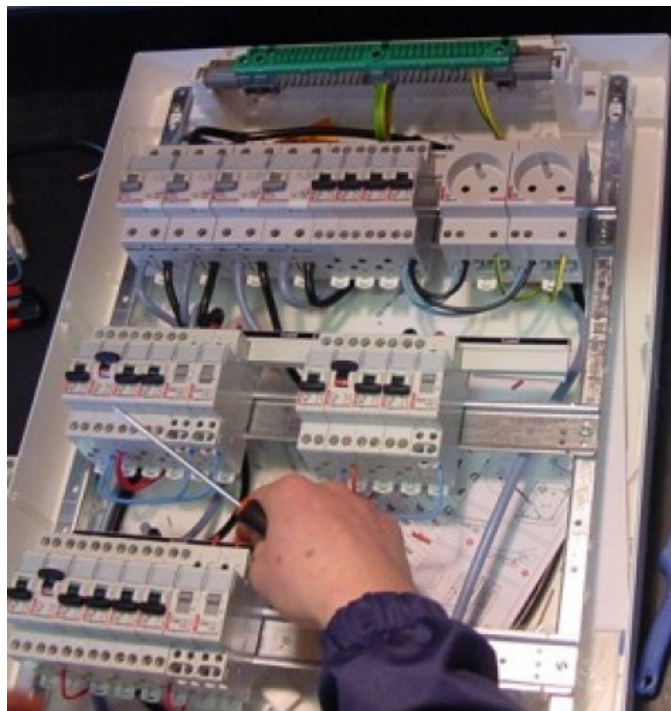


# "Я электрик!"

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ



*"Я электрик!"*

*Журнал  
для облегчения жизни  
специалистов-электриков*

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

Редактор журнала: Повный Андрей

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

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

Выпуск №17

Октябрь 2009 г.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Система заземления “TN-C”	3
Электрические щиты на любой случай - какой когда использовать	7
Как правильно выбрать и установить электрощит. Модули и электросхема щита	9
Диагностика причин отключения автоматического выключателя в силовом щитке	15
Как заменить проводку на медную	17
Скрутка или клеммник?	22
Как сделать освещение в подвесном потолке	24
Ликбез по пайке	27
Бессвинцовые припои	32
Когда менять лампы в светильниках?	37
Увеличение срока службы контакторов и пускателей	40
Твердотельные реле и контакторы	43
Безаварийная и эффективная эксплуатация устройств компенсации реактивной мощности низкого напряжения	50
Подключение устройств компенсации реактивной мощности низкого напряжения	54
Самонесущие изолированные провода 0,4 – 1 кВ. Плюсы и минусы различных систем	56
Особенности монтажа самонесущих изолированных и защищенных проводов при строительстве воздушных линий электропередачи 0,38 – 35 кВ	58
Комплектные распределительные устройства: требования и тенденции	63
Новые технические решения КРУ 6(10) кВ	68



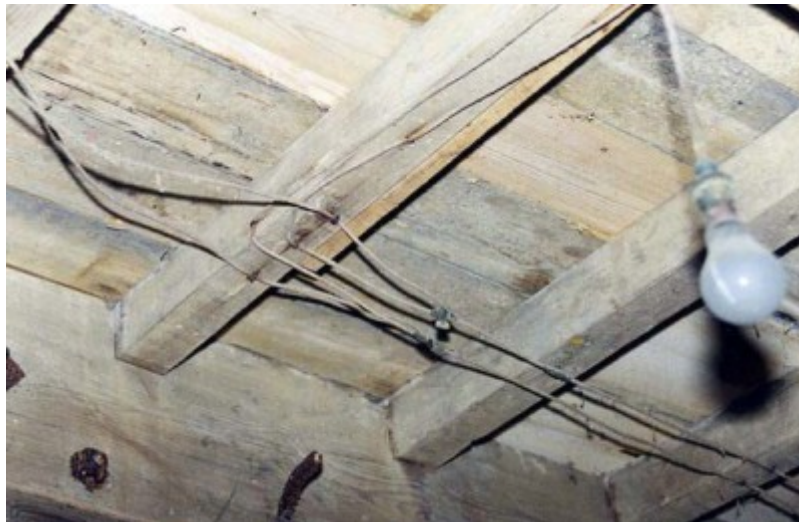
## Система заземления «TN-C»

При покупке дачного участка или квартиры мы первым делом задумываемся об электроснабжении и здесь сталкиваемся с множеством противоречий. Одни специалисты рекомендуют смонтировать контур заземления на участке, другие говорят, что ничего делать не надо, третьи вообще предлагают «занулить» все розетки и электрооборудование непосредственно в точке присоединения электроприборов.

Как же разобраться в разногласиях и мнениях специалистов? Чьи доводы учесть в проектировании электроснабжения электросети? Кому отдать предпочтение и поручить электромонтажные работы с соблюдением всех норм и требований по электробезопасности? Чтобы ответить себе на все вопросы, надо ознакомиться с основными системами заземления, которые используются на территории Российской Федерации.

Самая укоренившаяся в нашей стране система заземления со времён правления коммунистической партии – это система «TN-C». Данный тип заземления устроен таким образом: заземлитель (контур заземления) установлен на трансформаторной подстанции, к нему присоединен нулевой проводник, который идет к потребителю и выполняет функцию рабочего и защитного проводника. Обозначается он «PEN»-проводником.

Присоединив корпус электроустановки к «PEN»-проводнику получаем тип защиты, который называется «занулением». Электропроводка при этом выполняется двухжильным или четырехжильным кабелем, контакты защитных проводников (заземления) в розетках и светильниках отсутствуют.



Единственным достоинством системы заземления «TN-C» считается простота и дешевизна электромонтажа, но в ущерб электробезопасности, так как существует реальная опасность поражения людей электрическим током, что приводит к летальным исходам.

Те электромонтажники, которые советуют выполнить электромонтажные работы по системе заземления «TN-C» должны быть посланы в сторону «моря». При использовании такой системы заземления, защитные аппараты защищают только электрическую сеть от сверхтоков короткого замыкания, но не защищают людей от поражения электрическим током.



При включении современной электронной техники с импульсными источниками питания в розетки электрической сети с системой заземления «TN-C» возникает вынос напряжения на металлические корпуса электрооборудования. Это происходит потому, что импульсные блоки питания имеют на входе симметричный фильтр импульсных помех, средняя точка которого, в большинстве случаев, присоединена к корпусу. При «занулении» электрооборудования, напряжение 220 В делится на плечах фильтра, а на металлических корпусах электрооборудования оказывается 110 В.



Большинству пользователей электроэнергии неизвестно, что в настоящее время при строительстве новых зданий и сооружений или при реконструкции электроснабжения устанавливать систему заземления «TN-C» запрещено. Энергетическим компаниям, обслуживающим электроснабжение зданий и сооружений старой постройки, рекомендовано перевести системы заземления «TN-C» в систему заземления «TN-C-S» или систему заземления «TN-S».

В связи с тем, что не у всех энергетических компаний, поставляющих электроэнергию, существует достаточно средств на модернизацию электроснабжения, то чаще всего устанавливают повторное заземление нулевого проводника на вводе в здание с последующим разделением совмещённого проводника «PEN» на защитный проводник «PE» и нулевой рабочий проводник «N». В соответствии с ПУЭ, сечение «PEN»-проводника должен быть не менее: медный проводник - 10 мм<sup>2</sup>; алюминиевый проводник - 16 мм<sup>2</sup>.





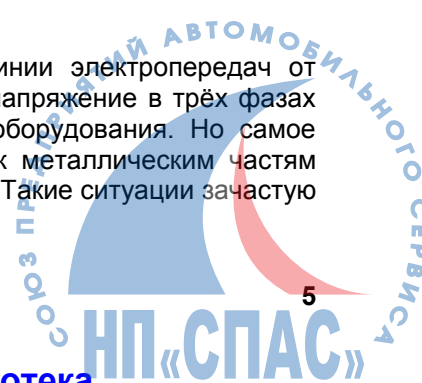
Переведя, таким образом, систему заземления «TN-C» в «TN-C-S», большинство электромонтажных организаций, обслуживающих здания и сооружения старой постройки, забывают или не хотят модернизировать распределительные сети в стояках и распределительных щитах, не говоря уже о том, чтобы выполнить замену всей электропроводки в помещениях и квартирах у пользователей электроэнергии.

Как говорится «спасение утопающего – дело самого утопающего», то есть, если у вас в помещении или квартире двухпроводная система электроснабжения, то стоит обратиться в эксплуатирующую организацию, чтобы они модернизировали электроснабжение вашей квартиры или помещения в соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ-7).



Приобретая домик в деревне, мы получаем вместе со старенькими покосившимися стенами устаревшую во всех отношениях систему заземления «TN-C». Не установив контур заземления, вы подвергаете себя и своих близких опасности.

Рассмотрим такую ситуацию: обрыв нулевого проводника на линии электропередач от питающего трансформатора (в зависимости от подключённых нагрузок), напряжение в трёх фазах перекашивается, что непременно приводит к выходу из строя электрооборудования. Но самое печальное в этой ситуации то, что в момент прикосновения человека к металлическим частям электроприбора или электроустановки, его поражает электрическим током. Такие ситуации зачастую оканчиваются летальным исходом.



Выполняя электромонтаж контура заземления, следует предусмотреть всевозможные варианты и проложить такой горизонтальный заземлитель, при котором не будет страшен обрыв нулевого проводника у питающего трансформатора. Это можно сделать увеличением сечения проводника от очага заземления до главной заземляющей шины и установкой заземлителя с соответствующим сопротивлением растеканию тока. Непремено следует установить повторное заземление нуля на столбе питающей линии (ВЛ) в точке отвода к вашему домику.

Для того чтобы определить систему заземления вашего помещения, следует воспользоваться услугами специалистов электролаборатории, которые проведут обследование электроснабжения электроустановки здания или сооружения.

**Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:**

- система TN - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;
- система TN-C - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении;
- система TN-S - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении;
- система TN-C-S - система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания;
- система IT - система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены;
- система TT - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника

Первая буква - состояние нейтрали источника питания относительно земли:  
Т - заземленная нейтраль; I - изолированная нейтраль.

Вторая буква - состояние открытых проводящих частей относительно земли:  
Т - открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети; N - открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после N) буквы - совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников: S - нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены; C - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник); N - нулевой рабочий (нейтральный) проводник; PE - защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов); PEN - совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

Глухозаземленная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству. Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

Изолированная нейтраль - нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

Источник: <http://elektroas.ru/>

## Электрические щиты на любой случай - какой когда использовать

Помимо своей многофункциональности, электропанели могут еще выполнять функцию универсального устройства или, напротив, стать воплощением собственных желаний пользователей. Электрические панели могут достигать внушительных габаритов - 2, 5 м в высоту. В роли содержимого электрошкафов выступают разнообразные устройства и электроприборы для коммутации переменного тока в 220В и 380В. Электрощитовые панели не допускают избыточные нагрузки на силовых магистралях, поскольку по собственным качествам устойчивы к волнам электроэнергии при авариях на линии. В виде критериев для градации представляется окончательная сфера использования электрощита и электрошкафа.

На трансформаторной подстанции, которая играет роль устройства ввода и коммутирования переменного электротока, используется главный распределяющий щит ГРЩ. В его состав включаются:

- шкаф ввода ШВ, который при помощи кабеля подключают к трансформатору;
- секционный шкаф ШС;
- некоторое количество линейных шкафов ШЛ.

Для ввода переменного электротока на дальнейшую коммутацию устанавливается вводящий шкаф, и при необходимости подобных устройств можно устанавливать несколько. В состав обычной панели входят:

- автовыключатель ввода;
- управляющее реле;
- электровыключатели магистралей для подачи электроэнергии;
- связки и каналы посредством кабелей и проводов.

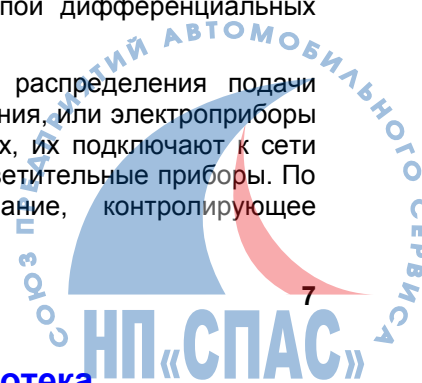
Внутри вводящей панели устанавливается устройство, предотвращающее перегрев и замыкание всей электросети. Кроме этого, эти устройства играют роль регулятора электронагрузки на вводе. В случае неполадок на входящей линии, они перейдут на дублирующее электропитание.

Следующим пунктом в таблице разновидностей электрических панелей стал вводно-распределительное устройство ВРУ. Его имя объясняет все: обеспечение жилого и нежилого фонда непрерывной подачей электричества от вводной магистрали. Это устройство не отстает от своих собратьев ГРЩ и электропанели ввода и также снабжено системой протекции, которая гарантирует немедленное обесточивание электросети в случае аварии.

Учетные поэтажные электрощиты, бесспорно, известны каждому, кто жил в высотном доме - это именно те ячейки, которые установлены на лестничных клетках. Эти электрические щиты имеют одну особенность - кроме защиты сети от короткого замыкания и предотвращения контакта жильцов с током, они скрывают в себе устройства телевизионной, связанной и прочих сетей. Обычно классические электрощит эксплуатируют 2-4 отдельных помещения. В типовой комплектации они снабжены рубильниками-выключателями, счетчиками электричества, а также электророзетками.

В строениях, где подключается мощное оборудование, непременно должен быть силовой электрический щит. Он гарантирует стабильную работу при предельных нагрузках и не допустит вредные последствия от происходящих поломок. Если он усилен группой дифференциальных выключателей, то энергия не будет теряться попусту.

Осветительные электрические щиты ЩО эксплуатируются для распределения подачи электрической энергии на осветительные электроприборы в стенах помещения, или электроприборы наружного освещения. Обычно ЩО монтируют в подвальных помещениях, их подключают к сети через вводное устройство, а потом по кабелям электроток попадает на осветительные приборы. По просьбе потребителя можно дополнительно поставить оборудование, контролирующее функционирование устройства.



Электрощиты, работающие в небольших помещениях, например в гаражах, выполняют схожие с типовыми электрощитами задачи. Они просто более миниатюрны и способны выдерживать более серьезную нагрузку. Конструктивные особенности и внешний вид корпуса зависит от того, в каких условиях он будет использоваться: на улице или внутри помещения.

Монтаж электрощитового оборудования из иностранных комплектующих в отечественных корпусах.

Разработка и монтаж электрощитов - процесс многоуровневый, непростой, нуждающийся в особой старательности. Мельчайший недочет или неточность могут привлечь за собой довольно неприятные последствия вплоть до опасности для человеческой жизни.

Услуги по сборке электрощитов предлагаются сегодня большим количеством производителей, что вызвано стремительным увеличением интереса заказчиков в щитах стандартной и индивидуальной комплектации. Помимо того, это позволяет решить проблему организации систем учета энергопотребления, что заказчику более удобно и выгодно будет обращаться к одному производителю и получить от него весь ассортимент услуг.

Все еще велико число таких производителей, которые предлагают услуги по комплектации электрощитов на базе зарубежных компонентов в корпусах российского производства. Чем это обусловлено? Бесспорно, отменным качеством, которое поддерживают знающие и солидные зарубежные компании-изготовители деталей.

Среди главных всемирно известных производителей тут можно назвать GE, а также Legrand, Schneider Electric, ABB, чья продукция уже давно показала себя на мировом рынке как высококачественная и надежная. Кроме этого, большая часть российских фирм уже давно наладили отношения с этими производителями, поэтому, из-за прямых поставок комплектующих от производителя и постоянного пополнения и поддержания собственных припасов, они гарантируют достаточно приемлимую для пользователей стоимость на изделия. Те российские предприятия, которые были в состоянии обеспечить постоянство поставок в соответствии с этими принципами, являются самыми конкурентоспособными на рынке электрощитового оборудования.

Обычно производитель согласовывает с заказчиком технологические и схемные решения или утверждает имеющиеся типовые схемы электрического щита, после чего стартуют мероприятия по сборке. Таким образом, в наши дни компануются все известные виды электрощитов. Это вводно-распределительные устройства ВРУ, электрощиты освещения ЩО, щиты силовые ЩС и шкафы учета ЩУ.

Короба электрощитов для подобной комплектации применяются сегодня по большей части отечественные, поскольку они хорошо ориентированы на наши условия использования и учитывают в массе своей все требования и желания клиента и пользователя.

Следует учесть что, такой компановочный процесс требует высочайшей профессиональной подготовки сотрудников, а также обширной технологической базы и высокотехнологичного оборудования, ведь, работая с продукцией известных и брендовых марок, фирма-сборщик берет на себя ответственность по поддержанию имиджа зарубежного партнера и не имеет права дискредитировать его фирму.

Подобная схема компановки электрических щитов, опирающаяся на комбинацию импортных и отечественных деталей, позволяет заказчику ясно определиться с тем, какой именно электрический шкаф какой ценовой категории ему необходим, то есть позволяет производителю оперативно и гибко реагировать на ежегодно меняющиеся запросы сегодняшнего энергопотребления.

Передвижные электрические щиты - точка зрения подкованного хозяина.

Разговаривая об электрошкафах, необходимо заострить внимание на проблеме отсутствия там, где необходимо силовых выводов, с которой встречался каждый из нас. И дело даже не во временном отсутствии удобств и благ цивилизации, которые особенно остро ощущаются в подобные моменты. Дело в том, каким беспомощным становится любой оказавшийся без «источника питания».

Например, за городом, когда намечаются дружеские посиделки в саду, было бы славно осветить место пребывания дружной компании хоть бы обычной лампой накаливания. Или, например, ведутся ремонтные работы на улице - перед офисом или на полянке перед домом. Случается, очень нужно вставить в розетку, предположим, болгарку, а розетки не наблюдается в



районе ближайшей видимости. И начинается: километры проводов, пачки удлинителей и «переносок», испорченный отдых и скверное настроение.

От подобных тягостей, кстати говоря, застраховано два вида владельцев: нерадивые владельцы, которые, по определению, в такие ситуации не попадают, а также домовладельцы аккуратные и осмотрительные, которые знают, что на свете существует такая нужная вещь, как переносной электрощит, и уже давно этим щитом владеют. Электрические шкафы мобильного типа - единственный грамотный способ обезопасить себя от попадания в такую ситуацию.

Для чего используется такой переносной электрощит?

Ну, во-первых, для питания временной иллюминации или для применения электроприборов вдали от стационарных электророзеток, бесспорно, тоже временно.

Зачастую подобные переносные электрощиты приманяют и для того, чтобы защитить от избыточной нагрузки 3-х фазную сеть, а также минимизировать спады при коротких замыканиях. Такие электрошкафы могут быть стоячими или навесными, с уровнем защиты: IP44 при номинальном напряжении 380/220 В; 50 Гц и номинальном токе 32 А.

Такие распределительные электрошкафы предлагает сегодня промышленность в богатейшем выборе и в весьма демократическом секторе рынка, но, сугубо из принципов собственной безопасности, отдавать предпочтение, все же, стоит проверенным изготовителям, которые имеют уважение среди пользователей. Понятно, что если уж и полагаться на столь многоцелевого и надежного партнера, как портативный электрощит, то нужно и к его поиску подойти грамотно. Архиважно, чтобы фирма-изготовитель закупала для комплектации портативных электрических щитов только качественные детали. И не обязательно только зарубежные детали будут на 100 процентов отвечать требованиям качества в электрощитах подобного уровня. Не стоит судить необдуманно, ведь эволюция отечественной электротехнической продукции происходит столь быстрыми темпами, что уже ясно виден день проникновения отечественных производителей на европейский и мировой рынок.

Нужно ли напоминать о том, что приобретение одного подобного электрического щита, даже самого экономически «привлекательного», обеспечит вам большую безопасность при работе с электроприборами, чем бесчисленные мотки кабелей от удлинителей, в которых вы рискуете, к тому же, запутаться.

Источник: <http://www.magazin88.ru/>

## Как правильно выбрать и установить электрощит. Модули и электросхема щита

### Выбор электрощита

При выборе электрощита, кроме исполнения (внутренний, накладной) и материала, из которого он изготовлен (пластик или металл) важным критерием являются его размеры, а точнее количество модулей щита.

За модуль в щите принято считать один однополюсный автоматический выключатель – автомат, со средней шириной 18 мм.

Одним словом, максимально возможное количество установки однополюсных автоматов в щите и есть количество модулей щита.



Поэтому, приобретая щит необходимо хотя бы приблизительно определиться с модульными элементами щита – автоматами, УЗО, счётчиком и т. д. и их количеством.

Вот примерные значения количества мест (модулей на DIN - рейке) основными модульными элементами:



Однополюсный автоматический выключатель - 1 модуль



Однофазный двухполюсный автоматический выключатель - 2 модуля



Трёхполюсный автоматический выключатель - 3 модуля



Однофазное УЗО (Устройство Защитного Отключения) - 3 модуля



Трёхфазное УЗО - 5 модулей



Трёхфазный дифференциальный автомат - 6 - 8 модулей (в зависимости от производителя)





Электросчётчик модульный на DIN - рейку - 6 - 8 модулей (в зависимости от производителя и исполнения)



Розетка модульная для щита на DIN - рейку - 3 модуля



Клемма на DIN - рейку - 1 модуль



Модульная шина для PE - проводника DIN - рейку - 5 модулей

Покупать щит лучше с небольшим резервом по количеству модулей - не стоит брать "впритык". Например, если общее количество модулей 12, то лучше приобрести щит на 16 модулей. Это даст нужный резерв в случае изменения схемы электропроводки или добавления новых "точек".

При неполном заполнении щита модульными элементами во избежание попадания в электрощит посторонних предметов можно воспользоваться специальными заглушками для щитов под пустые модули. Это придаст большую эстетичность, улучшив внешний вид щита.

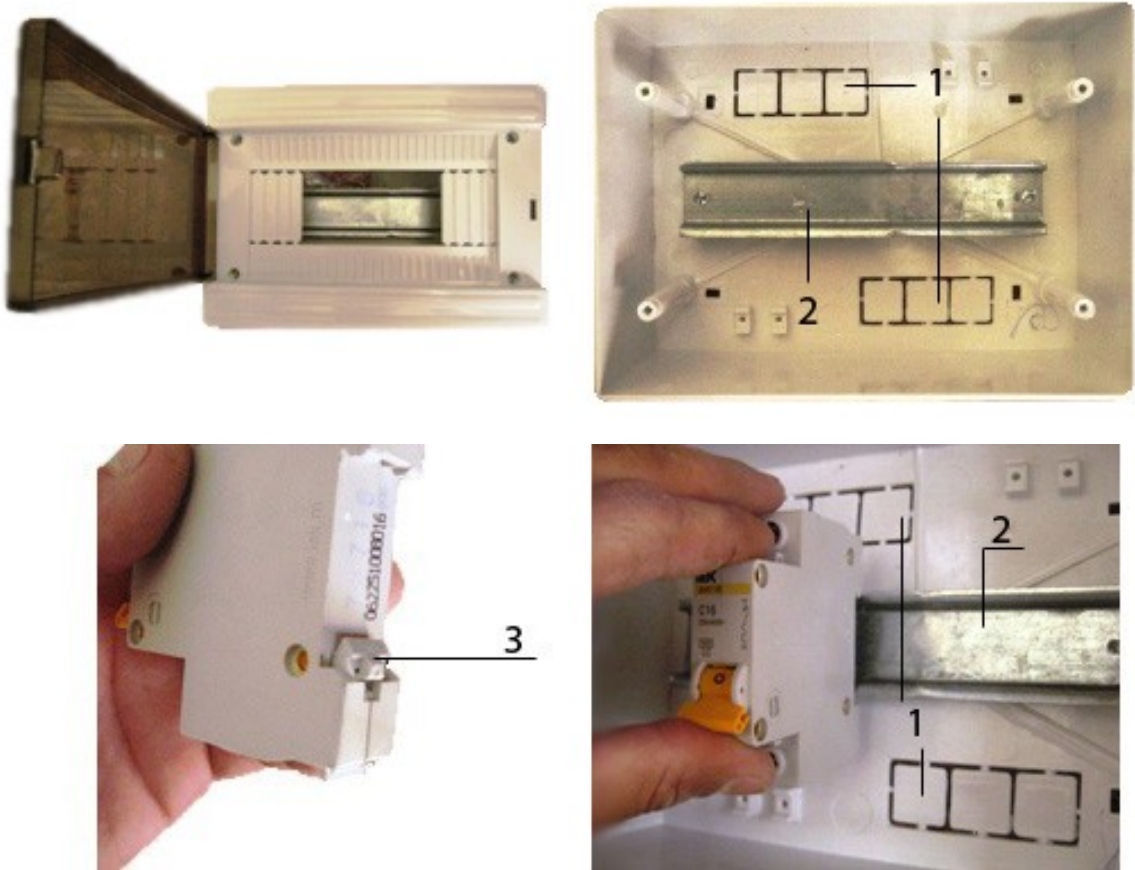
### **Как самому установить и собрать электрощит в квартире (доме)**

Монтаж электрощита в квартире (доме) начинается с его установки. Прежде всего определитесь, какой щит вы будете устанавливать – внутренний (скрытой установки) или накладной (наружный).

Если в доме скрытая электропроводка, то лучше, конечно установить щит внутренний – он имеет более эстетичный внешний вид, занимает меньше места – выступает из стены минимально. Чтобы установить внутренний щит, подготовьте место под него – нишу, в которую и будет "вмазан" щит – для этого лучше всего использовать гипс или алебастр. Понятно, что стены при установке такого щита должны иметь толщину, позволяющую сделать такую нишу.

Для открытой (наружной) электропроводки идеально подойдёт накладной электрощит. Такой щит не требует подготовки места – его достаточно закрепить с помощью обычных дюбель-гвоздей или шурупов «саморезов» (в зависимости от материала стены).





После того, как щит установлен, его нужно собрать. Чтобы собрать щит понадобятся автоматические выключатели (автоматы), которые крепятся на DIN-рейке щита 2 простым нажатием на автомат сверху. Фиксатор автомата 3 обеспечивает надёжное его крепление на DIN-рейке. Цифрой 1 показаны места для ввода и вывода проводов и кабелей. Перед установкой щита не забудьте удалить эти части.

Собрать электрощит, а точнее укомплектовать его нужными автоматами - процесс достаточно простой и недолгий, самое же сложное в монтаже электрощита - это правильная коммутация автоматов.

Ниже представлена примерная схема электрощита, т. к. электропроводка каждой квартиры (дома) имеет свои особенности, поэтому и схема электрощита должна быть индивидуальной, учитывать эти особенности.

#### Электрическая схема щита

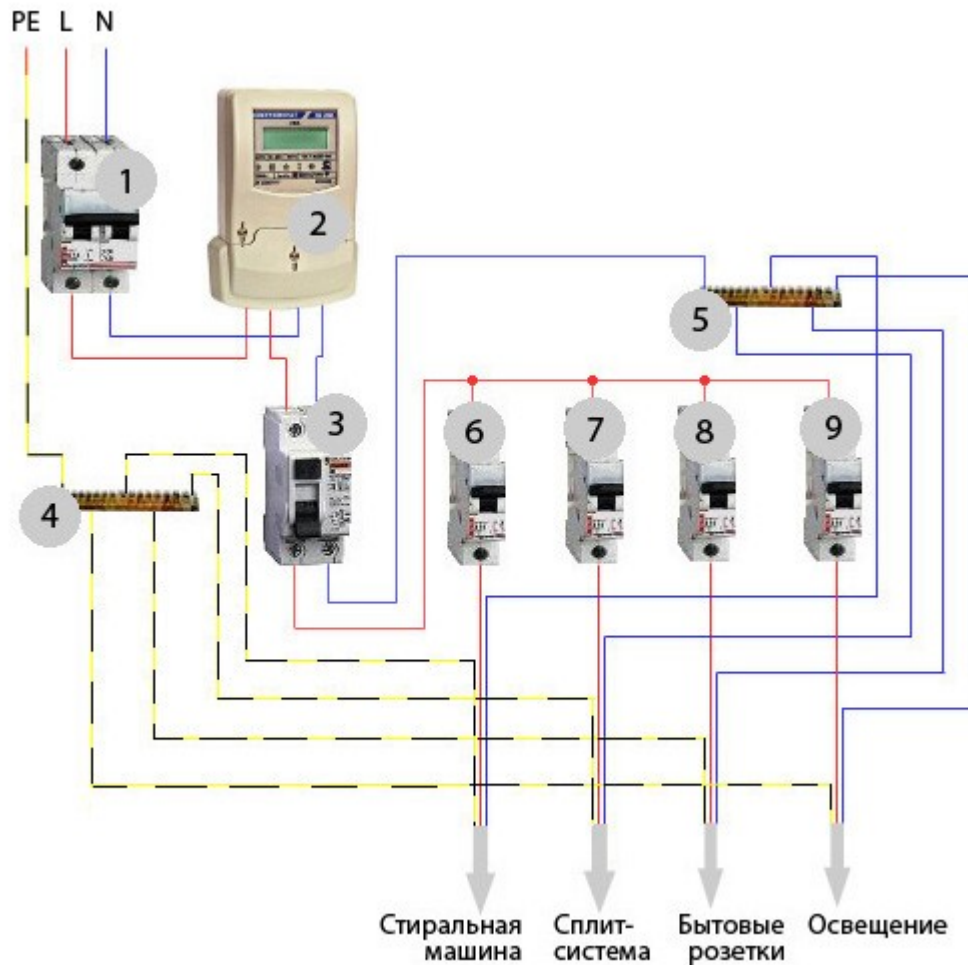
Для того, чтобы составить электрическую схему щита нужно учесть все особенности электропроводки квартиры или частного дома. Основные факторы, определяющие электрическую схему щита это:

- Суммарная потребляемая мощность
- Потребляемая мощность каждой отходящей электрической группы
- Количество отходящих электрических групп
- Место установки электросчётчика: квартирный или этажный электрощит (для многоквартирных домов)

Вот электрическая схема щита с учётом электроэнергии. Питающее напряжение подаётся на вводный дифавтомат 1, далее идет на однофазный электросчётчик 2, откуда поступает на УЗО 3,



после чего расходится по модульным автоматическим выключателям (автоматам) 6, 7, 8 - 25 А (розеточная группа) и на автомат 9 – на 16А.

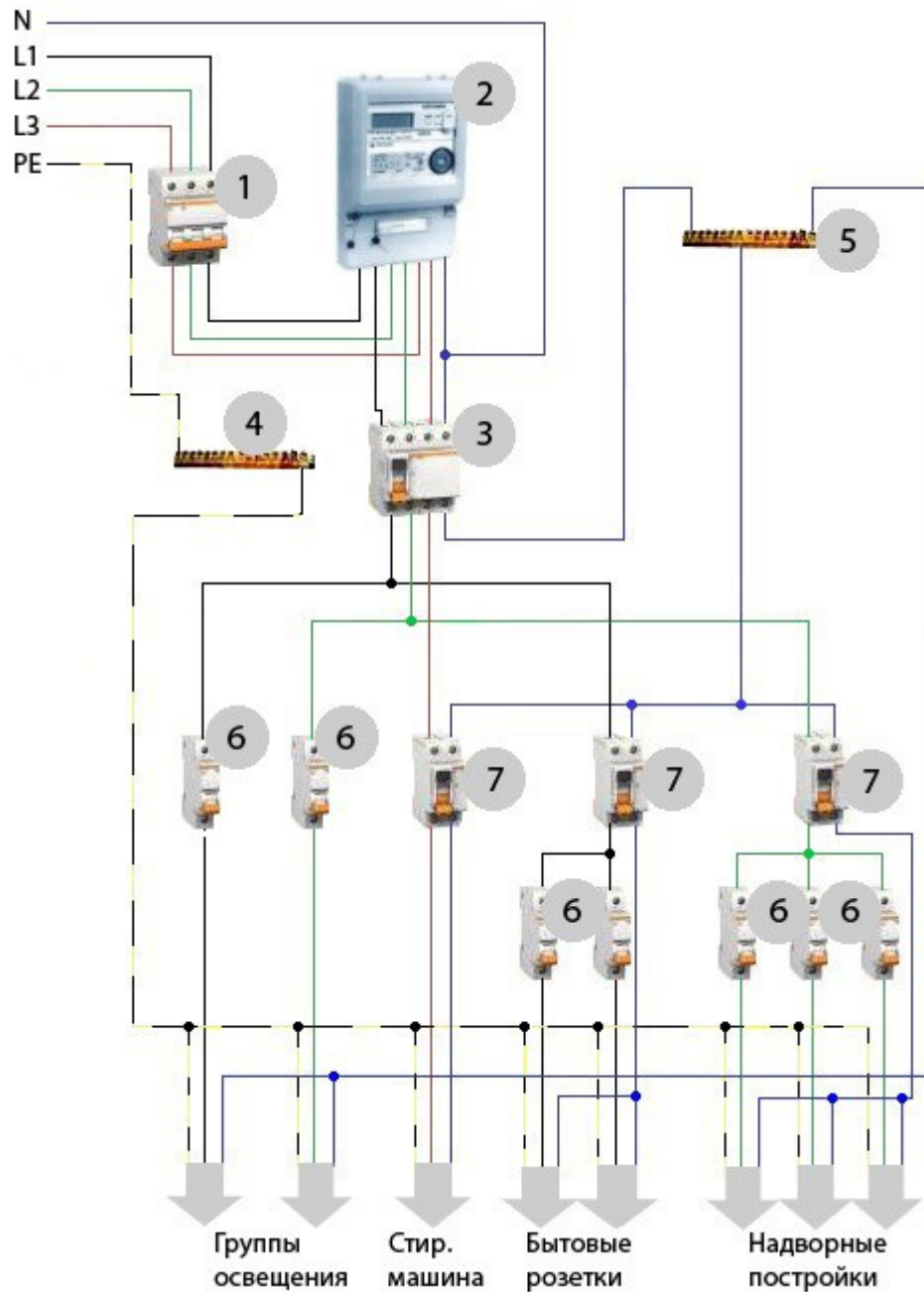


Обозначения: 1 - вводной автомат (32 А), 2 - электросчётчик, 3 - УЗО, 4 - клеммная колодка для PE - проводника (заземление), 5 - клеммная колодка для N - проводника ("ноль"), 6, 7, 8 - модульные автоматы на 25 А, 9 - автомат на 16 А.

Эта электрическая схема щита подойдёт как для квартиры, так и для индивидуального жилого дома с питанием 220 в. В случае необходимости в данную схему могут быть добавлены автоматические выключатели для включения дополнительных отходящих электрических групп.

Это лишь приблизительная схема электрощита. Чтобы собрать электрощит вам понадобится своя схема, учитывающая индивидуальные особенности электропроводки - количество нужных групп для бытовых розеток, освещения, отдельных групп для подключения мощной бытовой техники и т. д.

Электрическая схема щита частного жилого дома с питанием 380 В:



Данная электрическая схема щита схожа с первой схемой: электрическое питание (в нашем случае это - 380 в) подаётся на вводной автомат 1, с автомата на трёхфазный электросчётчик 2, после чего поступает на дифавтомат 3, откуда равномерно распределяется по нагрузке через модульные автоматические выключатели 6, и однополюсные дифавтоматы 7.

Как и в первом случае, в эту электрическую схему щита могут быть добавлены модульные автоматы 6 (для освещения на 16 А, для розеток - 25 А) или дополнительные дифавтоматы 7.

Источник: <http://remont220.ru/>

## Диагностика причин отключения автоматического выключателя в СИЛОВОМ ЩИТКЕ

А знаете ли вы, что вы сами можете устранить свои неполадки, не вызывая к себе квалифицированных специалистов или ЖЭКовских электриков. Мы поможем Вам разобраться со всеми вашими проблемами поэтапно. Вы сэкономите свое время и деньги. Давайте рассмотрим несколько ситуаций, которые могут возникнуть из-за неисправности электропроводки и электрооборудования и как их устранить своими силами. Например, у вас отключается автоматический выключатель в силовом щитке.



Первым делом надо отключить все электрические потребители (электрооборудование, чайник, стиральная машина, микроволновая печь, посудомоечная машина, и т.д.) из розеток, подключённых к электрической линии, которая относится к автоматическому выключателю (автомат, УЗО, дифавтомат), отключившему электроэнергию. Если этот автоматический выключатель обслуживает линию освещения, то надо отключить выключатели освещения (установить в положение выкл.).

После этого можно включить автоматический выключатель. Если всё нормально и он не отключается, то первым делом надо проверить какое электрооборудование обесточивает электроэнергию. Сделать это можно поэтапным включением каждого потребителя в розетку. Если при включении электрического прибора опять сработал автоматический выключатель, то попробуйте подключить к этой розетке настольную лампу, бра, торшер, можно подключить простую переносную лампу.

Допустим, что при включении переносной лампы автоматический выключатель не отключается, значит просто не следует включать в эту розетку электрический прибор (электрооборудование, чайник, стиральная машина, микроволновая печь, посудомоечная машина, и т.д.), который до этого вызвал отключение автомата, из этого делаем вывод, что потребляемая мощность электрического оборудования превышает допустимую норму потребления электроэнергии в данной электрической линии (розетке), которую защищает автоматический выключатель.



Тестер электрического напряжения

Но есть вариант, что Ваше электрооборудование неисправно, попробуйте его включить в другую розетку. **При проверке неисправностей не пользуйтесь удлинителями!** Если при включении в другую розетку, которая не обслуживается этим автоматическим выключателем, электрическое оборудование работает и не отключается автоматический выключатель, то требуется провести комплекс электрических измерений (замер сопротивления изоляции кабелей, замер фаза-ноль, замер заземления, замер автоматических выключателей, замер УЗО). Постарайтесь не пользоваться данной розеткой. Вызовите срочно квалифицированных специалистов (электромонтажника, электрика, выездную электролабораторию), которые определяют неисправность и устранят все дефекты в кратчайшие сроки.

**ВНИМАНИЕ!!! Не пользуйтесь услугами гастарбайтеров и ЖЕКовских электриков, ОПАСНО для Вашей жизни и Вашего электрооборудования.**

### *Принципы инсталляции управляющих шкафов.*

Кто бы мог утверждать еще пол века назад, насколько востребованными в наше время станут услуги по сборке и монтажу шкафов управления. Повышается уровень жизни граждан, а прямопропорционально ему возрастают и потребности, и возможности.

Сегодня фирмы, профессионально занимающиеся инсталляцией, то есть монтажом шкафов управления, серьезно оценивают все возможные варианты и пожелания пользователя, а потому предлагают довольно гибкий подход к установке.

Специалисты рады исполнить заказ на монтаж самого оригинального типа шкафа управления, так как понимают, что только это и создает основную ценность продаваемых ими услуг. К тому же, этакий без пяти минут художественный подход к выполнению монтажных работ свойственен только высококлассным специалистам, ведь комплектуемые на первоклассном оборудовании современные электрощиты требуют и искусности, и широких знаний в области инновационных разработок электромеханической продукции.

Шагают в ногу со временем и заводы-изготовители, так как предлагают частным пользователям и компаниям несколько модификаций типового управляющего шкафа, а также наличие возможности в частном порядке заказать свой личный вариант электрощита.

Только в связи с тем, что поток предложений по установке - монтажу шкафов управления сейчас несоизмеримо многообразен, профессионалы рекомендуют обратить взор на несколько моментов, которые могут оказаться вам полезными, если встанет вопрос проведения установочных работ подобного типа.

До того, как переложить на команду специалистов весь монтаж электрощита управления, убедитесь, насколько это будет возможно, точно ли рассчитано расстояние между монтажными гранями крепежных планок и дистанция от крепежных реек до дверей и панелей.

Агрегаты зачастую поставляются в подетально, а так как в подавляющем большинстве случаев команда монтажников поручает покупателю лично закупить все необходимые детали, удостоверьтесь, что внутри коробки лежит подробная инструкция и специализированный инструмент - так вы избежите лишних дополнительных затрат.

Убедитесь в том, что загодя приведены в готовность все точки входа и выхода кабеля, в противном случае установочные работы могут быть сделаны неаккуратно и это доставит вам ненужные хлопоты. Ряд производителей оснащают шкафы управления специализированными крышками, уплотнителями, щетками для этих целей, а если шкаф обеспечивает предохранение приборов от воды и пыли, то такой шкаф управления конечно комплектуется герметичными канговыми муфтами.

Какой бы тип электрошкафа управления вы не установили, напольный или настенный, он обязательно обязан иметь зону, отведенную для разнонаправленной электрокабельной разводки. Часто производитель предложит вам для этой цели специализированные кабель-организаторы и гребенки.

В связи с тем, что внешний вид современных управляющих электрощитов очень оригинален и они выглядят солидно и красиво, позаботьтесь о том, чтобы монтаж производился в строгом соответствии с требованиями внешнего дизайна электрощитового оборудования. К примеру, электрошкафы, имеющие на фронтальной панели прозрачные дверцы, гораздо более опасны при монтаже, нежели другие. Смотрится, безусловно, такая ставня достаточно эффектно, но она совсем не прочна.

Специалисты больше всего ценят электрошкафы управления со съемными дверцами и монтажными панелями, поскольку такие идеально просты при монтаже.

Подобных особенностей у электромонтажа еще немало - главное, чтобы монтаж электрошкафов управления проводился профессионалами, которым не нужны такие подсказки.

Источник: <http://elektroas.ru/>



## 20 Уроков По Электромонтажу

Иллюстрированное практическое руководство для начинающих электромонтажников.



Книга написана специалистами московской электромонтажной компании "ЭлектроАС". Изложение очень понятное и доходчивое. В книге в двадцати уроках содержится очень много тонкостей и секретов при проведении электромонтажных работ.

Все, что в этой книге изложено - это актуальная информация! Прочитав эту книгу Вы будете в курсе всех самых современных тенденций и технологий в этой области! Ну это, так и должно быть, так как, люди написавшие "20 Уроков По Электромонтажу" в вопросах электромонтажа асы и на этом деле уже "собаку съели". Так что если Вам интересна тема электромонтажа, то рекомендую самым внимательным образом изучить этот материал.

Скачать бесплатную электронную книгу «20 уроков по электромонтажу» можно здесь:  
<http://www.electrolibrary.info/books/20lessons.htm>

## Как заменить проводку на медную

### Зачем это надо?

В большинстве домов старой постройки, да и практически во всех современных домах электрическая проводка выполняется алюминиевым проводом в одинарной изоляции. При этом чаще всего сечение этой проводки рассчитывалось, исходя из потребления мощности 1-2 кВт, что было вполне нормально для 60-х годов прошлого века, но никак не для современных квартир.

Подсчитаем. Телевизор – 200-300 Вт, микроволновая печь – до киловатта, электрочайник – 800 – 1500 Вт, электрический обогреватель – минимум полтора киловатта и т.д. Не удивительно, что старая проводка не выдерживает. И если не срабатывают «автоматы» в квартирном щите, то начинается прогрессирующее разрушение изоляции алюминиевых проводов. Тут недалеко и до короткого замыкания. Кроме того, любая протечка или отсыревание отражается на алюминии весьма негативно. Он становится ломким и хрупким. То же самое происходит и под воздействием времени. По этой причине считается, что срок эксплуатации такой проводки – не более 15-20 лет.



Поэтому, если у Вас периодически пропадает контакт в розетках, электрические приборы никак не получается включать одновременно без того, чтобы не «выбило» автомат, а при замене люстры провода ломаются как спички, это значит, что настало время менять проводку.

При наличии базовых знаний и соблюдении правил электробезопасности замену вполне можно осилить самостоятельно. Главное правило – не работать под напряжением и быть аккуратным.

Для работы Вам понадобится:

- план квартиры с желаемым расположением точек подключения
- электрический кабель
- автоматы
- розетки и выключатели
- перфоратор с длинным буром
- гипсовая шпаклёвка
- распаечные коробки
- отвёртки, бокорезы и плоскогубцы
- мультиметр или контрольная лампа
- фазоуказатель
- мощный паяльник
- изолента в тряпичной изоляции и изоляционные колпачки
- установочные коробки для выключателей и розеток

Если что-то из этого списка вызывает у вас вопрос - «Что это такое?», то браться самостоятельно за замену не стоит. Лучше обратиться к профессионалам. Средняя стоимость замены по Москве – 700 рублей за квадратный метр площади квартиры. Деньги не такие большие, чтобы неоправданно рисковать жизнью.

Итак, приступим. Начинаем с простого – берём план квартиры и размечаем расположение розеток и выключателей. Помним, что по правилам монтажа от потолка и пола до электроустановочных изделий должно быть как минимум 10 см.

После этого считаем нагрузку. Для этого просто складываем приблизительную потребляемую мощность всех электроприборов в квартире. На каждый источник освещения приплюсовываем к сумме ещё по 100 Вт. Полученную сумму делим на 220 (закон Ома) и получаем приблизительную величину тока, на которую должна быть рассчитана проводка в квартире. Обычно величина получается в диапазоне от 12 до 16 Ампер. Это соответствует необходимому сечению кабеля в 1.5 кв.мм. Если величина тока получается больше, то имеет смысл подумать над прокладыванием нескольких параллельных линий проводки от электрического щита, на каждую из которых надо будет предусмотреть отдельное устройство отключения («автомат»). Прокладывать проводку кабелем большего сечения обычно не имеет смысла, так как затраты на него увеличиваются значительно, а надёжность получившейся системы электропитания уменьшается.



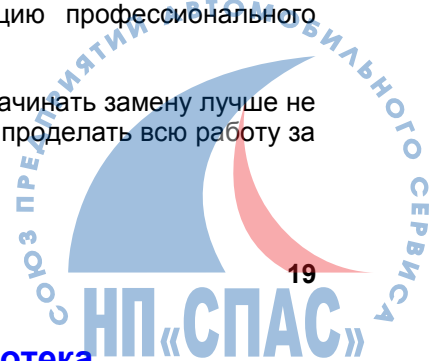
По готовому плану рассчитываем количество необходимого кабеля, а также розеток и прочего. На каждую розетку и выключатель необходимо также предусмотреть по одной установочной коробке. Они бывают двух типов – для кирпичных и бетонных стен и для гипсокартона.

После этого берём план и идём в магазин электротоваров. В магазине покупаем медный одножильный кабель в двойной изоляции ПУНП 2 нужного сечения (обычно 1.5) и остальные установочные приборы, а также автоматы. Их номинал выбирается по максимальному току, который Вы определили по нашему совету при составлении плана. Количество автоматов будет соответствовать количеству проводов, которые Вы будете заводить от щитка в квартиру. Если планируется менять проводку в помещениях с повышенной влажностью и/или пожароопасностью (кухня, туалет, ванная), то не лишним окажется и металлорукав, в которой будет укладываться кабель.



Теперь можно приступать к работе. Для начала необходимо обесточить старую проводку. Для этого аккуратно открываем квартирный щиток, находим пакетный выключатель, который относится к Вашей квартире, и выключаем его. При этом стараемся соблюдать максимальные меры предосторожности – не касаемся проводов, не хватаемся за металл щитка или дверцы руками, и т.д. Если у Вас есть хоть малейшие сомнения в правильности Ваших действий или если Вы не знаете, где что и как расположено, то попросите проделать операцию профессионального электрика.

После этого можно начинать работу без боязни попасть под напряжение. Начинать замену лучше не со стороны подъезда, а со стороны дальней комнаты. Вряд ли Вы сможете проделать всю работу за один световой день. А ведь квартира обесточена.



Начните с того, что отыщите в комнате распаечную коробку. Сделать это несложно, так как её крышка видна на стене. В случае, если проводка проложена под полом, ищите ввод в комнату. Теперь откройте крышку. Под ней Вы найдёте пучок самых разных проводов. Найдите главный – вводной. Отрежьте и тщательно изолируйте концы. Теперь можно снова включить в щитке электричество и работать с электроинструментом.

Постарайтесь удалить всю старую проводку. Если она скрывается под штукатуркой, то сделать это чаще всего не составляет большого труда. Достаточно просто хорошо дёрнуть за концы проводов и с помощью перфоратора или ручного инструмента снять слой штукатурки над проводом. В этом случае Вы также экономите время на прокладке новых штроб. Если же провода проложены в бетонной стене или под полом и не поддаются, то их можно просто обрезать. После удаления старой проводки можно начинать прокладывать новую. Вариантов несколько. Первый – проложить проводку в штробе старой или проштробить стены заново. В любом случае недопустимо оставлять открытые скрутки или спайки. Их необходимо выполнять в распаечных коробках и тщательно изолировать. При этом лучше следить за совпадением цвета проводов. Это необходимо для того, чтобы было понятно где расположен фазовый провод. В светильниках он ОБЯЗАТЕЛЬНО должен быть подключен к центральному контакту патрона.

Проще всего измерить необходимую длину и выполнить весь монтаж на полу и лишь потом производить укладку в штробы.

Не забывайте, что выключатели для освещения включаются в цепь не параллельно, а последовательно осветительному прибору!

После укладки кабеля в штробы они шпательются любой подходящей быстросохнущей гипсовой шпатлёвкой или алебастром. После их высыхания производится установка розеток или выключателей. При этом концы проводов лучше облуживать с помощью паяльника.

Аналогично выполняются работы и во всех других комнатах за исключением технических помещений, где лучше использовать прокладку в металлорукаве.

После того, как эти работы закончены, наступает завершающий этап – подключение к щиту. Если Вы решили делать несколько параллельных линий электроснабжения, то необходимо продумать и прокладку нескольких параллельных кабелей до щита. Обычно прокладывается две линии – одна на кухню (стиральная машина, печь, холодильник, и т.д.), а другая – в жилые помещения. Мы пока не затрагиваем вопроса подключения электрической плиты, так как это отдельная большая тема.

Устройства отключения («автоматы») должны быть предусмотрены для каждой линии электроснабжения. Вариантов их установки два – в коридорном щитке или в квартире. Если Вы выбираете второй вариант, то просто протяните все вводные кабели из каждой комнаты к месту, где Вы планируете установить щиток. При этом помните, что проход кабелей сквозь стену должен быть выполнен как минимум в металлорукаве, а лучше - в трубе.

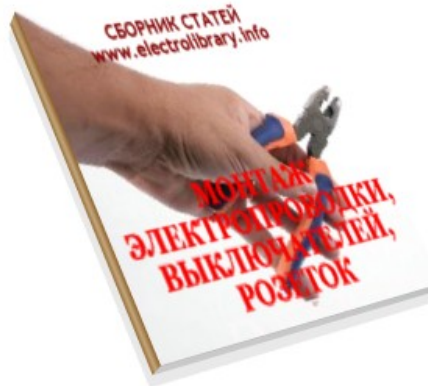
На этом Ваша работа закончена. Установка автоматических выключателей и подключение новой проводки к щиту – дело для профессионального электрика. Поэтому даже не пытайтесь выполнить эту работу самостоятельно.

Источник: <http://www.vashdom.ru/>





## Сборник статей «Монтаж электропроводки, выключателей, розеток»



Скачать сборник статей "Монтаж электропроводки, выключателей, розеток. Секреты электрика" можно, перейдя по этой ссылке - <http://www.electrolibrary.info/montag.htm>

## Электронная книга «Чем провода отличаются от кабелей»

Электронная книга в формате PDF.

Из этой небольшой электронной книги Вы узнаете:

1. Что такое провод
2. Какие бывают провода
3. Что такое электрический шнур
4. Что такое кабель
5. Как определить сечение провода, зная его радиус
6. Как используются установочные провода
7. Какие бывают разновидности установочных проводов
8. Какие требования предъявляются к установочным проводам
9. Как расшифровать маркировку проводов
10. Какие провода используются для организации тросовых проводок
11. Как расшифровать маркировку кабелей
12. Как устроены и где можно использовать силовые кабели ВВГ и NIM
13. Как устроены и для чего предназначены контрольные кабели
14. Где используются соединительные кабели
15. Для чего нужны монтажные провода и в каких условиях их можно использовать
16. Какие установочные провода являются самыми распространенными
17. Как устроены шнуры и где их применяют

[Скачать электронную книгу "Чем провода отличаются от кабелей"](#)



## Скрутка или клеммник?

Многие опытные электрики этот вопрос ответят, что скрутка гораздо надёжней, чем клеммник и что «хорошая скрутка всех переживёт». В чём-то они окажутся правы, но лишь отчасти, потому-что здесь надо принять во внимание многие важные факторы: материал токоведущих жил коммутируемых проводов, их электрохимическая совместимость или несовместимость (напр. медь и алюминий), сечение проводов, длина скрутки, нагрузка сети и т. д.

Однако, в нормативных документах, регламентирующих правила выполнения электромонтажных работ, в частности – ПУЭ (Правила устройства электроустановок) чётко сказано о запрете на соединение проводов методом скрутки:

ПУЭ: п2.1.21. Соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т.п.) в соответствии с действующими инструкциями.

Как видим, ПУЭ разрешает всего 4 вида соединений проводов и скрутки среди них нет (кроме случаев когда скрутка предварительная, например, перед пайкой или сваркой). Поэтому бесконечные споры и дискуссии о достоинствах или недостатках скруток теряют всякий смысл, ведь ни один пожарный инспектор не одобрит электроустановку, если коммутация её проводов выполнена скрутками.

Пайка или сварка существенно увеличивают время монтажа, процедура эта гораздо более продолжительная, чем с использованием клеммников - нужно снять изоляцию с проводов, облудить каждый провод, если это пайка, подключить сварочник, после изолировать все провода.



В случае необходимости перекоммутировать провода (напр. добавить провод) тоже есть свои трудности - снять изоляцию, снова паять (варить). С клеммниками всё намного проще. Но лучший контакт достигается с использованием сварки или пайки.

Существуют разные по своему исполнению, особенностью конструкции виды клеммников, подходящих для соединения проводов электропроводки квартиры, дома. Вот основные и наиболее распространённые среди них:



Самозажимные клеммники могут иметь от 2 до 8 мест для проводов с минимальным сечением 0,75 мм<sup>2</sup> и максимальным - 2,5 мм<sup>2</sup>. Способны выдержать нагрузку до 4-5 кВт (24 А).

Такие клеммники очень удобны в монтаже, сильно сокращая его время - не нужно скручивать, а затем изолировать провода. Но, занимают больше места в распаячных коробках, в отличие от скрутки, которой можно придать любую форму, уложить, согнув её как угодно.

Соединительные винтовые клеммники предназначены для соединения проводов между собой. Это наиболее распространённый вид клеммников. Обычно применяются для коммутации проводов в распределительных коробках.

Материал: полиэтилен, полиамид, поликарбонат, полипропилен. Если вы работаете с алюминиевыми проводами, то такие клеммники лучше не использовать - в винтовых клеммниках они сильно деформируются и могут быть переломаны.

Зажимы соединительные изолирующие (СИЗ), применяются для соединения однопроволочных жил проводов, имеющих суммарное максимальное сечение до 20 мм<sup>2</sup> и минимальное – от 2,5 мм<sup>2</sup> (в зависимости от производителя СИЗ). Имеют изолированный корпус из



полиамида, нейлона или огнеупорного ПВХ, благодаря чему провода не нуждаются в дальнейшей изоляции, в который запрессована анодированная коническая пружина.

При соединении проводов, с них снимают изоляцию (на 10-15 мм), собирают в один пучок и накручивают на них СИЗ (по часовой стрелке) до упора. Колпачки СИЗ очень удобны и просты в монтаже, но сильно проигрывают клеммникам в качестве скрутки, поэтому предпочтение всё-таки лучше отдать клеммникам.

Источник: <http://remont220.ru/>

## **Бесплатная электронная книга «Ремонт электрооборудования в доме»**



Иллюстрированное практическое руководство для электриков и домашних мастеров.

Содержание книги:

- Электрические щитки
- Электропроводка
- Электротехнические плинтуса. Гофрированные кабель-каналы
- Как проложить телефонный и телевизионный кабели
- Люминесцентные лампы
- Патроны для ламп.
- Подключение лампы в патрон.
- Как починить светильник
- Если лампа в светильнике не загорается. Монтаж выключателя
- Наружные осветительные приборы. Уличные фонари
- Инфракрасные нагреватели
- Электрические камины
- Клещи. Разновидности клещей
- Электроинструменты. Перфоратор или дрель?

**Скачать книгу «Ремонт электрооборудования в доме» можно здесь:**

<http://www.electrolibrary.info/main/casaelectrik.htm>



## Как сделать освещение в подвесном ПОТОЛКЕ

Различные подвесные потолки из наборных элементов, ГКЛ и т.д. завоевали заслуженную популярность. И практически в каждом таком потолке применяется точечная подсветка. Стильно, современно, удобно. Но, к сожалению, не всегда безопасно и правильно.

Основная проблема в том, что монтажом освещения в таких потолках чаще всего занимаются не профессионалы, а «умельцы на все руки» из бригады, которая занимается монтажом потолка. В итоге, допускаются как минимум пять ошибок:



1. ПУЭ прямо указывает, что монтаж проводов в подвесных потолках приравнивается к наружной проводке и, следовательно, на неё распространяются те же правила, что и для любых других осветительных сетей. Следовательно, как минимум, необходимо прокладывать провода в негорючих рукавах. Сплошь и рядом наблюдается обратное – провода просто кидаются поверх профилей, к которым крепятся панели. Помимо опасности возгорания и короткого замыкания это грозит и более прозаичной опасностью обычного механического повреждения. Кроме того, мы живём в России и значит не исключены «протечки» от соседей сверху. На внешнем виде потолка они могут и не отразиться, а вот для проводки могут оказаться фатальными.
2. Недопустимы также и различные скрутки и ответвления вне распаечных коробок. Чаще всего мастера из бригад этим правилом пренебрегают. Более того, самым лучшим вариантом монтажа является отдельная линия до каждого светильника от одной распаечной коробки. Но неквалифицированные мастера предпочитают экономить провод...
3. Сплошь и рядом допускают и совсем страшные ошибки – выбирают сечение провода не исходя из расчётной нагрузки, а исходя из стоимости. В итоге в подвесном потолке могут оказаться провода, которые вообще не предназначены для осветительных сетей. Именно это чаще всего и является причиной возгораний.
4. При монтаже любых систем освещения есть золотое правило – выключатель должен ВСЕГДА размыкать не «ноль», а «фазу», а в патроне фазный провод должен быть присоединён к дальнему контакту. При монтаже непрофессионалами это правило соблюдается с вероятностью 50 процентов. Проще говоря, «как получится».
5. Подвесные потолки ныне делают не только в сухих помещениях, но и в помещениях с повышенной влажностью – ваннах, кухнях, санузлах. А такие помещения относятся к помещениям «повышенной опасности». Для них действуют вполне определённые правила – запрещаются любые виды наружной проводки, не разрешается прокладка в металлических трубах или рукавах, становится обязательным требование применения двойной изоляции и защищённых электроустановочных изделий. Положа руку на сердце, можно сказать честно – так не делает почти никто. А значит, подвергает жизнь жильцов ПРЯМОЙ опасности.



Мы не говорим о более «мелких» грехах вроде того, что провода соединяются чаще всего не пайкой, клеммами или другими допускаемыми способами, а примитивной скруткой. В итоге, хотя «всё работает как и должно», результат такого электромонтажа можно смело назвать бомбой замедленного действия.

### Как же сделать правильно?

Самый лучший и удобный вариант – перейти на 12 вольтовую систему освещения. Помимо гарантии полной безопасности, такая система даёт и массу других преимуществ – можно использовать недорогие светодиодные источники света, значительно снизив потребление электричества, нет необходимости в защите проводки, допустимо применять провода меньшего сечения и тем самым экономить.

В итоге, в подавляющем большинстве случаев переход на 12 Вольт даст значительную экономию на материалах при тех же затратах на монтаж. Но только лишь в сравнении с ГРАМОТНО смонтированной системой освещения на 220 В.

Необходимо лишь учесть несколько нюансов:

1. Провода необходимо применять с ПВХ изоляцией – подойдут такие марки как ПВ и даже ПВС. Сечение проводников выбирается исходя из нагрузки. В большинстве случаев достаточно минимального для таких марок провода сечения 0.5 или 0.75 мм<sup>2</sup>.
2. Не стоит забывать и о том, что трансформаторы, предназначенные для таких систем освещения, рассчитаны на вполне определённую мощность и имеют несколько выходных обмоток, нагрузка по которым должна быть распределена равномерно. Например, пусть трансформатор имеет номинальную мощность 240 Вт и 4 выходные обмотки (клеммные пары). Значит, к каждой обмотке можно подключить либо по одной лампе на 60 Вт либо по 2 лампы по 30 Вт.
3. Важно также помнить о том, что выключатель должен обесточивать не цепи питания ламп, а трансформаторы. Поэтому если Вам необходимо несколько вариантов освещения (например, «горят все», «горят 5 ламп»), то придётся использовать несколько трансформаторов.

Кроме того, желательно продумать защиту низковольтных цепей от механических повреждений, а также от влажности, если монтаж ведётся в соответствующем помещении.

Многие отказываются от перехода на 12 В систему освещения по причине того, что в большинстве магазинов 12 В светильники представлены лишь изделиями меньшего размера, чем модели на 220 В.

Такие светильники действительно будут теряться на потолке большой площади. Но есть возможность решить вопрос очень просто – достаточно просто вставить «маленькие» светильники в



«большие» - подходят идеально. Такой приём можно применить и при переходе с уже смонтированной системы на 220 В на 12 В систему. Впрочем, можно обойтись и без подобных ухищрений – в специализированных магазинах можно найти практически любые лампы. То же самое относится и к другим дизайнерским источникам света – переход на 12 В даёт полную свободу в применении самых разных светодиодов – от простых до моргающих. При этом все творческие эксперименты будут безопасны на 100 процентов.

Если же Вы решили остановиться на «классической» 220 В системе освещения потолка, то дадим Вам несколько советов как не наступить на те грабли, на которые уже сто раз наступали другие:

1. Не поленитесь точно просчитать количество светильников и номинальную нагрузку ПЕРЕД походом в магазин. Сделать это нетрудно – определитесь с мощностью каждого светильника и сложите результаты.
2. Зная номинальную нагрузку, подсчитайте необходимое сечение кабеля. Расчёт простой – разделите суммарную мощность нагрузки на 220. Если полученное значение меньше 10 (так скорее всего и будет), то минимальное сечение проводов для монтажа освещения будет  $0,75 \text{ мм}^2$ . Если от 10 до 15 – то  $1 \text{ мм}^2$ , если больше 17 – то  $1,5 \text{ мм}^2$ . Провода необходимо применять марок ПВ-1, ПВ-3, ПВ-4 или NYM.
3. Продумайте расположение распаечных коробок с целью минимизации их количества. Идеальный случай – одна коробка, от которой к каждому светильнику идёт свой провод.
4. Не забывайте про защиту проводов – для этого допустимо применять гофрированные трубы из ПВХ, не поддерживающие горение (электротехнические).
5. Следите за тем, чтобы все соединения были сделаны в распаечных коробках и только методом пайки или крепления с использования клеммников.
6. Не забывайте про фазировку.

Соблюдая эти нехитрые правила, можно добиться того, что потолочная проводка будет долговечной и безопасной. Не стоит рисковать своей жизнью!

Источник: <http://www.vashdom.ru/>

### Про электричество для чайников

В этой электронной книге изложены сведения, которые должен знать каждый, независимо есть ли у него электротехническое образование или нет! Правовые аспекты, знакомство с квартирной электропроводкой, коммутационной аппаратурой, установочными изделиями, полезные советы по экономии электроэнергии, основы электробезопасности и многое другое.



Скачать бесплатную электронную книгу «Про электричество для чайников» можно здесь –

[скачать книгу](#)



# Ликбез по пайке

## DI HALT

И вот ты решил окунуться в электронику с головой, затарился паяльником, купил припой и... А что дальше? Если худо бедно, то как надо паять представляют все, а вот тонкости технологии известны далеко не многим и приходят с опытом. Чтож, ускорю этот пагубный процесс и расскажу тебе парочку хитростей.

### Припой

Это специальный сплав, который плавится при температуре порядка 200 градусов. Самый распространенный это 60/40 Alloy, он же ПОС-61. Сплав в котором 60% олова и 40% свинца. Температура плавления у него 183-230 градусов. Обычно продается в виде проволоки, намотанной на катушки. Для мелкого монтажа лучше брать тот, где диаметр проволоочки поменьше - легче дозировать.

У меня две катушки, одна с проволокой припоя 0.3 мм, вторая 0.6 мм. Ну еще есть с полутора миллиметровой, но я ей почти не пользуюсь. Только если массово паяю массивные детали, где надо много припоя.

Покупать припой лучше импортный, к сожалению российский продукт сплошь и рядом отстой. Может и есть качественный, но обычно мне попадался низкопробный шлак. Катушка припоя, как на картинке, должна стоить от 150-200 рублей, дороже можно, дешевле не желательно. Лучше один раз потратиться, зато потом иметь красивую и качественную пайку и не париться. А катушки обычно хватает года на полтора-два это минимум.

Ещё полезно купить себе немного сплава Розе. Это тоже вроде припоя, но температура плавления у него совсем смешная - где то в районе 90-100 градусов. Этот сплав иногда полезен при демонтаже.

### Флюсы

В процессе пайки, от нагрева, детали окисляются и припой перестает их смачивать. Чтобы этого не происходило используют флюсы - вещества которые растворяют оксидную пленку, способствуют пайке. Кстати, если кто не в курсе, процесс покрытия одного металла другим зовется лужением. Банальные вещи говорю? Ну так ведь ликбез так ликбез! :)

### Канифоль

Самый простой и народный флюс. Это обычная очищенная сосновая смола. При пайке сначала берут на жало немного припоя, потом тычут в канифоль, чтобы набрать на жало смолы, а затем быстро, пока смола не испарилась, паяют. Способ не сильно удобный, поэтому часто делают по другому.



Мой любимый припой.



Тонкая проволочка для точных паяк.



Канифоль - классика жанра



Берут обычный этиловый (медицинский) спирт и растворяют в нем толченую канифоль пока она растворяется. После этот раствор наносят кисточкой на спаиваемые детали и паяют. Активность канифоли не высока, поэтому иной раз

ничего не получается - детали не паяются, но зато у канифоли есть одно огромное достоинство, которое порой перекрывает все ее недостатки. Канифоль абсолютно

пассивна. То есть ее не нужно удалять с места пайки, так как она не окисляет и не восстанавливает металлы, являясь при этом отличным диэлектриком. Именно по этому самые ответственные пайки я стараюсь делать спирто-канифольным флюсом.

### ЛТИ-120

Один из моих любимых флюсов. Представляет из себя рыжую жидкость, имеет в своем составе канифоль и еще ряд присадок. Паять им также как и обычным спирто-канифольным флюсом — намазать кисточкой на детали и паять. Но есть одна хитрость. В изначальном варианте ЛТИ-120 жидкий зараза, мажется тонким слоем и моментально высыхает, в общем пользоваться им не очень удобно. Я придумал как это побороть.

Я сделал себе палитру флюсов — наклеил на мелкую компашку кучу крышечек от флакончиков, налил в них разных флюсов и наклеил это дело на катушку с припоем. Получилось очень удобно и компактно. Так вот, налив ЛТИ-120 в крышечку я даю ему постоять пару дней. За это время он подсохнет и загустеет до состояния жидкого мёда. Вот его уже удобно намазывать острой зубочисткой точно туда куда надо. А если загустеет сверх меры, то либо туда немного спирту капну, либо подолью еще немного свежего флюса и размешаю. Производитель утверждает, что ЛТИ-120 смывать не нужно. В принципе, вроде бы так оно и есть, он не активный. Но что то меня смущают присадки которые в нем, поэтому я его смываю всегда. Смывается он широкой кисточкой, смоченной в спирте. Или просто щеткой под струей воды из под крана. Нет ничего страшного в том, чтобы отмывать готовую плату водой, главное хорошо высушить потом.

### Канифоль-гель

Отличная штука. Не так давно появился в радиомагазинах и уже заслужил мою любовь и уважение. Представляет из себя густую коричневую пасту на основе канифоли, продается в шприцах.



ЛТИ-120



Глицерин-гидразин



Канифоль-гель. Супер вещь



Ф-34А - химическое оружие массового поражения.

Отлично намазывается непосредственно туда где надо, не оставляет нагара на паяльнике, как ЛТИ-120. Легко смывается водой или спиртом, в общем, рулез!

### Глицерин-гидразин

Убойный активный флюс, который легко смывается водой, не оставляет грязных липких следов и окислов. Но его надо смывать. Тщательно смывать. Иначе за пару лет он может разъесть дорожки платы или его остатки станут токопроводными и возникнут жуткие утечки по поверхности платы между дорожками, что крайне негативно скажется на работе схемы. Еще я не уверен в безопасности его паров. На раз два попользоваться можно, но вот постоянно его юзать мне как то не улыбается. Но в целом это офигенный флюс, паять им одно удовольствие.

### Глицерин-Салициловый флюс.

Он же ФСГЛ. Честно говоря я понятия не имею откуда эта хрень вообще берется. У меня банка этого флюса имеется с детства (собственно поэтому канифолью то я практически не паял никогда) — батя стырил с оборонного предприятия. В свободной продаже не видел ни разу. Паяет также ядрено как и Глицерин-гидразин, но не имеет в своем составе сомнительных с точки зрения токсичности примесей. Там 90% глицерина, 5% салициловой кислоты, 5% воды. Купить чтоль в аптеке салицилки и самому сбодяжить? Уж больно чумовой рецепт. Один недостаток - нужно смывать, он активный. Но смывается водой влегкую.

### Ф-34А

Адская кислотная смесь. При пайке имеет жуткий едкий выхлоп, которым я потравил половину нашей лаборатории. Паять этой гадостью можно только в противогазе и с мощной вытяжкой, но зато это дерьмище паяет все, то что другим флюсам даже в страшном сне не снилось. Эта жижа залуживает влет - ржавчину, окислы, сталь, напыления, даже алюминий можно паять. Так что если тебе надо будет припаяться к ржавому гвоздю, то капни этой херни, задерези дыхание и ЛУДИ!

### Импортные безотмывочные флюсы.

Честно говоря ими я не пользовался. Говорят они круты, но имхо паять ими просто так это не рационально — слишком уж дорогие они, да и у нас в городе не продают, а заказывать мне запахло. Скорей они для профессионального применения, вроде ремонта сотовых или пайки BGA корпусов (это когда ножки в виде массива шариков под корпусом микросхемы). Если интересно, то поищите инфу на форумах ремонтников сотовых, они про это дело знают все.

### Голландский флюс на основе конопля

Понятия не имею кто его делает и где его продают, но я точно знаю что он есть! Особенно я в этом убедился после ковыряния в схемах продукции фирмы где я раньше работал. Разработчики явно паяют им. Так как таких укуренных схемотехнических решений я еще не видел.

### Паяльник в руки и вперед!!!

Про флюсы я тебе рассказал, теперь, собственно, о процессе пайки. Дело это не хитрое. Для начала желательно облудить детали. Смачиваешь их флюсом, подцепляешь жалом паяльника чуть чуть припой и размазываешь по поверхности. Торопиться не надо, детали должны покрыться ровным тонким блестящим слоем. Выводы микросхем и радиодеталей лудить не нужно - они уже на заводе облужены.

Припой должен быть жидким, как вода. Если он комковатый, с ярко выраженной зернистостью и матовый, то тут причины две - неправильная температура паяльника, либо припой низкопробное говно. Если паяльник слишком холодный то припой будет на грани твердого и жидкого состояния, будет вязким и не будет смачивать. Если же паяльник перегрет, то припой будет моментально покрываться серой пленкой окисла и тоже будет отвратительно лудить. Идеальная температура паяльника при пайке припоем ПОС-40 (60/40 Alloy), на мой взгляд, это порядка 240-300 градусов. У СТ-96 достаточно выставить регулятор на 2/3 в сторону увеличения.



Если паяешь печатную плату, то дорожки тоже надо залудить. Но делать это надо осторожно. Текстолит, что продается на просторах Родины зачастую тоже оказывается редкостным говном и при нагреве фольга от него отваливается в момент. Поэтому долго греть плату нельзя - отвалятся дорожки. Обычно я просто смазываю хорошенько все дорожки флюсом ЛТИ-120 и провожу быстренько по каждой плоским жалом паяльника с капелькой припоя. В результате имею идеально залуженные дорожки, с практически зеркальной поверхностью.

Есть народный способ для быстрого лужения больших плат:

Берется оплетка для удаления припоя, это такая медная мочалка, продается в мотках по 30 рублей метр. Если не найдешь, то можешь выковырять из толстого телевизионного коаксиального кабеля экранирующую оплетку - та же херня только возни больше. Плата как следует смазывается флюсом, оплетка как следует пропитывается припоем и тоже поливается флюсом. Дальше эта хрень возякается паяльником по поверхности платы. Чтобы ворсинки оплетки не пристывали к дорожкам, лучше взять паяльник побольше и помассивней.

Я так вообще усовершенствовал способ.

Взял старый мощный паяльник на 60Вт, обмотал у него жало этой оплеткой, пропитал её сплавом Розе и теперь лужу платы в одно движение. Почему именно Розе? А им лудить проще, паяльник когда касается платы резко остывает, т.к. отдает тепло. Если оплетка смочена обычным припоем, то она тут же приваривается отдельными ворсинками к плате, а сплав Розе легкоплавный и не прилипает.

#### Пайка транзисторов, диодов и микросхем.

Тут я бы хотел заострить внимание особо. Дело в том, что полупроводники от слишком высокой температуры разрушаются, поэтому есть риск пожечь микросхему перегревом. Чтобы этого не произошло желательно выставить паяльник на 230 градусов или около того. Это вполне терпимая температура, которую микросхема выдерживает довольно долго. Можно паять и не торопиться. У обычных, не регулируемых паяльников, температура жала порядка 350-400 градусов, поэтому паять надо быстро, в одно касание. Не дольше секунды на каждой ножке и делать хотя бы 10-15 секундный перерыв, прежде чем приступить к пайке другой ножки. Также можно придерживать ножку металлическим пинцетом - он послужит теплоотводом.

#### Пайка проводов

Лучше перед пайкой концы облуживать отдельно, а если провод припаивается к печатной плате, то очень желательно просверлить в плате дырку, завести его с другой стороны и только тогда паять. В таком случае риск оторвать дорожку при рывке за провод сводится к нулю.

#### Пайка проволокой припоя.

Так обычно паяют микросхемы. Прихватывают ее по диагонали за крайние ножки, смазывают все флюсом, а потом, держа одной рукой паяльник, а другой тонкую проволочку припоя, быстро запаивают все ножки.



Оплетка для удаления припоя



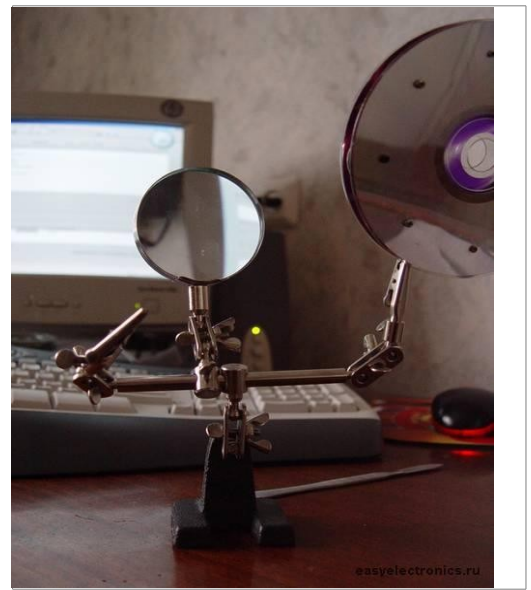
Мое лудило

### Пайка проводов в лаковой изоляции

Всякий обмоточный провод, вроде тех которым намотан трансформатор, покрыт тонким слоем лака. Чтобы припаяться к нему этот слой лака нужно содрать. Как это сделать? Если провод толстый, то можно пожечь его немного огнем зажигалки, лак сгорит, а нагар можно счистить грубой картонкой. Если же провод тонкий, то тут либо аккуратно поскоблить его скальпелем, держа скальпель строго перпендикулярно проводу, либо взять таблетку аспирина и как следует прижать и пошоркать горячим жалом паяльника по проводу на аспиринке. При нагреве из аспирина выделится вещество которое сожрет лаковую изоляцию и очистит провод. Правда вонять будет сильно :)

### Третья рука

Рекомендую обзавестись вот таким вот захватом. Чертовски удобная штука, позволяет придерживать какого-нибудь Ктулху при пайке, концы не болтаются из стороны в сторону. Кстати, бойтесь подпружиненных проводников! При пайке он может соскочить и метнуть вам в лицо капельку припоя, сколько раз мне в лицо такое прилетало уже и не припомню, а ведь могло и в глаз! Так что соблюдайте Технику безопасности!



Удобная держалка.

### Губка

Жало паяльника постепенно загаживается и покрывается нагаром. Это нормально, обычно виной ему флюс, тот же ЛТИ-120 горит дай боже. Для очистки паяльника можно применять специальную губку. Такая желтая фигня, идет в комплекте к подставкам для паяльника. Ее надо смочить водой и отжать, оставляя влажной. Кстати, губка постоянно высыхает, чтобы ее каждый раз не мочить ее можно пропитать обычным медицинским глицерином. Тогда она не будет высыхать вообще! Удобно блин! Если нет губки, то возьми хлопчатобумажную тряпочку, положи в железный поддончик и также пропитай водой или глицерином. У нас монтажницы держали на столе обычное вафельное полотенце и об него вытирали паяльник.

### Кстати, о технике безопасности.

- Во первых расположите все так, чтобы было удобно.
- Следите за шнурами питания. Паяльник очень **любит пережигать свой собственный провод**. Пряма мания у него. А это черевато в лучшем случае ремонтом провода, в худшем коротким замыканием и пожаром.
- Не оставляйте паяльник включенным даже на короткое время. Правило “Ушел - выключил” должно выполняться железно.
- Правило второе - **паяльник должен быть либо в руке, либо на своей надежной подставке**. И ни как иначе! Класть его на стол или на первую попвшуюся фиговину на столе ни в коем случае нельзя. Шнур его утащит за собой в момент.
- Не забывайте про **вытяжку и вентиляцию**. Если паяешь, то как минимум открой форточку, проветривай помещение, а лучше поставь на стол вентилятор (хотя бы 80мм от компа) или вытяжку.

Лучше один раз увидеть, чем сто раз прочитать: Нет проблем! [К твоим услугам куча роликов с YouTube по запросу “solder”](#). Увидишь как это делают профессионалы. Смотри и учиись!

Источник: <http://easyelectronics.ru/>

## Бессвинцовые припои

В последние несколько лет стремительно развивался процесс перехода к новому типу припоев — бессвинцовым припоям. Родоначальниками в данной области считаются японские производители, которые уделяют большое внимание охране окружающей среды и стремятся получить новую безопасную и перспективную технику сборки печатных плат.

Основными причинами перехода к новому типу припоев (помимо экологической безопасности) являются более высокие эксплуатационные характеристики таких припоев. Однако существует ряд причин, по которым промышленное применение такого типа припоев до сих пор ограничено. Дело в том, что бессвинцовый тип припоев имеет более высокую температуру пайки, что сказывается на сложности паяльного оборудования: приходится выдерживать более узкую границу термопрофиля (рис. 1).

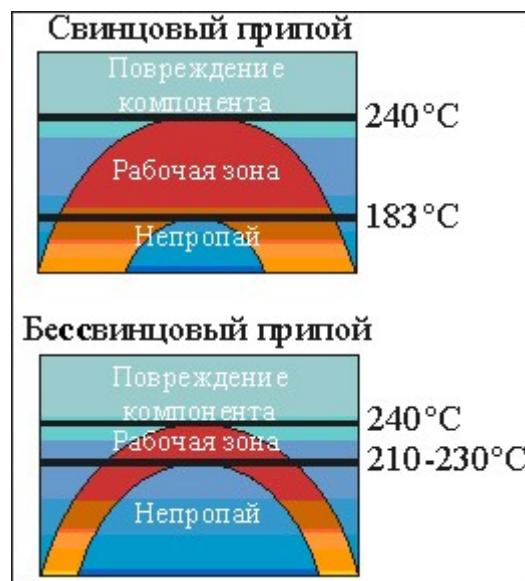


Рис. 1.

Оборудование должно иметь термодатчики расположенные по всей площади нагрева печатной платы и контролировать термопрофиль в режиме реального времени.

Естественно, что переоборудование сборочного цеха для использования бессвинцового типа припоев экономически невыгодно для производителей, однако, по мнению специалистов, борьба за чистоту окружающей среды и требования к повышению качества пайки при постоянной тенденции уменьшения размеров устройств, приведут к полному переходу электронной промышленности на бессвинцовые припои к концу 2005 года.

### Подбор оптимального термопрофиля

При использовании бессвинцовых припойных паст разница температур между участками плат с большей массой и меньшей должна быть минимальной. Это достигается правильно подобранным температурным профилем пайки. Уменьшить разницу температур позволяют следующие методы:

1. Увеличение времени предварительного нагрева. Этот метод позволяет в значительной степени уменьшить температурную разницу, однако при увеличении времени предварительного нагрева происходит испарение флюса, что приводит к ухудшению смачиваемости из-за окисления спаиваемых поверхностей.

2. Увеличение температуры предварительного нагрева. Обычно температура предварительного нагрева 140-160 °C, однако для бессвинцовых припойных паст она может быть увеличена до 170-190 °C. Так как температура преднагрева повышена, скачок температур между этапом преднагрева и пайки будет меньше чем в обычном термопрофиле, следовательно не будет такой заметной разницы температур различных участков печатной платы, вызванной разной

скоростью нагрева. Недостаток этого метода, как и предыдущего, заключается в быстром испарении флюса (еще на этапе предварительного нагрева), что сказывается на надежности пайки.

3. Трапецевидный термопрофиль (рис. 2). Используя такую форму термопрофиля современные печи оплавления позволяют уменьшить температурную разницу между 45 мм BGA и корпусом SO микросхемы до 8°C, что считается приемлемым.

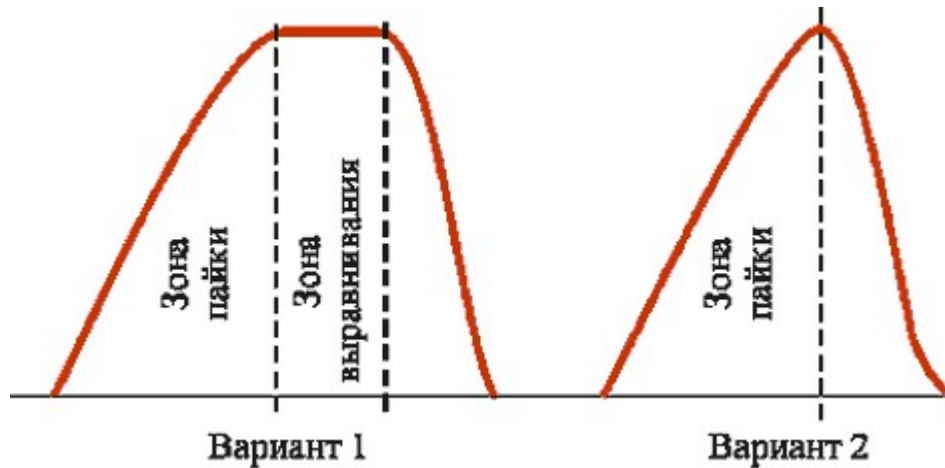


Рис. 2.

#### Основные типы бессвинцовых припоев

Существует 5 основных групп бессвинцовых припоев:

1. SnCu Медьсодержащие эвтектические припои изначально создавались для пайки печатных плат волной припоя. Недостатком этого типа является высокая температура расплавления и худшие механические свойства по сравнению с другими бессвинцовыми припоями.

2. SnAg Серебросодержащие припои используются в качестве бессвинцовых припоев уже много лет. Они имеют хорошие механические свойства и лучше паяются чем медьсодержащие припои. Эти припои также являются эвтектическими, температура расплавления 221°C. Сравнительные тесты пайки таким типом припоя и обычным свинецсодержащим припоем показывают значительное преимущество бессвинцового припоя по надежности пайки.

3. SnAgCu Сплав олова серебра и меди является трехкомпонентным эвтектическим припоем. Он использовался задолго до появления серебросодержащего припоя. Преимущество такого типа заключается в более низкой температуре расплавления (217°C). Соотношение компонентов в таком припое является по сей день предметом постоянных дискуссий. Припой с составом 95,5%Sn+3,8%Ag+0,7Cu рекомендован для Brite-Euram project (European Research in Advanced Materials). Этот проект показал, что такой тип припоя обладает лучшей надежностью и спаиваемостью чем серебро- и медьсодержащие бессвинцовые припои. Добавление сурьмы (0,5%Sb) позволило приспособить этот тип припоя для пайки волной. Этот тип припоя используется в промышленности наряду с серебросодержащим. Предпочтение тому или иному типу отдается исходя из экономических соображений и оборудования производства.

4. SnAgBi (Cu) (Ge). Низкая температура плавления такого сплава сильно повышает надежность пайки. Температура расплавления такого типа припоя в различных сочетаниях соотношений металлов колеблется в диапазоне 200-210°C. Компания Matsushita подтвердила, что этот тип припоев обладает лучшей спаиваемостью среди бессвинцовых припоев. Добавление Cu и/или Ge улучшает прочность паяного соединения, а также смачиваемость спаиваемых поверхностей припоем. Значительная тенденция такого типа припоев образовывать припойные перемычки по сравнению с другими бессвинцовыми припоями может быть уменьшена добавлением других примесей.

5. SnZnBi Этот тип припоев имеет температуру расплавления близкую к эвтектическому свинецсодержащим припоям, однако наличие Zn приводит ко многим проблемам связанным с их химической активностью:

1. Малое время хранения припойной пасты



2. Необходимость использования активных флюсов
3. Чрезмерное шлакование и оксидирование
4. Потенциальные проблемы коррозии при сборке

Использование такого типа припоев рекомендуется для пайки в среде защитного газа.

Для сборки особо важных устройств (оборонная промышленность, автономные устройства) рекомендуется использование высококачественных SnAgCu припоев с добавкой (при необходимости) Sb. Для профессиональной техники (промышленность, системы связи) рекомендуется использование SnAgCu или SnAg двухкомпонентных эвтектических припоев. Для техники широкого потребления (TV, аудио- видео, офисное оборудование) может использоваться широкий диапазон сплавов, таких как SnAgCu(Sb) и сплавов SnAg группы. В меньшей степени используются SnCu и SnAgBi припои — их выбор обусловлен финансовой политикой компаний (в основном по отношению к Bi содержащим припоям).

Сегодня выдано множество патентов на сплавы различных составов для замены свинцовых припоев. Не все сплавы коммерческие, но выбор достаточно широкий. В настоящее время сложно ответить на вопрос, какой сплав самый лучший, однако выбор уже есть. Сплавы отличаются как по температуре плавления, так и по смачиваемости, прочности, стоимости. Каждый припой обладает уникальным сочетанием свойств.

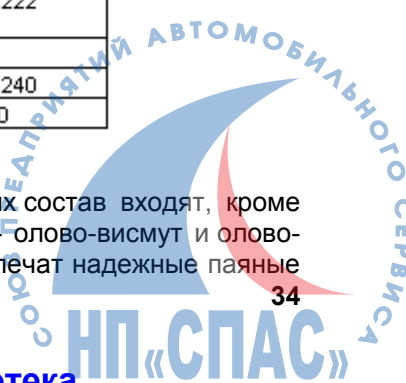
При переводе изделий на бессвинцовую пайку приходится учитывать целый ряд факторов. Припои подбирают, исходя из особенностей конструкции устройства, топологии печатной платы, механических и электрических характеристик блока, условий его эксплуатации. При выборе учитывают также температуру плавления припоя, надежность паяных соединений, устойчивость монтируемых компонентов к температуре пайки, различия режимов при пайке оплавлением и волной припоя.

Основной критерий при выборе припоя — это температура плавления. Все припои по этому признаку можно разделить на четыре группы: низкотемпературные (температура плавления ниже 180°C), с температурой плавления, равной эвтектике Sn63/Pb37 (180...200°C), со средней температурой плавления (200...230°C) и высокотемпературные (230...350°C). Основные типы бессвинцовых припоев приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные типы бессвинцовых припоев

Тип	Состав (мас. части), %	Температура плавления, °C
<i>Низкотемпературные бессвинцовые припои</i>		
Sn/Bi (олово/висмут)	Sn42/Bi58	135...140 (эвтектика)
Sn/In (олово/индий)	Sn48/In52	115...120 (эвтектика)
Bi/In (висмут/индий)	Bi67/In33	107...112
<i>Низкотемпературные бессвинцовые припои для замены эвтектики Sn/Pb</i>		
Sn/Zn (олово/цинк)	Sn91/Zn9	195...200
Sn/Bi/Zn (олово/висмут/цинк)	Sn89/Zn8/Bi3	189...199
Sn/Bi/In (олово/висмут/индий)	Sn70/Bi20/In10	143...193
<i>Среднетемпературные бессвинцовые припои</i>		
Sn/Ag (олово/серебро)	Sn96,5/Ag3,5	221 (эвтектика)
Sn/Ag (олово/серебро)	Sn98/Ag2	221...226
Sn/Cu (олово/медь)	Sn99,3/Cu0,7	227 (эвтектика)
Sn/Ag/Bi (олово/серебра/висмут)	Sn93,5/Ag3,5/Bi3	206...213
Sn/Ag/Bi (олово/серебра/висмут)	Sn90,5/Ag2/Bi7,5	207...212
Sn/Ag/Cu	Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7	217 (эвтектика)
Sn/Ag/Cu/Sb (олово/серебра/медь/сурьма)	Sn96,7/Ag2/Cu0,8/Sb0,5	216...222
<i>Высокотемпературные бессвинцовые припои</i>		
Sn/Sb (олово/сурьма)	Sn95/Sb5	232...240
Sn/Au (олово/золото)	Au80/Sn20	280

Низкотемпературные припои имеют ограниченное применение. В их состав входят, кроме олова, висмут и индий. Самые распространенные эвтектические сплавы — олово-висмут и олово-индий. Трудно ожидать, что сплавы с низкой температурой плавления обеспечат надежные паяные





соединения при высоких температурах эксплуатации. Существуют также ограничения по поставкам индия и висмута, высока стоимость припоев на их основе.

Большинство среднетемпературных припоев для замены свинца — это сложные по составу сплавы на основе олова с добавлением меди, серебра, висмута и сурьмы. К сожалению, ни один из них не может полностью заменить Sn63/Pb37, у всех сплавов выше температура плавления. Наиболее близкий по своим свойствам припой Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 сегодня используется для пайки оплавлением при поверхностном монтаже.

Сплавы с большим содержанием свинца имеют температуру плавления около 230°C. В этом температурном диапазоне практически отсутствуют бессвинцовые припои для замены. Самый дешевый заменитель — это припой Sn99,3/Cu0,7, который рекомендован для пайки волной припоя. Недосток Sn/Cu-припоев — высокая температура плавления (227°C для эвтектики) и низкая прочность. Предпочтительны эвтектические сплавы, поскольку их кристаллизация происходит в узком температурном диапазоне, при этом отсутствует смещение компонентов, в результате чего достигается более высокая надежность соединений (меньше вероятность получения «холодных» паек).

Лучшими свойствами обладают сплавы Sn/Ag, у них более высокая смачиваемость и прочность по сравнению с Sn/Cu. Эвтектический сплав Sn96,5/Ag3,5 с температурой плавления 221°C при испытаниях на термоциклирование показал более высокую надежность по сравнению с Sn/Pb. Припой Sn96,5/Ag3,5 многие годы успешно применяется в специальной аппаратуре.

Эвтектический припой Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7 был получен в результате доработки базового сплава Sn/Ag. Несколько лет назад этот сплав был неизвестен, поскольку припой Sn/Ag/Cu имел более низкую точку плавления (217°C) по сравнению с Sn/Ag. Точный состав этого припоя по-прежнему остается предметом для обсуждения. Sn/Ag/Cu может быть использован для получения как универсальных, так и высокотемпературных припоев.

Sn93,5/Ag3,5/Bi3 имеет более низкую температуру плавления и более высокую надежность паяных соединений. Сплав обладает наилучшей паяемостью среди всех бессвинцовых припоев. Добавление меди и/или германия к Sn/Ag/Bi значительно повышает смачиваемость, а также прочность паяного соединения.

Припой Sn89/Zn8/Bi3 имеет температуру плавления, близкую к эвтектике Sn/Pb, однако наличие в его составе цинка приводит к ряду проблем. Припойные пасты на этой основе имеют короткое время жизни, требуется флюс повышенной активности, при оплавлении образуется труднорастворимая окалина, паяные соединения подвержены коррозии, требуется обязательная промывка соединений после пайки.

National Electronics Manufacturing Initiative (NEMI) рекомендует для пайки оплавлением сплав Sn3,9/Ag0,6/Cu, для пайки волной — менее дорогие припои Sn0,7/Cu и Sn3,5/Ag, поскольку во втором случае требуются большие объемы припойного материала. Такого же мнения придерживается и европейский консорциум IDEALS. В настоящее время эта организация занята изучением сплава Sn/Ag3,8/Cu0,76, считая его пригодным как для оплавления и пайки волной, так и для ремонтных работ.

JEIPA предлагается три сплава для замены Sn/Pb — олово/серебро/медь (Sn/Ag/Cu) и два сплава на основе олово/серебро/висмут (Sn/Ag/Bi). Другие производители рассматривают возможность использования нескольких бессвинцовых припоев, включая Sn/Ag/Bi, лучший из которых определится в процессе промышленных испытаний.

Самая последняя информация приводится на сайтах производителей.

Результаты проводимых во многих странах исследований говорят о том, что на сегодняшний день лидером в бессвинцовой гонке являются сплавы системы Sn/Ag/Cu. Возможно, через некоторое время будут найдены и другие составы.

Источник: <http://www.discon.com.ua/>



## "Школа для электрика. Сборник практических советов по эксплуатации и ремонту электрооборудования"



Это сборник избранных статей с сайта "Школа для электрика" - <http://electricschool.info/>.

Содержание книги:

- Что необходимо знать и строго выполнять при ремонте бытовых приборов и машин
- Как установить розетку
- Как устранить неисправность в розетках
- Что делать, если погас свет и обесточилась квартира
- Где и как искать ток утечки при срабатывании УЗО
- Как устранить повреждения в электропроводке
- Как подключить светильник
- Как продлить срок службы лампы накаливания
- Неисправности люминесцентных ламп и способы их устранения
- Как определить погрешность электросчетчика
- Что можно определить по счетчику, кроме расхода электроэнергии
- Как починить разорванный шнур
- Как производится пайка алюминия
- Как определить данные неизвестного трансформатора
- Как произвести перемотку обмоток катушек на другой род тока
- Все, что обязательно надо знать про заземление
- Как правильно подключить сварочный трансформатор
- Как включить трехфазный электродвигатель в однофазную сеть без перемотки
- Как провести проводку вне помещения
- Как выбрать мультиметр

Скачать эту книгу можно здесь: <http://www.electrolibrary.info/books/school.htm>

## Когда менять лампы в светильниках?

Замена ламп может быть осуществлена тремя способами: индивидуально, группами и комбинированно. Индивидуальная замена, т.е. когда выкручивается перегоревшая лампа и вкручивается на ее место новая, в основном применима только для домашнего освещения.

При замене источников света для коммерческих, складских и офисных помещений такой подход не применим. И вот почему:

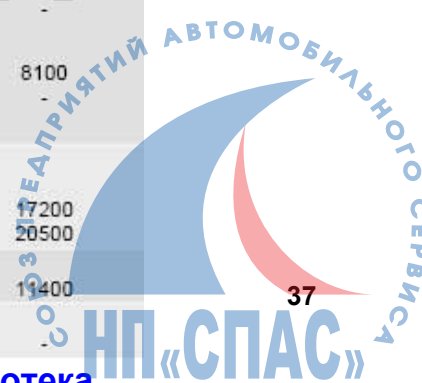
- Индивидуальная замена ламп может привести к такой ситуации, что Вы будете вынуждены постоянно, ежедневно менять по одной - две лампы. Если у вас в помещении используется более 60 источников света, то неудобство такого подхода к замене ламп станет для Вас очень ощутимо и по деньгам и по времени. При этом
- Большинство осветительных приборов в подобных помещениях находятся очень высоко на потолке, что может потребовать специального «верхолазного» оборудования.
- «Старение» лампы и снижение светового потока приводит к тому, что работа этих ламп становится невыгодной: они, потребляя ту же, что и в начале эксплуатации электроэнергию, излучают меньший световой поток, а это приводит к снижению освещенности в помещении.
- При перегорании лампы пускорегулирующая аппаратура, тем не менее, будет по-прежнему пытаться ее включить, при этом потребляя электроэнергию. Это может привести к сокращению срока службы ПРА и его поломке.

Именно поэтому, работы по замене ламп в светильниках и их обслуживанию нужно проводить по заранее подготовленному плану, а не по факту их выхода из строя. Для этого необходимо рассчитать срок службы ламп, исходя из информации об их сроке полезной службы, и в соответствии с графиком проводить работы по групповой замене источников света. В интервалах между двумя групповыми заменами следует производить замену только перегоревших ламп. Такой способ называется индивидуально-групповым или комбинированным.

При этом стоит учитывать важный момент. Срок службы, который указан на упаковке, не всегда соответствует реальному. Так, например, из всех ламп, могут перегореть, не отработав положенного срока указанного на упаковке, треть. Рекомендуется, в случае перегорания 3-5% ламп определенного типа от всего количества установленных ламп, произвести замену всех ламп такого же типа во всех светильниках.

Компания Philips на основе собственных исследований вычислила оптимальные сроки замены ламп ( в таблице: ВО - внутреннее освещение, НО - наружное освещение, Г -групповая замена ламп, И-Индивидуальная):

Тип источника света	Средний срок службы, часы	Область применения:	Рекомендуемые режимы замены	Оптимальная периодичность групповой замены
<b>Линейные ЛЛ с трехслойным спектром:</b> тип TL-D Super 80, 58 Вт	20000*	ВО	И+Г	16000
<b>Ртутные лампы ВД с люминофором:</b> тип HPL-N, 125 Вт HPL-N, 400 Вт	21000 22000	НО ВО	И+Г И	9800 -
<b>Компактные ЛЛ:</b> тип Master PL-T, 32 Вт	11000	НО	И+Г	6600
<b>Металлогалогенные лампы с кварцевой горелкой:</b> тип HPI Plus, 250 Вт	20000	ВО	Г	-
<b>с керамической горелкой:</b> тип CDM-T, 70 Вт тип CDM-T, 150 Вт	12000 12000	НО ВО	Г Г	8100 -
<b>Натриевые лампы ВД:</b> тип SON-T Plus, 70 Вт тип SON-T Plus, 100 Вт	28000 32000	НО НО	И+Г И+Г	17200 20500
<b>Натриевые лампы НД:</b> тип SOX, 90 Вт	18000	НО	И+Г	11400
<b>Индукционные ЛЛ:</b> тип QL, 55 Вт	100000	ВО	И	-



**Почему вредно использовать лампы больше положенного срока эксплуатации?**

Продолжение использования ламп, отработавших положенный срок, приводит к нежелательным последствиям. Так как уровень освещенности в помещении снижается, то это может привести к зрительному дискомфорту, переутомлению, снижению производительности труда, ухудшению самочувствия сотрудников. Кроме того, в отработавших положенный срок газоразрядных лампах (это примерно 60-80% от срока службы) происходит изменение цветности свечения, что иногда проявляется самым неожиданным образом. Например, металлогалогенная лампа с теплым желтым свечением, может начать давать красный или оранжевый свет. Такая ситуация может представить выставляемый товар не в самом выгодном свете.

**Какие факторы сопровождают процесс старения ламп?**

- У люминесцентных и других газоразрядных ламп начинается медленный, но неизбежно постоянный спад светового потока.
- КПД светильников уменьшается и искажается их кривая сила света из-за запыления отражателей, рассеивателей, решеток, защитных стекол, а также старения отражающих покрытий и светопропускающих элементов
- Оседание пыли на потолках и стенах помещений ухудшают отражающие характеристики поверхностей.

Все эти факторы следует учитывать и брать на заметку. Понятно, что самому собственнику помещения или владельцу магазина будет трудно самому составить график замены источников света и следить за его исполнением.

Именно поэтому для своих клиентов мы эту обязанность по своевременной замене ламп берем на себя. Постоянная работа по отслеживанию и своевременному оповещению клиентов об окончании срока службы ламп, позволяет обеспечивать бесперебойное и качественное освещение.

Источник: <http://www.mdm-light.ru/>



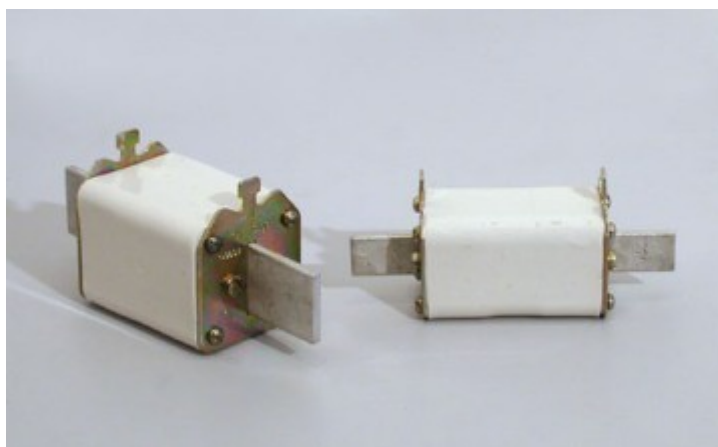
## Плавкие предохранители: устройство, технические характеристики, принципы выбора, эксплуатация и ремонт



Содержание сборника статей "Плавкие предохранители":

- Плавкие предохранители ПР-2 и ПН-2 - устройство, технические характеристики
- Материал плавких вставок предохранителей
- Защита плавкими предохранителями силовых вентиляей
- Плавкие высоковольтные предохранители ПКТ, ПКН, ПВТ в сельских распределительных сетях
- Ремонт высоковольтных предохранителей
- Выбор предохранителей для защиты асинхронных электродвигателей
- Выбор плавких вставок предохранителей для защиты воздушных линий 0,4 кВ
- Как обеспечить селективность срабатывания плавких предохранителей
- Как обеспечить селективность срабатывания плавких предохранителей
- Калибровка плавких вставок предохранителей
- Как производится обслуживание и замена предохранителей

Скачать этот сборник статей можно здесь: [скачать книгу](#)





## Увеличение срока службы контакторов и пускателей

Контакторы и пускатели являются одними из наиболее широко используемых электрических аппаратов управления. Так общий объем выпуска этих аппаратов с номинальными токами от 10 до 160 А на предприятиях бывшего СССР составил в 1991 году около 18 млн. шт., а в 2001 г – чуть менее 2,5 млн. шт. Учитывая большой срок службы контакторов и пускателей можно с уверенностью говорить, что в России в эксплуатации их находится несколько десятков миллионов штук.

Основная функция контакторов и пускателей заключается в коммутации электрических цепей, осуществляемой контактно-дугогасительной системой этих аппаратов. Ресурс работы ЭА определяется его механической и коммутационной износостойкостью. Механическая износостойкость ЭА определяется степенью износа движущихся частей и узлов, подвергающихся действиям удара при коммутации, и характеризуется количеством циклов включения-отключения (ВО) без тока, выполненными аппаратом без замены его частей.

Коммутационная износостойкость контакторов и пускателей определяется износом контактов под действием электрической дуги при коммутации цепи с током. Коммутационная износостойкость характеризуется количеством циклов ВО, осуществляемых до такой степени износа контактов, когда еще обеспечиваются необходимые условия контактирования, т.е. остается определенное количество контактного материала и обеспечивается заданный провал [1]. Коммутационная износостойкость зависит от режима работы аппарата. Если аппарат работает при токах меньших номинального, то его коммутационная износостойкость увеличивается, приближаясь к механической износостойкости (рисунок 1). Для контакторов и пускателей определены следующие режимы работы (категории и области применения) [2]:

АС-1 – электропечи сопротивления, неиндуктивная или малоиндуктивная нагрузка;

АС-3 – прямой пуск электродвигателей с коротко-замкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей;

АС-4 – пуск электродвигателей с коротко-замкнутым ротором, отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, торможение противовключением.



Рисунок 1. Зависимость коммутационной износостойкости пускателей серии ПМА (1 – ПМА-3000, 2 – ПМА-4000, 3 – ПМА-5000, 4 – ПМА-6000) от величины нагрузки

Хотя, конечно же, нельзя считать, что контактор или пускатель будет работать только в одном определенном режиме работы, но такой искусственный подход позволяет оценивать и сравнивать между собой различные аппараты.

В таблице 2 приведены данные по коммутационной и механической износостойкости наиболее широко применяемых пускателей. Из нее видно, что механическая износостойкость контакторов и пускателей от 5 до 20 раз больше коммутационной для категории применения АС-3. Для категории применения АС-4 это отношение еще больше и может достигать 100.

Таблица 2. Износостойкость основных серий магнитных контакторов и пускателей

Тип пускателя	Номинальный ток, А	Коммутационная износостойкость в млн. циклов ВО						Механическая износостойкость, млн. циклов ВО		
		АС-3			АС-4			Исполнение		
		Исполнение			Исполнение					
		А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
ПМЕ-211	25	3	1	0,3	0,4	0,1	0,08	16	16	5
ПМА-3000	40	2,5	1	0,3	0,35	0,16	0,08	16	16	8
ПМА-4000	63	2,5	1	0,3	0,35	0,16	0,08	10	5	5
ПМА-5000	100	2,5	1	0,3	0,25	0,125	0,06	10	5	5
ПМА-6000	160	2	0,75	0,3	0,2	0,1	0,05	10	5	5
ПМ12-016	16	2	1	0,3	0,4	0,2	0,1	20	20	10
ПМ12-025	25	2	1	0,3	0,4	0,2	0,1	20	20	10
ПМ12-040	40	2	1	0,3	0,32	0,2	0,1	16	16	8
ПМ12-063	63	2	1	0,3	0,32	0,16	0,08	10	10	5
ПМ12-080	80	2	1	0,3	0,25	0,125	0,06	10	10	5
ПМ12-100	100	2	1	0,3	0,25	0,125	0,06	10	10	5
ПМ12-160	160	1,5	0,75	0,3	0,2	0,1	0,05	10	10	5
ПМ12-250	250	1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,05	10	10	5

Т.к. механическая износостойкость ЭА определяется степенью износа движущихся частей и узлов, а коммутационная износостойкостью контактного материала, то во сколько раз механическая износостойкость аппарата больше коммутационной, столько же раз технически возможно выполнить замену его износившихся контактных узлов.

Стоимость комплекта контактных узлов контакторов и пускателей на токи до 63 А составляет порядка 50-60% от стоимости пускателя в целом. Для аппаратов больших величин (на большие токи) их доля в общей стоимости аппарата еще меньше – 20-25%. Следовательно, замена контактных узлов выгодна экономически.

В аппаратостроении используются различные контактные материалы: медь, серебро, алюминий, вольфрам, металлокерамические на основе серебра и другие, отличающиеся удельной электропроводностью, удельным износом, стойкостью к свариванию и рядом других параметров, определяющих области их применения. В таблице 3 приведены некоторые данные по применяемым контактным материалам для различных аппаратов.

Таблица 3.

Вид ЭА	Номинальный ток, А	Применяемые контактные материалы
Реле	1 – 6,3	биметаллические контакты Ср999, Ср999+М1, цельносеребряные: СрН01, СрН90 (с медной заклепкой заклепочного типа)
Реле, контакты вспомогательной цепи контакторов и пускателей	1 – 10	СрКд86-14, СрКдИн72,5, КМК-А10м, КМК-А11м, КМК-А30м, КМК-А31м, СрН90, Ср999+М1, СрМ970
Пускатели	10 – 16 25 – 250	СрМ02+М1, СрН90, КМК-А10м, КМК-А10м, КМК-А10мд, КМК-А10мдБ, КМК-А11м, КМК-А36, КМК-А37
Контакторы КТ6000, КТПВ600	100 – 630	Медь ПМТ, кадмиевая бронза, дисперсно-упрочненная медь
Автоматические выключатели	1 – 25 40 – 250	Медь ПМТ, кадмиевая бронза, разнородные контактные пары: серебро-никель + серебро-никель-графит серебро-графит + серебро-никель-графит

Из таблицы 3 видно, что в реле и для контактов вспомогательной цепи контакторов и пускателей применяются контакты с относительно большим содержанием серебра. Это обусловлено необходимостью обеспечения надежного контакта при коммутации низких уровней токов (до 10 мА) и напряжений (до 5 В). В контакторах, предназначенных для тяжелых режимов работы и частой коммутации достаточно применения контактов на основе меди и ее сплавов. Однако это недопустимо для пускателей, которые могут длительное время, до нескольких месяцев, находиться во включенном состоянии, например, пускатели, управляющие двигателями насосов контура охлаждения атомных электростанций. Поэтому в пускателях применяются только металлокерамические контакты на основе серебра.

Анализ продукции некоторых производителей контактных узлов показал, что очень часто ими:

- применяются контакты не соответствующих размеров;
- применяется не соответствующий контактный материал, а зачастую вместо серебросодержащих контакт-деталей детали из меди;
- нарушены требования по механической и термической обработке деталей;
- нарушены требования по гальваническим покрытиям и технологии нанесения гальванопокрытий;
- не обеспечиваются требования по прочности паяных или сварных соединений.

Изделия таких производителей имеют на порядок меньший ресурс по коммутационной износостойкости. Более того, вышеперечисленные факторы могут привести к аварийной ситуации: свариванию контактов в процессе коммутации, отрыву контакт-деталей, перегреву и преждевременному износу контактов и, как следствие к выходу из строя как аппарата, так и устройства в котором он установлен. Поэтому потребителям контактных узлов следует рекомендовать осмотрительность в выборе поставщиков.

На основе всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Замена контактных узлов контакторов и пускателей технически обоснованна и экономически выгодна;
2. Замена контактных узлов позволяет увеличить срок службы контакторов и пускателей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2491-82. Пускатели электромагнитные низковольтные. Общие технические условия.
2. ГОСТ 12434-83. Аппараты коммутационные низковольтные. Общие технические условия.



Авторы статьи:

Леонтьев А. Н.

заместитель заведующего отделом сильноточной контактной аппаратуры управления. В 1986 году окончил ЧГУ им.Ульянова по специальности "Электрические аппараты". Во ВНИИРе работает с 1986 года. С 2002 года работает в должности заместителя заведующего отделом. С 2001г. обучается в аспирантуре МЭИ (заочно).

Швейгерт Е. В.

заведующий группой общих и износных испытаний отдела сильноточной контактной аппаратуры управления. В 1996 году окончил Московский Государственный Технический университет г.Москва по специальности "Робототехнические системы и комплексы" Во ВНИИРе работает с 1997 года. С 2003 года работает в должности заведующего группой. С 2001г. обучается в аспирантуре МЭИ (заочно).

Источник: <http://www.speckomplekt.ru/>

## Твердотельные реле и контакторы



**Твердотельные реле (Solid state relays - SSR)** большинства фирм выпускаются примерно в одинаковых, хорошо узнаваемых прямоугольных корпусах размером со спичечную коробку. В разговорном английском языке их иногда называют "hockey puck relays", а в русском – «таблетка». В SSR в качестве силовых полупроводниковых ключей могут использоваться как симисторы (triac), так и, что предпочтительнее, тиристоры (SCR), включенные встречно-параллельно.

Симисторные SSR как правило имеют более низкую стоимость и предназначены в основном только для коммутации резистивной нагрузки. В мощных твердотельных реле используются только тиристоры. SSR включают и выключают нагрузку только в точке перехода синусоидальной волны тока через ноль, таким образом значительно снижая броски тока и импульсные помехи при коммутации. Так как твердотельные реле не имеют механических контактов, они могут иметь неограниченное количество и большую частоту включений/выключений. SSR могут быть идеальным продуктом с точки зрения надежности, работоспособности и долговечности, если при их применении внимательно отнестись к трем важным моментам. А именно, отсутствию перенапряжений, перегрузок по току, и превышения температуры. Далее будет рассказано о том, как избежать этих факторов.

Твердотельные реле часто используются в промышленных системах управления электронагревателями (совместно с регуляторами температуры), для пуска электродвигателей (благодаря хорошей способности выдерживать кратковременные пусковые токи), в компьютерных системах управления (благодаря минимальному управляющему сигналу), включение/выключение ламп освещения (коммутация при переходе тока через ноль увеличивает срок службы ламп) и для других задач управления нагрузкой различного типа. При использовании SSR в системах управления температурой, могут обеспечить короткий цикл вкл/выкл, что значительно повышает точность регулирования и увеличивает ресурс нагревателей за счет сокращения теплового удара. Например, для нагрева на 25% можно задать такой цикл: 0.05 сек вкл, 0.15 сек выкл, 0.05 вкл, .... Это соответствует тому, что 3 периода напряжения вкл, 9 периодов напряжения выкл, 3 вкл, 9 выкл, .... Таким образом пропуская полные периоды напряжения и коммутируя нагрузку при переходе тока через

они



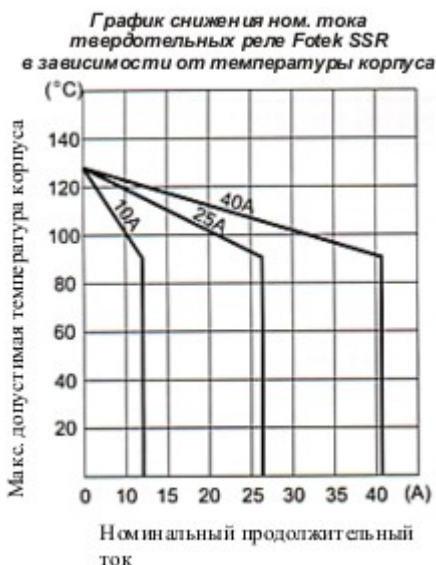
ноль, помехи не генерируются, а мощность плавно нарастает благодаря инерции тепловых процессов. Нагрев происходит стабильно без колебаний, при низком тепловом напряжении, что благоприятно сказывается на сроке службы нагревательного элемента.

Твердотельные контакторы (Solid state contactors - SSC). Когда твердотельное реле выпускается в сборе с радиатором, а иногда и с вентилятором и предохранителями, как единое законченное изделие, оно часто называется твердотельным (или электронным) контактором. Часто в этих изделиях используются бескорпусные тиристоры, созданные по гибридной технологии (DCB) с прямым нанесением меди на керамическую основу, что значительно улучшает теплоотдачу за счет большой площади поверхности чипа и плотного контакта с радиатором. Так же конструктивно электронные контакторы от реле может отличать наличие электробезопасного клеммника и приспособления для монтажа на DIN-рейку. Благодаря этим особенностям и компактным размерам, твердотельные контакторы можно быстро и удобно монтировать в электрошкафу, устанавливая их вплотную друг к другу на DIN-рейке.

В системах управления нагревом твердотельные контакторы могут применяться совместно с ПЛК, ПК, ПИД-контроллерами, генерирующими вкл/выкл сигнал напряжения постоянного или переменного тока.

"Интеллектуальные" твердотельные контакторы. Это такие электронные контакторы, которые дополнительно имеют диагностические и/или коммуникационные возможности. Диагностика может включать в себя контроль неисправности тиристоров, отсутствие нагрузки, обрыв предохранителя, перегрев и прочие проблемы. Интеллектуальные контакторы это один из самых быстрорастущих сегментов на рынке силовой коммутационной техники. Они широко внедряются в крупные проекты, необслуживаемые автоматические станции, а так же в системы удаленного управления электронагревателями и электродвигателями.

#### Применение SSR: как избежать перенапряжения, перегрузки по току и перегрева



Твердотельные реле не имеют движущихся механических частей, и, следовательно, нет причин для их механического повреждения и износа. Однако, традиционные твердотельные реле (как и другая современная электроника) могут быть разрушены от воздействия трех локальных факторов: перенапряжения, перегрузки по току (в том числе к.з.), и перегреву из-за недостаточного отвода тепла. Если Вы учтете эти три фактора, то Вы сможете избежать подавляющего большинства отказов при эксплуатации твердотельных реле.

#### Перенапряжение со стороны электрической сети

На всех промышленных предприятиях могут возникать колебания напряжения в электрической сети из-за пуска и останова соседних электроприводов, индуктивной нагрузки, электромеханических контакторов (коммутация без контроля перехода тока через мощных нагрузок), отключения станков и механизмов без использования надлежащих фильтров, мощных тиристорных регуляторов с фазовым управлением, и т.д. Это создает пиковые перенапряжения на не фильтрованной части электрической сети, напрямую питающей твердотельные реле и их нагрузку.

Большинство современных SSR и SSC имеют встроенные схемы защиты от перенапряжения, а так же достаточно высокий (3-12 кратный) запас прочности по мгновенному перенапряжению. Наиболее эффективные схемы защиты от перенапряжения имеют три функциональных уровня: ослабление + блокирование + управление активацией. Внутренний аттенуатор ослабляет пиковую волну перенапряжения, подавляя первоначальный короткий импульс перенапряжения за счет увеличения его длительности, что менее разрушительно. Затем добавляется жесткий барьер запирающего напряжения: 480-800 В (для SSR с питанием 220В) или 800-1400 В (для SSR с питанием 380В). Далее работает контур защиты SSR от прямого пробоя, который может произойти в течение мгновенного перенапряжения. Через один или два периода питающего напряжения SSR восстановится и сможет продолжить работу. Если в Ваших производственных условиях твердотельное реле подвержено частому воздействию повышенного напряжения, то можете дополнительно поставить варисторы на силовые терминалы SSR. Это будет



четвертым уровнем защиты от перенапряжения. Особенно рекомендуется устанавливать варисторы при применении SSR для пуска электродвигателей и/или при отсутствии в твердотельном реле встроенной схемы защиты от перенапряжения.

### Перегрузка по току

Многие твердотельные реле имеют внутренние компоненты, завышенные по габаритам, благодаря чему они могут выдерживать кратковременные токовые перегрузки, такие как пусковой ток ламп накаливания и других подобных нагрузок. Например: и 25 А и 40 А твердотельные реле можно достаточно надежно защитить 50 А I<sup>2</sup>T предохранителем, вследствие конструкции с завышенными габаритами. Новая директива (EN60947-4-3, действует для новой продукции, производимой с 2002 года) требует от твердотельных реле способности выдерживать 20% токовую перегрузку при работе на индуктивную нагрузку с коэффициентом мощности 0.8. Так, например, новые твердотельные реле FOTEK ESR и HPR серий полностью удовлетворяют всем требованиям CE EN60947-4-3 без каких-либо дополнительных фильтров. Но пожалуйста, имейте в виду, что, несмотря на то что все твердотельные реле проходят тест на 20% перегрузку по току (нагрузка 60 А для SSR 50 А), вы должны ВСЕГДА проектировать вашу установку с запасом так, чтобы рабочий ток нагрузки НЕ превышал 80% от номинального тока SSR в установившемся режиме при температуре окружающей среды 40 0С. Это 80%-ое правило помогает упреждать изменения сопротивления нагрузки, токовые флуктуации, и, в конечном счете, продлевает срок службы и гарантирует надежную и безотказную работу всех компонентов установки.

### Тепловая перегрузка

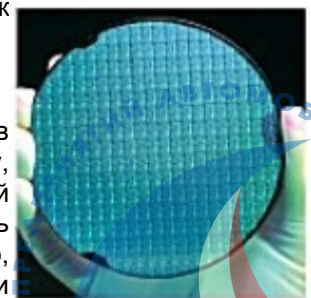
Для большинства твердотельных реле действует требование, что температура основания SSR не должна превышать более 80 0С. Для обеспечения этого условия могут потребоваться дополнительные теплоотводящие устройства. Так, например, при токе нагрузки более 5 А, твердотельные реле должны устанавливаться на радиатор с использованием теплопроводящей пасты, заполняющей воздушные пустоты между поверхностью радиатора и основанием твердотельного реле. При токе нагрузки более 20÷25А может потребоваться использование вентилятора. Некоторые серии твердотельных реле, например, FOTEK ESR и HPR, имеют встроенную защиту от превышения температуры, которая отключает твердотельное реле при температуре тиристора свыше 120 градусов Цельсия, перезапуск – при температуре ниже 110 градусов Цельсия.

Электронные контакторы IC Electronic, использующие гибридную технологию (DCB) поверхностного монтажа с прямым нанесением меди на керамическую основу, имеют минимальное тепловое сопротивление от тиристора до радиатора. За счет чего имеют более компактные размеры и возможность плотного монтажа на DIN-рейке. Они имеют очень низкие потери мощности: 1.2 Вт на ампер в установившемся режиме. Обычные твердотельные реле производят тепла на 50% - 75% больше. Помимо этого электронные контакторы IC Electronic могут работать без снижения мощности при температуре окружающей среды до 40°С, в то время как большинство твердотельных реле – только до 20 или 25°С. Для них так же существует опциональный датчик (UP62) защиты от тепловой перегрузки, который устанавливается в специальный слот на корпусе контактора и размыкает свой контакт при превышении температуры радиатора значения 90 0С (перезапуск при снижении температуры примерно до 30 0С).

В завершение к сказанному о защите от перенапряжения, перегрузки по току и перегрева, нужно отметить, что монтаж твердотельных реле и контакторов должен выполняться только квалифицированным персоналом в соответствии с национальными стандартами и правилами техники безопасности. Конечно, должно быть учтено и то, что любой электротехнический продукт может выйти из строя в любое время. Таким образом, все установки должны быть разработаны с использованием устройств защитного отключения, как автоматического, так и ручного.

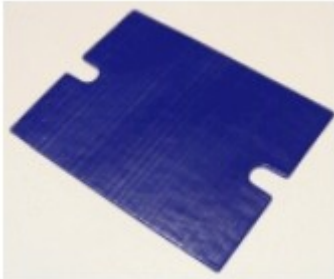
### Радиаторы для твердотельных реле

Силовой полупроводниковый переключающий элемент в современном твердотельном реле имеет многослойную структуру, состоящую из чередующихся Р и N слоев, выращенных на кремниевой подложке. Они образуют кристалл тиристора. Кристаллы могут быть различных размеров, рассчитанных на различную силу тока. Например, кристалл размером 0.25 x 0.25 дюймов может применяться для нагрузки 50А, а 0.5 x 0.4 дюйма - для 125А. Все твердотельные реле при работе



выделяют тепло вследствие прямого падения напряжения на PN-переходах кристалла. Выделяемая температура составляет примерно 1.2°C на ампер пропускаемого тока. Излишки тепла должны отводиться от кристалла, иначе должен быть адекватно снижен ток нагрузки твердотельного реле.

Для отвода тепла от твердотельного реле, в первую очередь, применяются радиаторы, которые за счет большой охлаждающей поверхности обладает хорошими теплопроводящими и рассеивающими свойствами. Применение радиаторов позволяет нагружать реле большими токами. Эффективность охлаждения радиатором, кроме его конструкции, во многом зависит от температуры и скорости движения воздушного потока. При выборе или расчете радиатора надо обязательно руководствоваться как током нагрузки, так и максимальной температурой окружающей среды. Недостаточное внимание к этим деталям может привести к неисправности твердотельного реле и даже к полному его разрушению. До 90% всех проблем эксплуатации твердотельных реле напрямую связано с недостаточным его охлаждением.



При нагрузке менее 2-4 А, тепло может быть рассеяно самим корпусом твердотельного реле. При длительной нагрузке более 4 А необходимо использование радиатора. Радиаторы для твердотельных реле могут иметь различную конструкцию и площадь охлаждающей поверхности, различный материал и геометрию ребер, а так же количество посадочных мест под SSR. Теплоотводящая и рассеивающая способность алюминиевого листа толщиной 1/8" с различной площадью поверхности следующая:

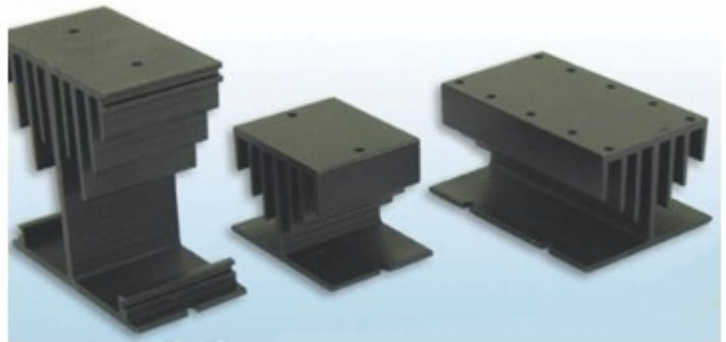
12" X 12" = 288 кв. дюймов открытой поверхности = примерно 2.1°C на Вт избыточного тепла (2.1 C/W)

15" X 15" = 450 кв. дюймов = примерно 1.5 °C на Вт избыточного тепла (1.5 C/W)

18" X 18" = 648 кв. дюймов = примерно 1.0 °C на Вт избыточного тепла (1.0 C/W)

Чем ниже значение C/W, тем лучше отвод и рассеивание тепла радиатором, с учетом требуемой вентиляции и температуры окружающей среды. Например, если твердотельное реле генерирует 45 Вт тепла при наличии радиатора с теплоотводом 2.1 C/W, то температура внутреннего кристалла реле увеличится на 94.5°C выше температуры окружающей среды. При температуре окружающей среды 40°C, внутренний кристалл нагреется до 134.5°C.

Максимально-допустимая температура для кристалла тиристора составляет обычно 125°C, но в целях безопасности не рекомендуется превышать 115°C. Если охлаждающему воздушному потоку будут мешать близкорасположенное оборудование, или произойдет увеличение температуры окружающей среды, или если твердотельное реле не будет иметь



достаточно плотного контакта с радиатором, то дополнительно потребуется снижение тока нагрузки твердотельного реле. Твердотельное реле ни когда не должно устанавливаться в замкнутой области без движения воздушного потока, а также на пластиковой или покрашенной поверхности. Радиатор должен устанавливаться с вертикальным расположением ребер, так чтобы воздух от вентилятора мог беспрепятственно проходить вдоль них. Контактные поверхности твердотельного реле и радиатора должны быть ровными, чистыми, не окисленными и не покрытыми краской.

### Материал радиатора

Лучшими материалами для изготовления радиатора являются золото, серебро, медь и алюминий. Для промышленного применения алюминий является наиболее экономически эффективным. По сравнению с алюминием, стали потребовалось бы в два раза больше, а нержавеющей стали в четыре раза больше для достижения такого же охлаждающего эффекта.

### Теплопроводящие пасты и прокладки.

Силиконовая теплопроводящая паста должна быть нанесена на металлическое основание реле прежде его установки на радиатор. Теплопередача зависит от толщины нанесенного слоя пасты, его однородности и от плотности прилегания реле к радиатору. Мы рекомендуем наносить

однородный слой пасты толщиной 0.002", и затягивать оба крепежных винта с усилием 10 фунтов на дюйм. Надо иметь в виду, что чем толще слой теплопроводящей пасты, тем хуже теплоотдача. Если используется сухая теплопроводящая прокладка, усилие затяжки винтов должно быть 20-30 фунтов на дюйм. Сухая теплопроводящая прокладка, показанная на рисунке, представляет собой оптимизированный слой высокоэффективного теплопроводящего компаунда.

**Меры предосторожности**

Особое внимание следует уделить установке большого количества SSR в ограниченном пространстве. Каждое твердотельное реле по возможности должно монтироваться на индивидуальном радиаторе. При групповом монтаже SSR всегда должен обеспечиваться надлежащий теплоотвод со свободным или принудительным движением воздуха, иначе под нагрузкой произойдет тепловое саморазрушение реле. На практике, если твердотельные реле не имеют штатной защиты от тепловой перегрузки, их температуру можно контролировать простым способом, установив термометр под крепежный винт. Если температура не превышает 45 °C при нормальных условиях эксплуатации, SSR работает в оптимальном тепловом режиме. Если температура выше этого значения, то необходимо снизить ток нагрузки или применить более эффективную систему охлаждения, например, применить вентилятор или увеличить радиатор. Если температура внутреннего кристалла SSR достигнет температуры 115 - 125°C, оно может быть окончательно повреждено. Тепловые проблемы являются кумулятивными, необратимыми и разрушительными. При требовании производителя ограничить температуру основания, для упрощения методики выбора системы охлаждения производители в каталогах приводят типовые решения на базе типовых радиаторов и вентиляторов. Например, для выбора охлаждающих устройств для твердотельных реле Fotek (SIPIN) SSR и TSR можно руководствоваться нижеприведенной таблицей:

Модель радиатора / вентилятора	Кол-во посадочных мест	Длина радиатора	Макс. ток нагрузки (без вентилятора)	Макс. ток нагрузки (с вентилятором)
HS-50	Одно SSR	50мм	20 А	-
HS-50H	Одно SSR	50мм	10А	-
HS-100	Два SSR	100мм	20А	30А
HS-100H	Два SSR	100мм	18А	25А
HS-150	Три SSR	150мм	20А	40А
HS-150H	Три SSR	150мм	20А	25А
HS-200	Четыре SSR	200мм	20А	50А
HS-200H	Четыре SSR	200мм	20А	30А
TSR-100	Одно TSR	100мм	20А	30А

**Меры защиты / электрические помехи**

SSR, как правило, не чувствительно к внешним электрическим помехам, за исключением случаев, когда они действуют во время развития чрезмерно высокого тока нагрузки. Обычно сбой из-за помех носит временный характер, такой как включение SSR, когда оно должно быть выключено, и наоборот. По своей природе электрические помехи носят случайный характер. Например, они могут возникать в момент размыкания механических контактов в цепи питания мощной нагрузки с образованием дуги, и т.д.



Помехи, более известные, как электромагнитное излучение (EMI), могут оказывать влияние на особенно чувствительные части схемы SSR, такие как тиристор. Встроенная снабберная RC-цепочка, подключенная параллельно выходу эффективно подавляет помехи, особенно в низкочастотном диапазоне.

**Варисторы**

Варисторы были разработаны примерно в одно время с SSR, и впоследствии стали надежными компаньонами для твердотельных реле, обеспечивая их защиту от ряда вредных

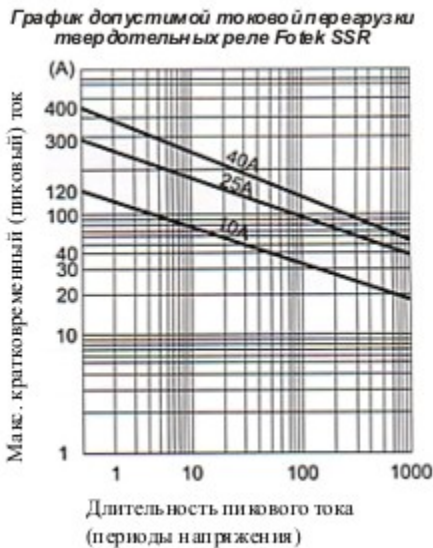




воздействий. Варисторы могут использоваться следующим образом: подключенные параллельно питающему напряжению, они подавляют внешние воздействия от переходных процессов со стороны электрической сети; подключенные параллельно нагрузке, они подавляют воздействия от переходных процессов со стороны нагрузки; и наиболее часто, параллельно SSR для защиты его от всех переходных процессов (от L1 до T1). В последнем случае варистор может быть удобно смонтирован непосредственно на силовые клеммы SSR. Варисторы эффективно использовать с такой нагрузкой, как трансформаторы и импульсные источники питания, где пиковые выбросы не могут быть поглощены самим трансформатором и возвращаются обратно в сеть через SSR. Используемый в соответствии с паспортными данными, варистор, наиболее вероятно, переживет сопряженное с ним оборудование и обеспечит экономичную защиту SSR. Однако варистор подвержен "износу" при постоянном воздействии на него переходных процессов. Поэтому наличие в SSR трехуровневой защиты от перенапряжения ослабляет негативное влияние и на варистор, продлевая его ресурс. Применение варисторов очень рекомендуется при использовании SSR для пуска электродвигателей, а так же если вблизи на одной линии питания с SSR расположены мощные двигатели с прямым пуском. Некоторые производители включают варисторы в комплектацию твердотельного реле, например, электронные контакторы IC Electronic имеют встроенные варисторы.

### Максимальный кратковременный ток

Очень немногие типы нагрузки SSR можно назвать спокойными. Броски тока, наряду с плохой системой охлаждения, являются наиболее частой причиной отказов SSR. Частые перегрузки такого рода могут серьезно сократить срок службы SSR. Поэтому при разработке нового приложения, было бы разумно тщательно исследовать характеристики нагрузки на предмет возникновения мгновенных токовых перегрузок, и выбирать SSR с соответствующим запасом по мощности, которое бы устойчиво работало с пусковыми и установившимися значениями тока. Так же важным фактором для тиристорных устройств является такая характеристика, как скорость нарастания тока ( $di/dt$ ). Большое значение этого параметра может привести к разрушению SSR. Большинство твердотельных реле способны выдержать 10-кратный от номинального пиковый ток в течение одного периода питающего напряжения. Но нужно отметить, что перегрузки такой величины допустимы ограниченное число раз - для большинства реле в среднем 100 раз в течение всего срока эксплуатации. Кроме того, из-за многократного броска тока может быть временно потеряно управление реле. Это значит, что невозможно будет выключить SSR во время действия пикового тока и некоторое время после него. Тиристор должен восстановить свою запирающую способность и допустимую температуру PN-переходов для возвращения в свое устойчивое состояние. Это время может составлять несколько секунд. Такие перегрузки можно допускать лишь в чрезвычайных ситуациях, и ни в коем случае они



не должны быть частью штатного режима работы оборудования. Это должно быть учтено при разработке. Твердотельные реле, предназначенные для коммутации постоянного тока (DC) обычно не имеют такой перегрузочной способности, так как номинал выходного транзистора обычно рассчитан по максимальному длительному току. DC SSR должны быть надежно защищены внешними быстро отключающими или токоограничивающими устройствами, так как при длительном протекании сверхтока реле может выйти из строя.

### Плавкие предохранители I<sup>2</sup>T

Быстродействующие "Полупроводниковые Предохранители" являются единственным надежным средством защиты твердотельного реле от перегрузок по току. Благодаря чрезвычайно низкому времени срабатывания (около 2 мс) они не позволяют току короткого замыкания развиваться до величины разрушения полупроводника. Этот тип предохранителей достаточно дорогостоящий, но они действительно обеспечивают полную защиту SSR от высоких токовых перегрузок и быстро нарастающих токов короткого



замыкания, когда спасение SSR имеет первостепенное значение. Характеристика  $I^2T$  позволяет правильно выбрать номинал плавкого предохранителя для защиты SSR. Это базовая характеристика, определяющая скорость отключения SSR в зависимости от величины тока. Большинство SSR имеют в своей спецификации значение параметра  $I^2T$ . При выборе предохранителя надо руководствоваться тем, чтобы его значение  $I^2T$  было меньше, чем  $I^2T$  твердотельного реле для такой же длительности. Некоторые производители изначально комплектуют свои твердотельные реле быстродействующими предохранителями, например, серии SSR-F и ESR+ компании Fotek имеют в своем составе предохранители Bussman.

Другие типы защитных устройств, такие как автоматические выключатели (с электромагнитной схемой расцепления) или обычные «медленные» плавкие предохранители не могут реагировать достаточно быстро на токи короткого замыкания и не рекомендуются для защиты SSR!!! Автоматические выключатели могут устанавливаться только в качестве дополнительных устройств защиты проводов сети от нагрева и возгорания в соответствии с национальными правилами электробезопасности.

Наиболее удобны для применения законченные системы SSR+радиатор+вентилятор+быстродействующие плавкие предохранители + встроенная защита от тепловой перегрузки. В такой комплектации выпускаются новые твердотельные модули ESR+ компании Fotek.

### Особенности применения SSR

Твердотельные реле в отличие от электромеханических имеют некоторые особенности в работе с некоторыми типами нагрузки. Эти особенности необходимо учитывать при выборе SSR.

### Индуктивная нагрузка

Нагрузка, имеющая небольшую индуктивную составляющую, например, некоторые виды ламп, обычно не оказывает значительного эффекта на работу твердотельных реле и может рассматриваться как резистивная. В то время как электромагнитные устройства, такие как трансформаторы, дроссели (реакторы), или электромагнитные катушки могут существенно влиять на работу SSR. Высокоиндуктивная нагрузка может создавать большие пиковые броски тока, и SSR, соответственно, должно выбираться с существенным запасом по току.

### Коммутация трансформаторов

Обычно трансформаторы ассоциируются с чрезвычайно высокими пиковыми выбросами тока, особенно в режиме насыщения. Стандартные SSR с включением при переходе напряжения через ноль могут только усугубить эту возможность, и потребуются специальные меры предосторожности. Особенность выключения SSR при нулевом токе минимизирует проблему, но не может полностью предотвратить ее. С практической и экономической точки зрения наилучшим выбором может быть стандартное твердотельное реле со значительным запасом по току (до 10-кратного), чтобы устойчиво выдерживать импульсные токи перегрузки.

### Коммутация электродвигателей

Динамическая нагрузка, такая как двигатели, соленоиды, и т.д., может создавать специфические проблемы для твердотельных реле. Они имеют достаточно высокий и затяжной пусковой ток, потому что импеданс их обмоток в неподвижном состоянии обычно очень низкий. Когда ротор вращается, то создается обратная ЭДС, которая снижает ток. Но та же самая обратная ЭДС может суммироваться с прикладываемым сетевым напряжением и создавать перенапряжение при выключении двигателя. Большинство методов защиты твердотельных реле, описанных выше, применимо и для двигателей. Но нужно заметить, что перенапряжение, вызванное емкостным удвоением напряжения или обратной ЭДС двигателя не может быть эффективно подавлено с помощью средств ограничения переходных процессов. Такие ограничители, так варисторы обычно предназначены для высоких, но кратковременных бросков напряжения, и могут быть выведены из строя от длительного высокоэнергетического воздействия. Поэтому важно, чтобы SSR было выбрано с учетом всего диапазона возможных воздействий, как высокого пускового тока, так и длительного перенапряжения.

### Коммутация ламп

Характеристика пускового тока ламп накаливания подобна характеристике максимального кратковременного тока тиристорных, применяемых в SSR, делая их подходящими друг другу. Типичный мгновенный 10-кратный ток при запуске лампы из холодного состояния соответствует перегрузочной способности большинства SSR. Внимание! Не рекомендуется применять SSR для



коммутации ртутных, флуоресцентных или разрядных ламп. Но при необходимости такого использования, SSR должны быть выбраны с существенным запасом по току и напряжению и предварительно протестированы на способность работы в данном приложении.

В статье использованы материалы с сайта компании «Power-io» (США).

Источник: <http://www.stoikltd.ru/>

## Безаварийная и эффективная эксплуатация устройств компенсации реактивной мощности низкого напряжения

*В. Николаев, главный конструктор ООО "Энергия-Т"*

### Некоторые размышления и советы для энергетиков.

Вопрос технического решения компенсации реактивной мощности, как составной и важнейшей части улучшения качества электроснабжения предприятия, состоит из двух основных частей: выбор типа и мощности компенсатора и организация его эксплуатации. Правильно выбрать компенсатор - это еще полдела: весь эффект от установки УКРМ будет утерян, если в результате его неправильной настройки и обслуживания устройство быстро выйдет из строя либо будет работать неэффективно. Что же влияет на срок эксплуатации УКРМ и как сделать его работу безаварийной? В этой статье мы остановимся на самых значимых факторах, влияющих на работу наиболее распространенных УКРМ напряжения 0,4 кВ, с автоматическим регулированием и электромеханическими контакторами, исполнения УХЛ4.

### Правильный выбор числа ступеней регулирования.

Вы построили суточный график предприятия, рассчитали и выбрали мощность устройства компенсации. Возникает вопрос - какое число ступеней выбрать при определенной мощности компенсатора? Действительно, если расчетная мощность компенсатора, например 300 кВАр, то набор ступеней регулирования, в том числе стандартно предлагаемый производителями, разный: 6 ступеней по 50 кВАр, или 4 по 50 кВАр и 4 по 25 кВАр, ит.д., возможны разные варианты. Обычно производители УКРМ предлагают набирать мощность, ориентируясь на стандартные соотношения, например 1:1:2:4:8. Но какая разница, спросите Вы: разве это влияет на эффективную и безаварийную работу УКРМ? В том то и дело, что выбор “веса” ступеней регулирования определяет два основных фактора:

1. Срок эксплуатации конденсаторов.
2. Точность компенсации.

На срок эксплуатации конденсатора, конечно, влияют еще ряд факторов, на которых мы остановимся ниже. В данном же случае ясно, что чем больше ступеней регулирования и чем меньше “вес” наименьшей ступени, тем эффективней работа УКРМ. Но тогда резко возрастает стоимость УКРМ и ее размеры. Как же быть? Оптимальное количество ступеней регулирования определяется на основании:

1. Характера графика нагрузки, т.е. величины и скорости его изменения.
2. Необходимости разряда конденсатора ступени между включениями до макс. 10% от номинального напряжения.

Необходимо учитывать, что УКРМ поставляются, как правило, с регуляторами, у которых величина параметра “время регулирования” в области “недокомпенсации” и “перекомпенсации” установлена 180 сек.(по умолчанию). С этим периодом ступени будут переключаться, если выполнены следующие условия:

1.  $\cos \phi_2 < \cos \phi_1$  Здесь:  $\cos \phi_2$  и  $\cos \phi_1$  – текущий и требуемый косинус;

$$2. Q_1 - Q_2 = Q_K$$

Здесь:  $Q_1$  – требуемое значение мощности для компенсации;  $Q_2$  – текущее значение подключенной реактивной мощности,  $Q_K$  - мощность наименьшей ступени регулирования.

Время регулирования, как правило, уменьшается (с разным алгоритмом у разных производителей регуляторов) в зависимости от текущей ошибки регулирования, т.е. разницы между требуемым и текущим значением подключенной реактивной мощности. Например, в регуляторах NOVAR -1106/1112/1206/1214 оно сокращается либо пропорционально квадрату отношения ошибки регулирования к величине наименьшей ступени регулирования, либо линейно от указанного соотношения.

Возрастающая ошибка регулирования может снизить это время до минимального значения – 5 сек. Если же ошибка регулирования меньше, чем мощность наименьшей ступени регулирования, то время регулирования увеличивается в 2 раза, а при менее 1/2 величины мощности наименьшей ступени – переключений нет.

Следовательно, существует прямая зависимость между количеством ступеней регулирования, их “весом” и характером графика нагрузки: чем больше флуктуация графика нагрузки, тем больше требуется ступеней регулирования с наименьшим весом. Мало того, возможно потребуется и применение вместо разрядных резисторов разрядных дросселей и, возможно, корректировка полученной расчетной мощности УКРМ в сторону увеличения. Это нужно для того, чтобы при наибольших флуктуациях графика нагрузки подключались разряженные конденсаторы; в противном случае из-за блокировки повторного включения (по умолчанию до 180сек.) регулирование практически прекращается и требуемый косинус не достигается.

#### Температурный режим УКРМ.

Поддержание температурного режима УКРМ в соответствии с требованиями его “Руководства по эксплуатации” – также один из критических факторов. Источниками тепла в установке являются (по количеству выделяемого тепла):

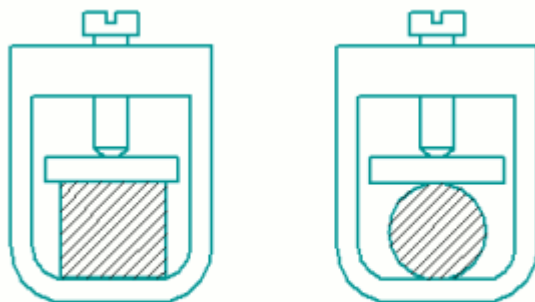
- фильтровые дроссели;
- конденсаторы;
- плавкие вставки;
- контактные соединения, провода и шины;
- контакторы.

Эксплуатационный срок конденсаторов очень сильно зависит от температуры. Современные конденсаторы, как правило, соответствуют температурному классу -40/D – т.е. внутренняя температура конденсатора не должна превышать +55 град. Цельсия. Современные устройства компенсации, как правило, имеют системы принудительного охлаждения (вентиляции) в компактных моделях с плотным монтажом и в стандартных электрошкафах объемом 0,96 куб.м. с мощностью от 300 кВАр. Все остальные изготавливаются с естественной вентиляцией. Поэтому при выборе места установки УКРМ надо четко представлять, при какой температуре окружающей среды она будет работать, может потребоваться дополнительное охлаждение установки. Кроме того, конструкция установки компенсации обязательно предполагает, что:

1. Конденсаторы расположены под дросселями.

2. Все силовые соединения выполнены правильно, с нужной конфигурацией обжима контактных гильз и требуемых моментов затяжки, определяемых предприятием-изготовителем компонентов. Пример присоединения контакторов Benedikt&Jagger показан на Рис.1:





Правильная конфигурация  
обжима гильзы

Неправильная конфигурация  
обжима гильзы

3. Если установка модульная, то модули желательно соединять не последовательно (т.е. в такой конструкции выполняется как бы «сборный» шинный мост), а подключать их к конструктивно отдельно выполненному шинному мосту. Такая конструкция используется в модульных УКРМ ООО «Энергия-Т». Ниже, на Рис. 2,3,4 показаны соответственно модуль последовательного соединения, модуль для реконструкции УКРМ ООО «Энергия-Т» и установка компенсации на 400 кВАр ООО «Энергия-Т» с отдельным шинным мостом:

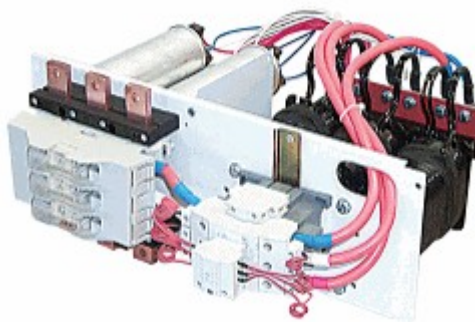


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

Дело в том, что при последовательном соединении модулей нагрев первых контактных соединений очень велик, к тому же их число увеличивается почти в 2 раза. Ошибкой является и соединение в жгуты силовых проводов – делать этого нельзя!

Кроме того, на разогрев конденсаторов большое влияние оказывает спектральный состав тока. Все современные регуляторы, как правило, имеют защиту от влияния высших гармоник, которая срабатывает при достижении CHL (коэффициента нагрузки конденсатора гармониками) значения 133% -это предельно допустимая величина по стандарту EN 50160. Но, к сожалению, часто эта защита не подключается – дело в том, что эта защита регулятора может быть активирована на отключение или на сигнал, который снимается с одного из выходов регулятора, общего для целого ряда аварийных состояний. Иногда этот выход перепрограммируют на подключение еще одной дополнительной ступени, при этом отключается и сигнализация по CHL. Защита должна быть обязательно активирована на отключение!

Хорошо, если в схеме установки есть аварийный термодатчик с достаточно большим гистерезисом, включенный в цепь питания регулятора и установленный в верхней части установки: тогда при достижении температуры близкой к критической (обычно это +45 град.) цепь питания регулятора разрывается и все конденсаторы отключаются; после понижения температуры контакт замыкается и процесс регулирования начинается снова.

**Перегрузки по току и напряжению.**

Возможные перегрузки по току и броски напряжения также сокращают срок службы конденсаторов. Конденсаторы должны выдерживать, согласно IEC 831, максимально допустимый сверхток не более 1,5 от номинального тока. Значение максимально допустимого сверхтока учитывает совокупное влияние гармоник, бросков напряжения и колебаний емкости. Максимально допустимые броски напряжения приведены в Табл.1:

Макс. напряжение	Макс. длительность
1,1 x U <sub>N</sub>	8 часов/день
1,15 x U <sub>N</sub>	30 минут/день
1,20 x U <sub>N</sub>	5 минут/день
1,30 x U <sub>N</sub>	1 минута/день

Наиболее опасны для конденсаторов и регулятора броски напряжения. Если они из-за характера работы оборудования присутствуют постоянно, то необходимо принимать специальные меры, например, защищать УКРМ с помощью ОПН.



Как правило в современных УКРМ функция защиты от сверхтоков заложена в регуляторе; однако работает эта защита на сигнал, и фактически только в сетях с медленно изменяющейся (практически постоянной) нагрузкой. Все дело в том, что сигнал по току для этой защиты берется с того же измерительного трансформатора регулятора, устанавливаемого на вводе секции, к которой, как правило, подключается УКРМ. Поэтому при одновременном включении конденсаторов и новой нагрузки возникает ошибка. Компанией ZEZ SILKO выпускался регулятор ВК06/12, у которого был отдельный вход для подключения измерительного трансформатора собственного тока установки, но он снят с производства. Применение же отдельной токовой защиты УКРМ при резко переменной нагрузке – удовольствие дорогое. Вообще, в принципе, вопрос надежности УКРМ – это вопрос цены. А как показывает практика, цена при покупке установки – главный фактор.

#### Заключение

В этой статье сделана попытка обратить внимание служб эксплуатации лишь на некоторые, наиболее значимые факторы, определяющие срок эксплуатации низковольтных УКРМ и их эффективность. Вопросы, касающиеся эксплуатации установок среднего напряжения (6-10кВ), а также установок исполнения У1 и УХЛ1 будут рассмотрены отдельно.

Источник: <http://ukrm.ru/>

## Подключение устройств компенсации реактивной мощности низкого напряжения

*В. Николаев, главный конструктор ООО "Энергия-Т"*



В этой небольшой статье рассмотрены вопросы выбора при подключении устройств компенсации реактивной мощности:

1. Автоматического выключателя.
2. Присоединительного кабеля.
3. Трансформатора тока.

#### Выбор автоматического выключателя

1. Номинальный ток выключателя выбираем из соотношения:

$$I_N > 1,43 * I_{CN}$$

где  $I_{CN}$  - номинальный ток УКРМ:

$$I_{CN} = Q_N / \sqrt{3} * U_N$$

где  $Q_N$  - номинальная мощность устройства, кВАр;





$U_N$  - номинальное напряжение, кВ.

2. Уставка защиты от перегрузки:

$$I_{ТЗ} \geq 1,43 * I_{СН}$$

3. Уставка защиты от короткого замыкания:

$$I_{КЗ} = 10 * I_{СН}$$

По характеристике автоматических выключателей, которая по ГОСТ Р50345-99 определяется как «тип мгновенного расцепления», все они делятся на три типа: В, С и D.

Для подключения УКРМ следует применять выключатели с характеристикой типа С – с диапазоном токов мгновенного расцепления:

$$5 * I_N \leq I_{КЗ} \leq 10 * I_N$$

### Выбор присоединительного кабеля

Число кабелей и их сечение ( или шин, при шинном присоединении) выбираем из таблицы:

Мощность установки, кВАр	Материал	Сечение кабелей кв. мм	Кол- во	Сечение шин, кв. мм
50	Медь	50	1	-
75		70	1	-
100		120	1	-
150		185	1	-
200		240	1	40x4
225		150	2	50x6
250		150	2	50x6
300		185	2	50x6
375		240	2	40x10
400		240	2	40x10
450		240	3	40x10
500		240	3	40x10
575		240	3	60x10
600		240	4	80x10

### Выбор трансформатора тока

Трансформатор тока выбираем с номинальным первичным током:  $I_T \geq I_N$  ближайший из ряда стандартных значений.

Источник: <http://ukrm.ru/>

# Самонесущие изолированные провода 0,4 – 1 кВ. Плюсы и минусы различных систем

Сейчас наблюдается активное строительство новых и замена старых линий электропередач в распределительных сетях 0,4-1 кВ и 6-20 кВ. Все чаще на этих линиях применяются самонесущие изолированные провода (СИП), имеющие несколько конструктивных видов - так называемых систем. К сожалению, пока никто точно не определил, какие конкретно системы нужно применять в наших условиях. В публикуемом материале читатель не получит ответ на этот вопрос, но сможет узнать, какие системы СИП существуют в настоящее время и чем они друг от друга отличаются.



## ЧТО В ПЛЮСЕ?

Надежность самонесущих изолированных проводов складывается из следующих критериев:

- провода защищены от склестывания
- на проводах практически не образуется гололёд
- существенно ограничен несанкционированный отбор электроэнергии
- Исключено воровство проводов, так как они неподлежат вторичной переработке
- возможно подключение абонентов и новые ответвления под напряжением
- нет необходимости в вырубке просеки перед прокладкой и в процессе эксплуатации
- простота монтажных работ и соответственно уменьшение сроков их проведения
- высокая механическая прочность проводов и соответственно невозможность их обрыва
- пожаробезопасность, основанная на исключении короткого замыкания при склестывании
- снижение энергопотерь в ЛЭП за счет уменьшения реактивного сопротивления изолированного провода по сравнению с голым
- возможность прокладки СИП по фасадам зданий, а также совместной подвески с проводами низкого, высокого напряжения, линиями связи, что дает существенную экономию на опорах

Список можно продолжать далее, но и этого уже достаточно для того, чтобы обосновать безоговорочную необходимость использования СИП. Но здесь-то и возникает сложность, обоснованная тем, что существует слишком широкий выбор систем СИП. Какая из них необходима в каждом конкретном случае?

СИП - это скрученные в жгут изолированные провода. При этом изоляция выполнена из светостабилизированного полиэтилена. Понятие общее и охватывает одновременно все системы.

На российском рынке СИП появились как импортная разработка в конце 80-х годов, причем одновременно двумя путями - из Финляндии фирмы Nokia Cables и из Франции компании Alkatel. Трудно определить сейчас, кто из этих производителей первым обратил внимание на Россию, да это и не так важно. Главное, что системы СИП у них были разные. И в тех регионах, где эти фирмы вели себя наиболее активно, продвигались соответствующие системы. Чуть позже начало развиваться производство СИП и в России. Пионером стал "Иркутсккабель", но в те годы завод выпускал не до конца отработанный продукт. Лишь с 1997 года "Севкабель", "Иркутсккабель", а чуть позже и "Москабельмет" начали выпускать качественные СИП. Сейчас к установленному этими предприятиями уровню подтягиваются и другие кабельные заводы.



В связи с общими положительными потребительскими свойствами СИП наблюдается большая заинтересованность в таких проводах. При относительно небольшом повышении затрат (примерно процентов на 20) по сравнению с неизолированными (голыми) проводами надежности линии, оснащенной СИП, повышается до уровня надежности кабельных линий В рамках реализации перспективной технической политики РАО "ЕЭС России", осуществляется переход предприятий РАО на систему электроснабжения по воздушным линиям с СИП.

Первая система, наиболее известная как АМКА (производитель PIRELLI CABLES and SYSTEMS OY, Финляндия, в состав которой ныне вошла фирма Nokia Cables) по европейскому гармонизированному стандарту HD 626 или в российской терминологии как СИП-1, характеризуется тем, что вокруг неизолированного (голого) несущего нулевого провода скручены изолированные фазные провода. Несущий трос выполнен из алюминиевого сплава высокой прочности. Прочность провода и арматуры позволяет выдержать практически все непредвиденные внешние механические воздействия. Слом опор составляет не более 1,5% всех случаев повреждения проводов.

Изоляция СИП выполнена из термопластичного полиэтилена. Ее температурные характеристики - 70°C в долговременном режиме, 90°C в режиме длительной перегрузки (до 8 часов в сутки) и 130°C в режиме токов КЗ. Проект линии должен включать в себя заземление нулевого провода на опорах, что позволяет исключить появление потенциала на нулевом проводе при перекосе фаз.

Источник: <http://www.allsip.ru/>

## Особенности монтажа самонесущих изолированных и защищенных проводов при строительстве воздушных линий электропередачи 0,38 – 35 кВ

*Кулешов Д.А., Мальгин В.П.*

При эксплуатации ВЛИ зачастую выявляются дефекты, связанные с неправильным подбором арматуры, нарушением технологии монтажа, с отсутствием нормативно-технической документации, влияющие на надежность и безопасность работы воздушных линий электропередач. В статье рассматриваются необходимые требования к технологии проведения монтажных работ, к выбору оборудования, а также типичные ошибки, допускаемые при монтаже ВЛИ.

В период электрификации промышленных и сельских районов страны, который закончился в 70-х годах прошлого столетия, в России создана разветвленная сеть воздушных линий электропередачи (ВЛ). Протяженность ВЛ в распределительных сетях на напряжение 0,38 и 10-35 кВ по данным Федеральной Сетевой Компании Единой Энергетической Системы России (ФСК ЕЭС) составляет более 2 млн. км.

Значительная часть этих ВЛ эксплуатируется фактически за пределами нормативного срока службы. Учитывая создавшуюся ситуацию, и, принимая во внимание, что "Правила устройства электроустановок" (ПУЭ, седьмое издание) ориентируют на применение изолированных и защищенных проводов при сооружении новых ВЛ, в России сложились благоприятные условия для внедрения новых технологий при строительстве ВЛ.

Применение самонесущих изолированных (СИП) и защищенных (ПЗВ) проводов при сооружении воздушных изолированных линий (ВЛИ) и воздушных защищенных линий (ВЗ) позволяет в значительной мере повысить надежность и экономичность электроснабжения потребителей, и сократить эксплуатационные расходы.

По сравнению с традиционными ВЛ с неизолированными проводами ВЛИ имеет ряд преимуществ:

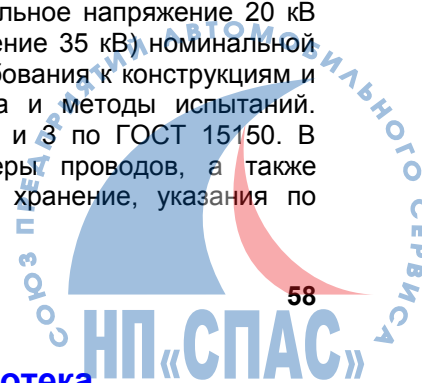
Основные преимущества ВЛИ с применением СИП

Преимущества ВЛИ	Чем обусловлены
Высокая электробезопасность	Отсутствие возможности прямого контакта с токопроводящими элементами. Исключение однофазных замыканий на землю. Исключение обрывов проводов при атмосферных воздействиях (гололед, ветровые нагрузки) и падениях деревьев.
Высокая эксплуатационная надежность	Исключение коротких замыканий при соприкосновении проводов и контактах с заземленными элементами (строительные механизмы, ветки деревьев).
Снижение трудоёмкости при монтаже линий	Простое конструктивное использование ВЛИ. Высокая монтажная готовность с учётом применения комплекта арматуры и монтажного инструмента. Увеличение расстояния между опорами.
Снижение эксплуатационных затрат	Отсутствие необходимости перемонтажа для устранения увеличения провиса, расчистки трасс, замены изоляторов. Снижение перерывов в обеспечении электроснабжения потребителей. Возможность технического обслуживания и ремонта ВЛИ под напряжением
Уменьшение падения напряжения, снижение потерь электроэнергии	Низкое индуктивное сопротивление (в 2,5 -3 раза) по сравнению с традиционными ВЛ

Необходимо заметить, что без качественной арматуры, грамотного проекта, использования качественных проводов и правильно выполненного монтажа, невозможно добиться надежной и безопасной работы ВЛИ в электрических сетях. В связи с этим возникла необходимость в подготовке нормативной документации и подборе качественного, высоко надежного оборудования для строительства и эксплуатации ВЛИ.

В 2005 году ОАО «РОСЭП» разработало проект «Одноцепные, двухцепные и переходные железобетонные опоры ВЛИ 0,38 кВ с СИП-2А ОАО «ИРКУТСККАБЕЛЬ» и линейной арматурой ООО «НИЛЕД», шифр 25.0017. В новом проекте разработаны одноцепные, двухцепные и переходные опоры ВЛИ 0,38 кВ, подвеска светильника на опоры ВЛ, установка переносного заземления на концевой опоре, установка ограничителя мощности на ответвлении от ВЛ к вводам, прокладка проводов СИП по стенам зданий, вводы в здания, железобетонные и стальные элементы, приведены эскизы и характеристики используемой арматуры фирмы «НИЛЕД», представлены расчетные пролеты и монтажные стрелы провеса проводов СИП-2А, рассчитанные с учетом требований ПУЭ 7-го издания. На сегодняшний день ведется работа по созданию типового проекта для строительства ВЛИ на напряжение 10-35 кВ.

С 1 июля 2006 года вводится в действие ГОСТ Р 52373-2005 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия». Стандарт распространяется на самонесущие изолированные провода для воздушных линий электропередачи на номинальное напряжение до 0,6/1 кВ включительно и самонесущие защищенные провода для воздушных линий электропередачи на номинальное напряжение 20 кВ (для сетей на напряжение 10, 15 и 20 кВ) и 35 кВ (для сетей на напряжение 35 кВ) номинальной частотой 50 Гц (далее - провода). Стандарт устанавливает основные требования к конструкциям и техническим характеристикам проводов, их эксплуатационные свойства и методы испытаний. Климатическое исполнение проводов - В, категории размещения - 1, 2 и 3 по ГОСТ 15150. В стандарте приводятся классификация, основные параметры и размеры проводов, а также излагаются правила приемки, методы контроля, транспортирование и хранение, указания по эксплуатации и гарантии изготовителя.



Особенности монтажа самонесущих изолированных и защищенных проводов При строительстве ВЛИ необходимо соблюдать следующие основные требования:

1. тщательно подготовить трассу ВЛ, выполнить расчистку просеки, удалив деревья или крупные ветви, мешающие установке опор, раскатке и регулировке проводов;
2. при сооружении ВЛ взамен пришедшей в негодность по той же трассе конструкции старой линии должны быть демонтированы до начала установки новых опор;
3. принять меры для исключения повреждения изолирующего покрытия проводов при их раскатке и регулировке, исключить касание земли, бетонных и металлических конструкций, крупных ветвей деревьев;
4. раскатку проводов производить под тяжением;
5. монтаж проводов рекомендуется поручать специально обученным бригадам строительно-монтажных или эксплуатационных организаций;
6. монтаж проводов и арматуры производить при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°С
7. строго соблюдать монтажные усилия и стрелы провеса при регулировке проводов, не допускать перетяжку проводов.
8. приемку осуществлять в процессе монтажа линии, а не когда линия уже построена.

Остановимся подробнее на некоторых этапах монтажа ВЛИ.

### 1. Раскатка СИП в анкерном пролёте

Предпочтительно, чтобы барабан был расположен вблизи опоры, на которой производится окончательная регулировка стрел провеса и тяжения. Это позволит излишки провода оставить на барабане. Барабан устанавливается на расстоянии от опоры равном, по меньшей мере, высоте опоры от поверхности земли. Раскатку производят без рывков под тяжением. Во время раскатки, СИП не должен касаться земли, металлических и бетонных конструкций. Скорость раскатки СИП не должна превышать 5 км/ч.

### 2. Натяжение и закрепление СИП в анкерном пролёте

В процессе натяжения и закрепления СИП в анкерном пролете выполняют установку анкерного зажима и закрепление СИП на первой анкерной опоре, натяжение СИП и закрепление его на второй анкерной опоре, закрепление СИП на промежуточных опорах. По монтажным таблицам в зависимости от температуры окружающего воздуха, марки, сечения СИП и расстановки опор в анкерном пролёте определяют величину усилия, с которым будет натягиваться несущая нулевая жила СИП. Допускается натягивать СИП с усилием, превышающим проектное значение не более чем на 5 %, учитывая удлинение СИП через несколько часов после окончания монтажа за счет освобождения от деформаций, возникших при намотке и хранении на барабане. Визуально (по стрелам провеса) оценивают качество натяжки СИП в анкерном пролете, после чего провод, как правило, до начала следующей смены оставляют "отвисеться".

### 3. Регулировка СИП

Измерение усилия в проводе осуществляется динамометром. Несоблюдение этого требования может привести к нарушению габаритов СИП или возникновению недопустимых нагрузок и воздействий на опоры ВЛИ. Подвеска СИП осуществляется с помощью крепежной арматуры, которая закрепляется только на несущую нулевую жилу (для магистральных СИП). В расчетах подвески СИП учитываются следующие климатические модели нагрузок рассчитанные по нормам применяемым в России:

1. Температура +40°С, ветер и гололед отсутствуют.
2. Температура -40° С, ветер и гололед отсутствуют.
3. Провода покрыты гололедом, температура -5° С, ветер отсутствует.
4. Скоростной напор ветра 26,5 даН/м<sup>2</sup> температура -5° С, гололед отсутствует.





5. Провода покрыты гололедом, температура  $-5^{\circ}\text{C}$ , скоростной напор ветра  $6,65\text{ даН/м}^2$ .

Какими бы не были климатические условия (скоростные напоры ветра, температура, налипание снега, гололедно-изморозовые отложения) усилие, прикладываемое к несущей нулевой жиле СИП не должно превышать  $700\text{ даН}$ . Тяжение при подвеске СИП на опорах В ЛИ  $0,38\text{ кВ}$  определяется по графикам (монтажным таблицам) в зависимости от длины пролета и расчетных параметров.

4. Установка зажима подвески на несущую нулевую жилу

Установка поддерживающего зажима ES 1500E на несущую нулевую жилу осуществляется вручную, монтажный инструмент при этом не требуется. Необходимо отделить несущую нулевую жилу от токопроводящих жил, используя отделительные клинья. Несущую нулевую жилу вложить в углубление поддерживающего зажима и закрепить провод в зажиме, нажимая с двух сторон на фиксатор. Проверить положение токопроводящих жил: они должны находиться под подвесным зажимом или перед ним. Скрепить провода стяжными хомутами на расстоянии примерно  $15\text{ см}$  по обе стороны от зажима. Вставить стяжной хомут в отверстие в поддерживающем зажиме и скрепить провода под зажимом.

5. Установка ответвительных анкерных зажимов.

Монтаж ответвлений от СИП магистрали к вводам в здание выполняют два электролинейщика. С бухты или катушки вручную отматывают СИП ответвления между опорой и зданием. Устанавливают анкерный зажим, поднимают провод на опору и навешивают анкерный зажим на крюк опоры или кронштейн. Другой электролинейщик поднимается к крюку или кронштейну, установленному на стене здания, натягивает провод ответвления, отмечает на нем место крепления второго анкерного зажима. Замерив расстояние от крюка или кронштейна до места соединения проводов ответвления с внутренней проводкой, электролинейщик секторными ножницами обрезает провод от бухты, устанавливает анкерный зажим и закрепляет на стене здания. На СИП накладывают стяжные хомуты, располагая их с обеих сторон анкерного зажима. Свободные торцы изолированных жил защищают колпачками во избежание попадания влаги внутрь жилы.

6. Монтаж герметичных зажимов с прокалыванием изоляции

Присоединение ответвлений с применением СИП выполняют с помощью специальных ответвительных зажимов. Выбор необходимой арматуры производят по проекту на монтаж ВЛИ. Соединение смонтированных проводов на опоре выполняет, как правило, один электролинейщик. Перед установкой зажима из СИП магистрали с помощью отделительных клиньев выделяют токопроводящую жилу или несущую нулевую жилу. Монтаж зажима происходит до момента срыва головки. Затяжка производится равномерно, без резких усилий. Не рекомендуется допускать значительных перекосов в местах контакта ключа и срывной головки. Герметичные зажимы не требуют срезания пластмассы с корпуса, чтобы поместить в него магистральные и ответвительные провода. При затягивании болта зубцы контактных пластин прокалывают изоляцию проводника и создают отличный контакт. Оптимальное усилие затягивания срывной головки зажимов фирмы НИЛЕД гарантирует надежный контакт и не повреждает жилу. При монтаже ответвлений с применением герметичных прокалывающих зажимов, изоляцию с проводов магистрали не удаляют. Не требуется специальный инструмент для поддержки зажима, не нужен динамометрический ключ, чтобы определять нормированные значения усилия затяжки болтов зажимов, устанавливаемых на провода. При демонтаже прокалывающих зажимов места прокола изоляции СИП должны изолироваться изолирующей мастикой SCT 20. Повторное применение герметичных зажимов с одновременной затяжкой не допускается.

7. Монтаж влагозащищённых ответвительных зажимов

Влагозащищённые ответвительные зажимы обеспечивают электрический контакт проводников прокалыванием изоляции на проводе магистрали и снятием изоляции с провода ответвления. В верхней части зажима головка болта срывается, а в нижней затягивается нормированным усилием. Предназначены для алюминиевых и медных проводов. Допускается вторичный монтаж провода ответвления. Для ответвления провода сечением  $2,5\text{ мм}^2$  необходимо удвоить этот провод, сложив его вдвое до того как поместить внутрь клеммы зажима P 71 или P 72.

8. Применение соединительных зажимов типа MJPT и MJPB.



Зажимы применяются для соединения фазных проводов, а также несущего нулевого провода в пролете. Соединения с СИП в пролете при помощи ответвительных зажимов невозможно. Некоторые производители рекомендуют соединять СИП при помощи ответвительных зажимов в шлейфах на опорах, но это приводит, во-первых, к удорожанию линии, т.к. прокалывающие зажимы дороже соединительных, а во-вторых, остаются лишние куски СИП, которым в дальнейшем будет трудно найти применение. Поэтому, для ответвления СИП рекомендуется применять ответвительные зажимы, а для СИП соединения — соединительные зажимы.

### 9. Характерные ошибки, допускаемые при монтаже СИП

В некоторых случаях при монтаже линий с изолированными проводами имеют место недостатки и нарушения, на которые следует обратить особое внимание. Некоторые строители выполняют работы с СИП так же, как на ВЛ с неизолированными проводами, не уделяется особого внимания важности сохранения целостности изоляции проводов, обязательности использования инструмента и приспособлений, специально предназначенных для монтажа и ремонта СИП. Например, СИП раскатываются не по специальным роликам, а по земле. Встречаются случаи повторного монтажа ответвительных зажимов, электрический контакт в которых обеспечивается прокалыванием изоляции проводников. Демонтаж зажимов возможен, но повторное их применение не допускается. Вторичный монтаж зажимов может привести к прекращению электроснабжения потребителей из-за высокого переходного электрического сопротивления контакта в ответвительных зажимах между проводами магистрали и ответвления к вводу. Если необходимо, то вторичный монтаж возможен на ответвлении с помощью зажимов типа Р 71, Р 72, Р 151. Эти зажимы обеспечивают надёжный электрический контакт при прокалывании изоляции провода магистрали и удалении изоляции с ответвительного провода. Для монтажа СИП 2А применяются анкерные зажимы, которые требуют снятия изоляции с несущей нулевой жилы, в последствии это приводит к коррозии ВЛИ. Часто допускается монтаж анкерных зажимов DN 123 с нескрученными проводами ввода. У соединительных зажимов типа MJPT не спрессовываются стальные кольца, которые предназначены для обеспечения герметичности контакта.

При ответвлении СИП от неизолированных проводов следует стальной щёткой удалить с неизолированного провода окись алюминия и нанести смазку на неизолированный участок провода в месте установки зажима для предотвращения повторного образования окисной пленки. Для уличного освещения используют два зажима Р 6 вместо трех, вставляя два провода по 1,5 мм<sup>2</sup> со стороны ответвления. Герметичность контактного соединения в этом случае не может быть обеспечена.

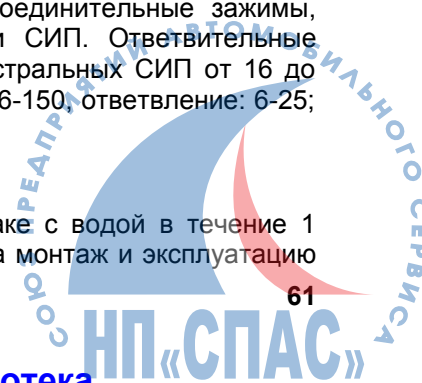
Зачастую используются монтажные приспособления, не предназначенные для работы с СИП, в первую очередь, металлические раскаточные ролики без специального полимерного покрытия, монтажные зажимы для неизолированных проводов. Очень часто при раскатке СИП в длинных анкерных пролетах не используется вертлюг. Регулировка тяжения и стрел провеса выполняется, зачастую, без динамометра. Вместо специально разработанного для ВЛИ комплекта переносного заземления М6D и МАТ, применяют переносные заземления для неизолированных проводов, а это является нарушением технологии эксплуатации ВЛИ выполненных СИП. В настоящее время на российском рынке присутствует большой ассортимент арматуры и инструмента для монтажа ВЛИ 0,38-35 кВ различных производителей. Учитывая многолетний опыт комплектации объектов энергетики и электрификации, Компания «БЭСТЭР» рекомендует использовать арматуру и инструмент производства ООО «НИЛЕД» и ЗАО ПКО «АСТОН-ЭНЕРГО». Продукция этих производителей отвечает самым высоким современным требованиям и позволяет получить существенную экономию при комплектации и строительстве ВЛИ. Технические особенности арматуры фирмы «НИЛЕД»

#### 1. Универсальность

Линейная арматура фирмы НИЛЕД (прокалывающие зажимы, соединительные зажимы, наконечники и другие приспособления) подходит под все конструкции СИП. Ответвительные прокалывающие зажимы перекрывают в магистрали весь диапазон магистральных СИП от 16 до 150 мм<sup>2</sup> (Р6 - магистраль: 16-150, ответвление: 1,5-6; Р645 - магистраль: 16-150, ответвление: 6-25; Р95 - магистраль: 16-150, ответвление: 16-95).

#### 2. Надежность. Ответвительные герметичные зажимы.

Испытания на прочность изоляции зажимов осуществляется в баке с водой в течение 1 минуты действующим значением напряжения 6 кВ. Зажимы рассчитаны на монтаж и эксплуатацию



при низких температурах (монтаж до -20оС, эксплуатация до -50оС). Коррозионная стойкость металлических деталей испытывается в камере соляного тумана и камере влажного газа SO<sub>2</sub>. Контактные пластины зажимов НИЛЕД имеют пирамидальную форму, что обеспечивает устойчивый электрический контакт и исключает попадания воды в провод. Монтаж ответвительных зажимов фирмы «НИЛЕД» не влияет на уменьшение механической прочности фазного и нулевого провода. Усовершенствованная герметичная прокладка позволяет отказаться от применения смазки на контактных поверхностях. Все герметичные зажимы имеют срывную головку 13 мм (допускается применение любого гаечного или накидного ключа 13 мм). Болт со срывной головкой не имеет контакта с токоведущим проводником, поэтому возможен монтаж под напряжением. Срок службы зажимов данного класса, не менее 40 лет.

### 3. Удобство монтажа

Арматуру НИЛЕД удобно монтировать не только с вышки, но и с опоры, так как зажимы находятся в открытом положении, это облегчает его соединение с проводом. При монтаже зажимов НИЛЕД не требуется применять держатели зажимов и динамометрический ключ, а также срезать с корпуса зажима пластмассу, чтобы поместить в зажим магистральный и ответвительный провод. Зажимы легко удерживаются в руке, что позволяет сорвать срывную головку обеспечив надежный электрический контакт и не повредив провод.

### 4. Сохранение магистральной линии.

Одно из главнейших задач при проектировании и строительстве ВЛИ является сохранение магистральной линии, т.е. всех её составляющих. Поэтому линейная арматура разработана таким образом, чтобы при механических нагрузках превышающих прочность опоры или СИП, разрушались отдельные элементы ограниченной прочности в линейной арматуре. Например: поддерживающий зажим PS 1500 LM+E, - при нагрузке свыше 1500 кг. разрушается подвижное звено LM+E.

При выборе конструкции СИП 2 или СИП 2А и арматуры выполненной с элементами ограниченной прочности исключается обрыв несущего нулевого провода выполненного из сплава в случае падения опоры или падения дерева на линию.

Службе эксплуатации нужно будет заменить отдельные элементы в линейной арматуре и поднять провод СИП 2 или СИП 2А с земли на опору, что с экономической точки зрения дешевле, чем восстанавливать упавшую опору или порванный провод.

Таким образом, основными условиями обеспечения высоких эксплуатационных качеств ВЛИ являются: рабочий проект, выполненный с глубокой вариантной проработкой на основе инженерных изысканий;

использование при строительстве сертификационных опор, СИП, линейной арматуры и других конструкций и материалов заводского изготовления;

выполнение строительно-монтажных работ в строгом соответствии с проектными решениями, с безусловным соблюдением технологии строительства ВЛИ. В этом случае линия обеспечивает высокие эксплуатационные показатели в течение всего срока службы и требует минимальных затрат на ремонтно-эксплуатационное обслуживание.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. ГОСТ-Р 52373-2005 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия».

[2]. Правила устройства электроустановок. -- 7-е изд. - М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

[3]. М.К. Каменский, Г.И. Мещанов, Ю.В. Образцов. Провода изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Основные параметры и эксплуатационные свойства. ОАО ВНИИКТ2005.

[4]. Рекомендации по применению самонесущих изолированных проводов на воздушных линиях 0,38 кВ. ООО «НИЛЕД», 2005

Источник: <http://www.bester54.ru/>



## «Монтаж воздушной линии с самонесущими изолированными проводами (СИП)»



В книге Вы найдете подробное описание всех этапов монтажных работ при монтаже воздушной линии с самонесущими изолированными проводами, примеры реализации ВЛ и их участков и элементов с применением СИП в разных местах и регионах и странах, аналитическую статью "Внедрение СИП в Великобритании", методику расчета параметров подвеса СИП, которую рекомендует компания "NEXANS" для своего провода "Торсада".

Книгу «Монтаж воздушной линии с самонесущими изолированными проводами (СИП)» можно скачать здесь:

<http://www.electrolibrary.info/main/montagyli.htm>

## Комплектные распределительные устройства: требования и тенденции

Комплектные распределительные устройства (КРУ) напряжением 6, 10 и 35 кВ являются важнейшими элементами систем электроснабжения и во многом определяют надежность электроснабжения потребителей. Сегодня на энергетическом рынке России представлено достаточное количество разнообразных распределительных устройств, в ряде случаев значительно отличающихся друг от друга. Общее количество заводов, производящих распределительные устройства, превышает шесть десятков. Их продукция во многом схожа. Но в то же время все представленные на российском рынке шкафы КРУ отличаются друг от друга. Условно КРУ общепромышленного назначения можно разделить на следующие группы:

- «тяжелые» КРУ на номинальные токи свыше 1600 А и номинальные токи отключения до 50 кА, используемые на электростанциях, предприятиях по переработке нефти и газа, предприятиях тяжелой промышленности и железных дорогах;
- «стандартные» КРУ и КСО на номинальные токи 1000–1600 А и номинальные токи отключения до 31,5 кА, используемые на предприятиях нефте- и газодобычи, легкой промышленности, транспорта, машиностроения и в центрах питания распределительных сетей;
- «облегченные» КРУ на номинальные токи до 1000 А и номинальные токи отключения до 20 кА, используемые на РП и ТП распределительных сетей.
- Для того, чтобы правильно выбрать ячейку КРУ, необходимо проанализировать ее по следующим требованиям:
- функциональные требования;
- требования надежности;

- требования безопасности;
- требования технического обслуживания;
- требования гарантийного обслуживания;
- требования утилизации;
- требования автоматизации;
- требования эргономичности;
- экономические требования.

Рассмотрим более подробно каждое из этих требований.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Под этим понятием подразумевается соответствие параметров и схем КРУ требованиям потребителей на различных объектах их возможного применения. В большинстве случаев они определяются проектными решениями.

Принято выделять следующие основные параметры КРУ:

- класс напряжения;
- наибольшее рабочее напряжение;
- номинальный ток сборных шин;
- номинальный ток главных цепей;
- номинальный ток отключения, встроенного
- в КРУ выключателя;
- ток термической стойкости;
- номинальный ток электродинамической
- стойкости.

Величина параметров должна соответствовать значениям ГОСТ 14693. Это обеспечит безотказное функционирование шкафов КРУ в рабочих режимах эксплуатации.

### ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Показатели надежности характеризуются вероятностью безотказной работы самого шкафа КРУ и комплектующего его оборудования. Вместе с тем сама надежность определяется другими факторами. Наиболее важные из них – способность КРУ выдерживать электрические, механические и климатические воздействия в процессе эксплуатации. Уровень требований определяется условиями эксплуатации. В каждом конкретном случае они могут значительно отличаться друг от друга. Но в целом зависят от вида электрической сети и климатических условий региона.

Рассмотрим электрические воздействия на КРУ.

Шкафы КРУ и встроенное в них оборудование должны быть устойчивы к грозовым воздействиям. Устойчивость шкафов КРУ к этому воздействию определяется уровнем испытательного грозового импульса, скоординированного с уровнем остающегося напряжения защитных аппаратов.

Шкафы КРУ и встроенное в них оборудование должны выдерживать внутренние перенапряжения сети. Нормы проектирования распределительных сетей России не предполагают ограничение внутренних перенапряжений. В связи с этим требования по уровню испытательных напряжений (кратковременное одноминутное напряжение) должны обеспечивать работоспособность оборудования при любом виде электрических воздействий со стороны сети. В этих требованиях также учтено возможное снижение электрической прочности изоляции за счет процессов электрического старения.

Использование в электрических сетях шкафов КРУ с меньшим уровнем испытательных напряжений для достижения необходимого уровня надежности требует контроля уровня частичных



разрядов изоляции КРУ и специальных дополнительных мероприятий по ограничению внутренних перенапряжений. В противном случае нельзя гарантировать высокую безотказность работы в течение срока службы оборудования.

Соответствие КРУ и его компонентов климатическим условиям не менее важны с точки зрения надежности работы оборудования. Актуальность этого вопроса обусловлена тем, что в последнее время в связи с появлением нового оборудования требования по климатическим условиям эксплуатации во многих случаях не выполняются. А это может привести к серьезным последствиям, особенно в период зимних холодов.

Соответствие КРУ и его компонентов климатическим условиям, определяемых эксплуатационными помещениями, гарантирует надежную работу оборудования. Требования по уровню механических воздействий менее критичны, чем климатические воздействия и электрические. Но на них необходимо обращать внимание при установке КРУ на общих фундаментах с мощными вращающимися машинами, вблизи путей железнодорожного транспорта или горнодобывающих предприятий. Наиболее чувствительным компонентом КРУ к механическим воздействиям является привод силовых коммутационных аппаратов. Поэтому очень важно подбирать выключатель КРУ, соответствующий механическим эксплуатационным воздействиям.

На надежность функционирования КРУ влияет механический и коммутационный ресурс коммутационных аппаратов и подвижных частей КРУ. Чем выше ресурсные показатели компонентов и подвижных частей КРУ, тем выше и общая надежность.

Очень актуальным является устойчивость систем РЗА, систем АСУ ТП и АСКУЭ к электромагнитным воздействиям. Данные требования регламентируются соответствующими ГОСТами. Применение устройств РЗА, удовлетворяющих наиболее жестким требованиям по ЭМС, обеспечит надежную работу КРУ в целом.

Существует ряд конструктивных особенностей, снижающих или повышающих надежность. Сегрегация отсеков КРУ снижает масштабы повреждения при возникновении аварийных ситуаций. Наличие защитной перегородки между линейным и кабельным отсеками КРУ снижает вероятность проникновения дуги из одного отсека в другой.

Подводя итог, можно сказать, что надежность КРУ определяется надежностью работы всех без исключения элементов в условиях электрических, электромагнитных, климатических и механических воздействий.

### ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Это качество характеризуется в первую очередь соответствием КРУ техническим регламентам по безопасности (заземление, нормирование переходных сопротивлений и другие). Дополнительными факторами, повышающими уровень безопасности эксплуатации КРУ, являются:

- развитая система блокировок, исключающая неправильное манипулирование коммутационными аппаратами и дверьми КРУ;
- наличие мнемосхемы на фасадной панели КРУ;
- исключение ручного управления коммутационными аппаратами и выдвижным элементом (дистанционное управление работой КРУ с помощью электроприводов);
- использование металлических, заземленных защитных шторок и перегородок;
- исключение барьерной изоляции, особенно в шторочном механизме;
- применение систем индикации напряжения на шинах и кабельных вводах;
- локализационная способность отсеков КРУ;
- наличие дуговой защиты;
- вывод разгрузочных клапанов сброса давления;
- использование пожаробезопасного оборудования КРУ;
- использование экологически безопасных элементов КРУ.

### ТРЕБОВАНИЯ ОПЕРАТИВНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ



К этой группе требований относятся свойства КРУ, обеспечивающие ремонтпригодность и обслуживаемость шкафов в течение всего срока службы. К ним можно отнести:

- доступность и удобство работы с устройствами РЗиА;
- доступность ко всем компонентам и аппаратам КРУ при одностороннем обслуживании;
- использование выкатных элементов для ТН и ТСН;
- простота демонтажа защитных перегородок отсеков КРУ;
- дружественный интерфейс органов управления КРУ;
- объем и период технического контроля компонентов КРУ (указывается в РЭ на КРУ);
- объем и период технического обслуживания компонентов КРУ (указывается в РЭ на КРУ);
- объем и период текущего и периодического ремонта КРУ (указывается в РЭ на КРУ);
- наличие встроенных устройств местной или дистанционной диагностики изоляции КРУ;
- наличие устройств местной или дистанционной диагностики приводов силовых выключателей;
- наличие диагностики контактных соединений;
- наличие диагностики работы РЗиА.

По величине объема и периода технического контроля, обслуживания и ремонта можно и необходимо оценить трудозатраты на поддержание шкафов КРУ и его компонентов в технически исправном состоянии.

### ТРЕБОВАНИЯ ГАРАНТИЙНОГО И СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Эти требования косвенно характеризуют надежность работы шкафов КРУ и гарантийные или сервисные обязательства производителя или поставщика по поддержанию шкафов КРУ в работоспособном состоянии. Наиболее важными являются:

- гарантийный срок эксплуатации КРУ;
- гарантийный срок эксплуатации основных компонентов (силовой выключатель, РЗиА, ТТ, ТН, ТСН);
- срок закрытия рекламации шкафов КРУ и его компонентов;
- наличие или отсутствие региональных сервисных центров;
- ответственность производителя КРУ за применяемые компоненты;
- способ доставки рекламационных узлов (доставка производителя или самовывоз заказчика);
- условия по монтажу рекламационных компонентов;
- условия послегарантийного обслуживания;
- условия наступления ответственности производителя или поставщика по гарантийным обязательствам;
- возможность приобретения узлов и комплектующих конкретного КРУ на протяжении всего срока эксплуатации;
- возможность технической и сервисной поддержки КРУ, снятых с производства.

Пакет гарантийных услуг производителя или поставщика очень важен для оценки трудозатрат заказчика при наступлении гарантийного случая.

### ТРЕБОВАНИЯ УТИЛИЗАЦИИ КРУ

К этим требованиям относятся объем работ по утилизации шкафа КРУ и его компонентов:

- наличие и объем содержания драгоценных металлов в шкафу и его компонентах;
- наличие канцерогенных и химически активных сред в компонентах КРУ;

- наличие или отсутствие специальных мероприятий по утилизации шкафов КРУ.

#### ТРЕБОВАНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

К данным требованиям относится набор свойств распределительного устройства, позволяющих строить автоматические или автоматизированные системы управления технологическими процессами электроснабжения:

- набор устройств систем АСКУЭ, устанавливаемых в данное КРУ;
- набор устройств телеуправления, устанавливаемых в данное КРУ;
- набор устройств телеизмерений и телеиндикаций, устанавливаемых в КРУ;
- наличие или отсутствие систем регистрации аварийных режимов;
- наличие системы дистанционной диагностики основных узлов КРУ.

#### ТРЕБОВАНИЯ ЭРГОНОМИЧНОСТИ

К ним относится совокупность свойств, определяющих удобство оперативного обслуживания шкафов КРУ:

- тип выдвижного элемента (кассетный или выкатной);
- доступность органов управления КРУ и простота их управления;
- условия доступа к измерительным трансформаторам (ТТ, ТН, ТТНП) для проведения поверочных работ.
- условия доступа к концевым муфтам кабельных линий;
- объем монтажных и пусконаладочных работ;
- количество видов встраиваемых коммутационных аппаратов;
- количество видов встраиваемых систем РЗиА.

#### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Экономические требования во многом являются определяющими при решении потребителя в приобретении данного распределительного устройства. К ним относятся:

- стоимость КРУ;
- условия оплаты;
- срок изготовления;
- условия доставки;
- стоимость монтажа;
- стоимость пусконаладочных работ;
- стоимость текущего контроля обслуживания и ремонта на протяжении всего срока службы (дисконтированная стоимость эксплуатации КРУ);
- стоимость демонтажа и утилизации ячеек КРУ.

Совокупность экономических показателей определяет общие затраты потребителя на конкретное распределительное устройство.

Рассмотренные требования позволяют потребителю сформировать собственные подходы к выбору нужного типа КРУ на основе выбора приоритетов по каждой группе потребительских свойств.

Сделанный анализ не претендует на всеобщность и может быть значительно расширен по каждой группе требований в зависимости от конкретных условий эксплуатации. Хотелось бы порекомендовать потенциальным потребителям внимательно относиться к формированию требований к КРУ с учетом долгосрочного срока их эксплуатации.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

В заключение хотелось бы остановиться на основных тенденциях в области КРУ-строения.

1. Расширение номенклатуры существующих серий КРУ в направлении развития:

- сетки схем первичных и вторичных соединений;
- создания КРУ на классы напряжения 20 и 35 кВ;
- создания КРУ на высокие токовые номинальные показатели (3150 А и 4000 А номинального тока и 50 кА тока отключения).

2. Разработка необслуживаемых КРУ для снижения издержек в течение всего срока эксплуатации.  
3. Повышение уровня надежности КРУ за счет конструктивных решений и применения более надежного комплектующего оборудования.

4. Повышение безопасности КРУ за счет исключения человеческого фактора при оперативном управлении и техническом обслуживании (исключение ручного управления КРУ, дистанционная диагностика основных элементов, дистанционный технический контроль, увеличение межремонтных периодов и многое другое).

5. Наблюдается незначительная тенденция в снижении габаритных размеров. Но в этом направлении существуют серьезные ограничения. Снижение габаритов в общем случае снижает показатели надежности, показатели обслуживания и ремонта, показатели безопасности.

6. Отказ от газовой изоляции и преимущественное использование воздушной (не стареющей и самовосстанавливающейся) изоляции КРУ.

7. Повышение уровня дизайна и эргономичности шкафов КРУ.

В целом можно предположить, что революционных технических решений в области КРУ строения не предвидится. Более того, будет наблюдаться сближение технических решений у различных производителей и, как следствие, повышение ценовой конкуренции на рынке КРУ-строения.

Материал подготовил специальный обозреватель журнала «Энергоэксперт» СЕМЕНОВ А. С.

Источник: <http://www.bester54.ru/>

## **Новые технические решения КРУ 6(10) кВ**

*Главный редактор системы iElectro к.т.н. Акимов Е.Г.*



Комплектные распределительные устройства (КРУ) 6(10) кВ являются наиболее востребованными на рынке электротехники. Вот почему появление новых разработок в этой области ожидаемо и прогнозируемо.

Рассмотрим ряд технических решений ведущих производителей КРУ: ПО «Электротехника», ЗАО «Электронмаш» и ГК «Техэнергокомплекс».

Производственное объединение «Элтехника» продолжает обновлять линейку КРУ на 6(10) кВ. Ее новые разработки КРУ «Волга» и моноблок КРУ 6(10) кВ «Онега-М».

КРУ «Волга» предназначено для работы в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 6(10) кВ, с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью.

Главная особенность КРУ «Волга» 6(10) кВ – модульная конструкция. Каждая ячейка КРУ состоит из нескольких функциональных модулей, сборка которых осуществляется на специализированных технологических линиях, что существенно повышает качество модулей и изделия в целом.



Прогрессивная компоновка выкатного элемента КРУ, применение современных устройств РЗА и АСУТП, оригинальные конструкторские решения, обеспечивающие безопасность персонала при эксплуатации и удобство в обслуживании кабелей, позволяют создавать на базе КРУ «Волга» распределительные устройства для самых ответственных объектов. В КРУ «Волга» предусмотрены все необходимые блокировки, элементы системы дуговой защиты, а также ряд устройств и конструктивных решений, которые гарантируют безопасность при эксплуатации оборудования.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Номинальное напряжение, кВ	6; 10
Номинальный ток, А	
главных цепей КРУ	630; 1000; 1250; 2000; 2500; 3150
сборных шин	1000; 1250; 2000; 2500; 3150
Номинальный ток отключения силового выключателя, кА	20; 25; 31,5
Ток термической стойкости при длительности протекания 3 с, кА	20; 25; 31,5
Ток электродинамической стойкости, кА	51; 64; 81
Номинальные напряжения цепей управления и сигнализации, В:	
при постоянном токе	110; 220
при переменном токе	100; 220
цепей освещения	24
Коммутационный ресурс силового выключателя, циклов В-тр-О, не менее	
при номинальном токе главных цепей	25000
при номинальном токе отключения	100
Габариты ячейки КРУ (Ш x Г x В), мм:	
на номинальные токи 630; 1000; 1250 А	600 x 1500 x 2300
на номинальные токи 2000; 2500; 3150 А	1000 x 1500 x 2300
Срок службы до списания, лет, не менее	25
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP31

Моноблок КРУ 6(10) кВ «Онега-М» – компактное комплектное распределительное устройство, предназначенное для работы в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 6(10) кВ, с изолированной или заземленной через резистор или дугогасительный реактор нейтралью.



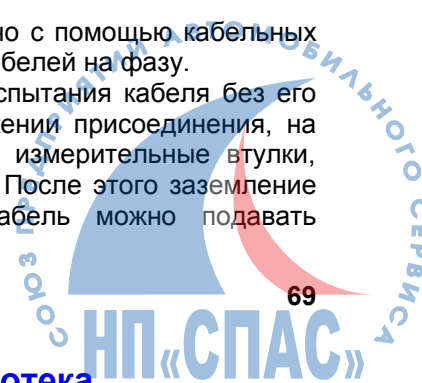
Повышенная надежность моноблока «Онега-М» обеспечена особенностями его конструкции: внутренняя ошиновка и контактные присоединения главных цепей моноблока изолированы, силовые кабели отходящих линий подключаются с помощью кабельных адаптеров, отсеки подключения кабельных линий отделены от силовых цепей и друг от друга.

Расходы на эксплуатацию моноблока снижены за счет применения элегазовых коммутационных аппаратов, не требующих технического обслуживания в течение всего срока службы – 25 лет.

Съемная боковая панель магистральных шин дает возможность расширять функциональность объекта.

Кабель сечением жилы от 95 до 300 мм<sup>2</sup> подключается фронтально с помощью кабельных адаптеров. Размеры кабельного отсека позволяют подсоединять до двух кабелей на фазу.

Конструкция адаптеров позволяет производить высоковольтные испытания кабеля без его отсоединения от распределительного устройства. В заземленном положении присоединения, на кабельные адаптеры, к которым подсоединен кабель, устанавливаются измерительные втулки, имеющие стержневой вывод для подключения испытательной установки. После этого заземление линии снимается с помощью деблокирующего устройства и на кабель можно подавать испытательное напряжение.





В моноблоке «Онега-М» предусмотрена многоуровневая система безопасности.

### ПРЕИМУЩЕСТВА

- Высокий коммутационный ресурс аппаратов, применяемых в «Онега-М».
- Аппараты встраиваются в устройство отдельно, по принципу модульной системы.
- Гибкость при построении схем РУВН: возможно конфигурирование различных функций РУВН при незначительном увеличении высоты моноблока и уменьшении его ширины.
- Набор возможных блокировок, включая использование навесных замков, шире, чем у моноблоков прочих производителей.
- Возможна организация кабельного вывода на трансформатор, как в нижней, так и в верхней части моноблока.
- Устройство релейной защиты обеспечивает отключение выключателя без оперативного тока.
- В составе моноблока применяются изделия только отечественного производства.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Номинальное напряжение, кВ	6; 10
Номинальный ток главных цепей, А	630
Номинальный ток сборных шин, А	630
Номинальный ток силовых выключателей, А	1000
Ток электродинамической стойкости, кА	51
Ток термической стойкости длительностью 3 с, кА	20
Номинальный ток отключения силовых выключателей, кА	20
Срок службы до списания, лет, не менее	25
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP31



ЗАО «Электронмаш» предлагает комплекты распределительные устройства КРУ «ELTEMA», предназначенные для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц напряжением 6(10) кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью.

КРУ применяются в качестве распределительных устройств напряжением 6(10) кВ, трансформаторных подстанций 110/35/6-10 кВ, 110/6-10 кВ, 35/6-10 кВ и 6-10/0,4 кВ, а также в распределительных пунктах.

КРУ предназначены для работы внутри помещений при следующих условиях:

- высота над уровнем моря до 1000 м,
- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха не выше +40°C.
- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха не ниже -5°C.
- относительная влажность воздуха 98% при температуре плюс 25°C.
- тип атмосферы II по ГОСТ 15150-69.
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металл.

КРУ может быть установлено в помещениях с температурой окружающего воздуха не ниже

## Электронный журнал “Я электрик!” Выпуск #17 (октябрь 2009 г.)

-25°С. В этом случае в шкафах КРУ предусматривается установка автоматических антиконденсатных нагревательных элементов, обеспечивающих нормальные температурные условия работы комплектующей аппаратуры. КРУ могут устанавливаться в контейнерах, оборудованных системой обогрева и вентиляции. КРУ соответствуют требованиям ГОСТ 14693-90, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.4-75, МЭК 298 и 694. Отличительные особенности разработки (на примере шкафа КРУ с конденсаторной батареей мощностью 900 квар):

- Широкий диапазон номинальных параметров (номинальные токи 630-3150 А, токи отключения 20-40 кА;
- Разветвленная сетка схем главных цепей с возможностью установки ТСН и КБ в ряду шкафов КРУ стандартного габарита;
- Возможность установки двух групп ТН в пределах одного шкафа;
- Изолированные отсеки (отсек выдвижного элемента, отсек присоединений, отсек сборных шин и вспомогательных цепей) как в пределах одного шкафа КРУ, так и относительно других шкафов;
- Конструкция заземляющего разъединителя делает невозможным самопроизвольное замыкание заземляющих ножей и позволяет визуально контролировать положение ножей;
- Увеличенный отсек присоединений, обеспечивающий удобство подключения кабелей и проведения регламентных работ;
- Установка ТТНП в отсеке присоединений;
- Возможность изготовления шкафов одно и двустороннего обслуживания.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение, кВ	6.0; 10.0
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7.2; 12.0
Номинальный ток сборных шин, А	630; 1000; 1250; 1600; 2500; 3150
Номинальный ток главных цепей, А	630; 1000; 1250; 1600; 2500; 3150
Номинальный ток отключения выключателей, встроенных в КРУ, кА	12,5; 20; 25; 31,5; 40; 50
Ток электродинамической стойкости (амплитуда), кА	до 128
Ток термической стойкости, кА	20; 25; 31.5; 40; 50
Время протекания тока термической стойкости, с:	3
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В	до 220***
Габаритные размеры шкафов, мм: ширина глубина высота	750; 900*; 1000** 1400 2100 - 2400****
Масса, кг	от 480

\* Шкафы на номинальный ток 2500 А с током отключения до 31,5 кА;

\*\* Шкафы на номинальный ток 3150 А (ток отключения до 31,5 кА) и с током отключения до 50 кА;

\*\*\* Любое стандартное напряжение постоянного, переменного или выпрямленного тока;

\*\*\*\* В зависимости от высоты отсека вспомогательных цепей (возможен увеличенный канал для вспомогательных цепей).

КРУ «ELTEMA» применяются для комплектования распределительных устройств среднего напряжения во всех



областях получения, передачи и распределения электроэнергии:

- нефтехимическая отрасль;
- целлюлозно-бумажная и горно-рудная промышленность;
- металлургия и машиностроение;
- объекты ТЭЦ и энергетический сектор;
- аэропорты;
- портовые сооружения;
- бизнес-центры, социальные и административные здания.

Группа компаний «Техэнергокомплекс» начала выпуск комплектного распределительного устройства серии КС-10 (аналог D-12 Р)

Устройство КРУ применяется в качестве распределительных пунктов городских и промышленных подстанций (мощностью силового трансформатора до 1000 кВА) для электрических сетей промышленности, сельского хозяйства, электрических станций и электрификации железнодорожного транспорта.

КРУ изготавливаются по индивидуальным заказам, в которых оговариваются количество и взаимное расположение шкафов КРУ в подстанции, схемы главных и вспомогательных цепей каждого шкафа КРУ и другие технические характеристики шкафов, выдвижных элементов, схем управления.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	10,0
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12,0
Номинальный ток отходящих фидеров, А	630; 1000; 1600; 2000; 2500; 4000
Номинальный ток сборных шин, А	1000; 1600; 2000; 2500; 4000
Номинальный ток трансформаторов тока, А	50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500; 2000; 2500; 4000
Номинальный ток вакуумных выключателей, А	630; 1250; 1600; 2000; 2500; 4000
Номинальный ток отключения вакуумных выключателей, кА	20
Ток термической стойкости, в течение 3 с, кА	20
Механический ресурс, кол-во операций включения-отключения	50000
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В: -постоянного тока -переменного тока -освещения	110; 220 220 24
Габаритные размеры, мм -высота -ширина -глубина	2350 650;750;900 1200;1300

Конструктивные особенности

- Относительно малые габариты шкафов
- Использование контактов типа "тюльпан"
- Конструкция шкафов собрана из оцинкованных деталей с помощью тяговых заклепок



## Электронный журнал «Я электрик!» Выпуск #17 (октябрь 2009 г.)

- Оперативное управление выкатными элементами производится при закрытых дверях шкафов
- Изъятие и установка выкатных элементов в шкафы производится с использованием инвентарной тележки
- Надежные блокировки предотвращающие ошибочные действия
- Удобство и безопасность в обслуживании и эксплуатации
- Возможность визуального контроля положения заземлителя
- Обслуживание вторичных цепей трансформатора тока из отсека вакуумного выключателя.

Предлагаемые новые разработки КРУ 6(10) кВ отличает повышенный ресурс работы коммутационных аппаратов, применение модульных конструкций, усиленная система защиты, обеспечивающая повышенную безопасность. На ряде разработках используется только отечественная коммутационная аппаратура (ПО «Элтехника»).

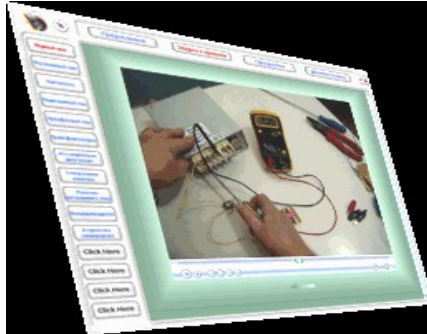
Источник: <http://www.ielectro.ru/>



Мультимедийный курс  
по электротехнике и основам электроники

## «В мир электричества - как в первый раз!»

*является теоретическим и практическим пособием  
для новичков и «подзабывших» профи*



Видео уроки практических работ с **Flash & Gif анимацией**, с тестами и комментариями с экрана (более 8 часов видео!).

Мультимедийный диск размером **4GB** с максимальным сжатием объема при учтённой минимальной потере качества видео

**Простота в изучении при минимальных затратах времени на усвоение материала !!!**

**Что-бы узнать подробности**

**[Кликайте сюда](#)**





Главный редактор бесплатного [электронного электротехнического журнала «Я электрик!»](#)



Повный Андрей Владимирович

Преподаватель Гомельского государственного политехнического колледжа

С 2005 года создаю и продвигаю сайты электротехнической тематики.

Автор почтовой рассылки [«Электротехническая энциклопедия»](#), ряда статей, публикаций и электронных книг.

**Мои авторские электронные книги:**



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

Электронная книга **«Все, что каждый квалифицированный электрик должен знать про электромагнитные реле, пускатели и контакторы»** написана на основе моих статей, опубликованных ранее на сайте [«Школа для электрика»](#) и блоге белорусского электротехнического портала [«Электромост»](#).

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

Скачать эту электронную книгу можно, перейдя по ссылке

<http://www.electrolibrary.info/books/contactors.htm>





## «Интернет для электрика»

Где найти в Интернете специалисту-электрику узкотематическую информацию. Серия "Путеводитель по электротехническому Интернету".

В книге освещаются вопросы поиска и применения информации в Интернет в электротехнике и электроэнергетике. Фактически книга "Интернет для электрика" - это справочник по информационным электротехническим ресурсам как русскоязычного, так и англоязычного Интернета.

Эта книга рассчитана, как на новичков, так и на профессионалов.

Скачать электронную книгу "Интернет для электрика" можно здесь:

<http://www.electrolibrary.info/main/webelectrik.htm>

### Контакты

Связаться со мной просто:

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

WWW: <http://electrolibrary.info>

