-72,5 А); РТТ5-125-080 (58-80 А);

РТТ-31; 80 А (68,0-92,0 А); РТТ5-125-100 (74-100 А);

РТТ-31; 100 А (85,0-115,0 А); РТТ5-125-125 (93-125 А);

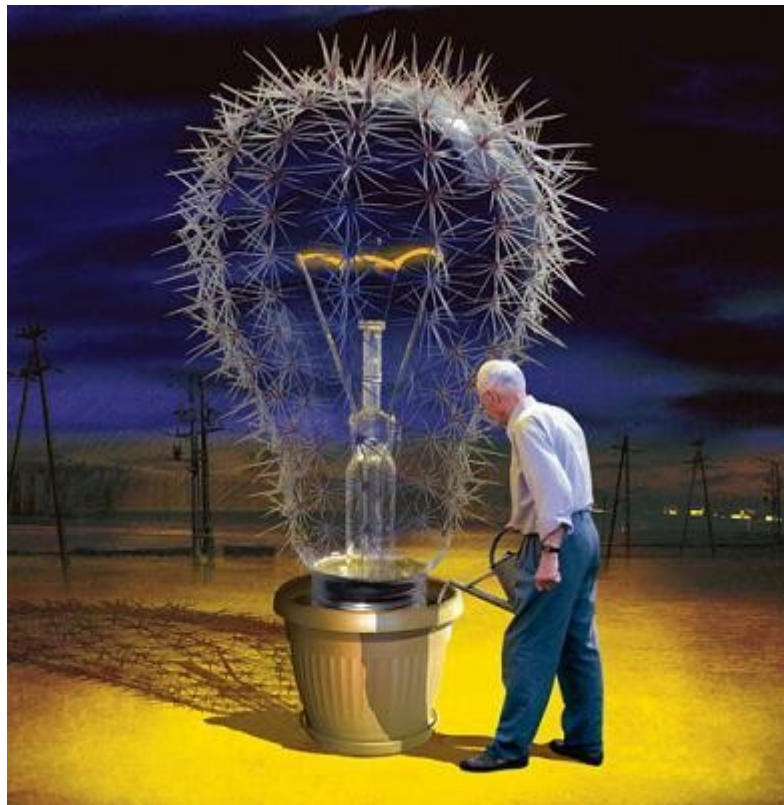
РТТ-31; 125 А (106,0-143,0 А);

РТТ-31; 160 А (136,0-160,0 А).

Оба типа реле можно использовать как для ПМЛ-5100, так и для ПМЛ-6100, т.е. реле необходимо выбирать по требуемому диапазону регулирования тока (диапазон указан в скобках).

Установка реле предусматривается отдельно от пускателя. Соединение и монтаж производится гибкими проводниками соответствующего сечения с наконечниками.

Источник информации: <http://promsouz.com/>



Все предыдущие номера  
бесплатного электронного журнала «Я электрик!»:  
[Архив всех номеров журнала](#)