

Особенности электротехники

Руководители все чаще гораздо больше **платят за устранение аварий**, чем требовалось бы для недорогой профилактики оборудования (протягивание контактов, чистка, покраска...).

Перегрев трансформатора подстанции – легкий способ остановить фирму на месяц-полтора, т.к. замена трансформатора обычной подстанции отнимает обычно столько времени.

Как правило, ни у одного поставщика (ЭТМ, Русский Свет, Минимакс, Аркада) качественных трансформаторов для подстанций в наличии нет – вещь недешевая, а гарантийный срок ограничен.

Поставка качественного трансформатора осуществляется 4-5 недель, т.к. заводы не работают на склад и группируют заказы строго по плану выпуска определенного вида продукции.

Замена трансформатора обойдется около миллиона рублей, но каковы будут потери от простоя производства и офиса, отсутствие всех удобств (воду ведь насос качает) и крушение отопления (а если мороз?)...?

Можно ли этому противостоять, чтобы избежать значительного ущерба?

Вполне. Но прежде проанализируем ситуацию.



Читайте далее:

Риски в электросети из-за ухудшения контактов (обзор)	стр.2
Обобщенная таблица типичных проблем в электрохозяйстве	стр.10
Универсальные решения на основе надежного оборудования	стр.11
Предложение о сотрудничестве в сфере электротехники	стр.20

20120630



Риски в электросети из-за плохих контактов

Разгадка тайны перегрева

Довольно часто, если заглянуть в щит, встречается множество подгоревших проводов.

Температура плавления меди – 1083°C, алюминия – 658°C. В чем причина того, что вдруг расплавляются взятые с запасом на гораздо больший ток толстые шины и проводники? Откуда берется столько энергии? Почему не срабатывают даже правильно спроектированные предохранители и автоматические выключатели?

Во-первых, выделяемое тепло квадратично пропорционально протекающему току и прямо пропорционально сопротивлению. Ухудшение контакта влечет увеличение сопротивления и увеличение выделяемого тепла, которое еще больше увеличивает окисление и ухудшение контакта, увеличение сопротивления и т.д., по нарастающей спирали, пока контакт не пропадет вовсе (после выгорания).

Во-вторых, при внимательном рассмотрении подгоревших проводов видно, что дело не в самом проводе, перегрев начинается в месте соединения, зажимных соединениях модульного оборудования, где при плохом контакте для расплавления меди и алюминия многопроволочных проводов вполне достаточно номинальной величины тока.

В чем же причины ухудшения контактов?

Другая форма провода

Силовой провод, как правило, круглый, а зажимы прямоугольные (плоские), в этом несоответствии и заключается основная проблема, часто проявляющая себя в перегреве проводов. Чтобы понять проблему круглой формы приложите, например, круглый штырь сетевой вилки к штемпельной подушке и затем приложите его к листу бумаги – увидите узкую полоску. Посмотрите внимательно на конструкцию розетки и убедитесь, что большинство розеток не пригодны для токов свыше 2А.

Теперь возьмите провод сечением, например, 4 кв. мм., зачистите изоляцию, покрасьте темным перманентным фломастером и зажмите в соединителе выключателя – на зажимах краской отпечатаются те места, где был контакт. Сопоставьте площадь сле-



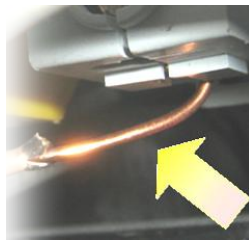
автор – Николай Кукушин

©All right reserved
May 2012



Ежегодно в РФ около 50000 пожаров вызваны нарушениями в электротехнике.

В большинстве проектов (ЭС, ЭО) нет автоматического контроля соединений и изоляции



Склад выдает одни компоненты, а монтируются другие, более дешёвые

Первое в мире УЗО – Deutsches Reich Patentschrift N552678 от 08.04.1928 фирма RWE. К сожалению, УЗО часто остается за гранью понимания его необходимости

Подделки не имеют множества важных функций

Большинство кабелей не допускают эксплуатации на улице

Гофрированная ПВХ-труба не защитит при пиролизе кабеля

Некоторые сантехсервисы предлагают клиентам электро-монтаж

Щит крупного завода в Великом Новгороде, 2011 год

дов отпечатков провода с его сечением и убедитесь, что соотношение в разы меньше.

Сечение самого провода может быть очень большим, но площадь контакта в зажиме останется крошечной, чего недопонимают многие электрики.

Проблема конструкции, судя по времени ее существования, не имеет легкого промышленного решения по множеству причин. Вероятно, поэтому американцы и азиаты используют сетевые вилки с плоскими, а не круглыми штырями.

Процесс перегрева кабеля почти всегда начинается именно в местах соединений.

Производители работают над улучшениями конструкции соединений, но в итоге часто получается ухудшение, ярким примером чему могут служить глубокие насечки на поверхностях зажимов, которые существенно уменьшают поверхность соединения. Винт соединителя не способен развить настолько мощное усилие, чтобы деформировать круглый проводник до плоского соприкосновения, чтобы увеличить площадь контакта до величины, сопоставимой с сечением провода.

Поэтому для увеличения площади контакта провода в зажиме необходима предварительная формовка круглого провода под поверхность зажима, как показано на рисунке.

На рисунке хорошо видно, что при сечении кабеля, например, 35 кв.мм площадь контакта будет составлять менее 7 кв.мм.!

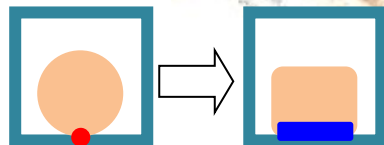
Теперь возьмите ПУЭ и сравните, какой ток допустим для провода с сечением 35 кв.мм. и для провода с сечением 7 кв.мм. Даже простейшая арифметика показывает отличие более чем в 4 раза.

Именно уменьшение площади контакта приводит к перегреву провода возле зажима, поскольку для нормального протекания электронов нужна большая площадь соприкосновения.

Владелец такого электрохозяйства несет существенные дополнительные издержки, связанные с потерями мощности на обогрев окружающего воздуха. Пиролиз изоляции кабеля приводит к КЗ.

Расширение при нагреве

Рабочий день электрика в идеале начинается с осмотра щитов и протягивания зажимов модульного оборудования до начала работы основного произ-



Кромки отверстий щитов прорезают изоляцию кабеля, если не используются кабельные зажимы

Многие предлагающие электро-монтаж не аттестованы Ростехнадзором на знание ПУЭ

Причина повреждения дорогостоящего станка





водственного оборудования. Дело в том, что при протекании тока проводники расширяются и неизбежно раздвигают зажим соединения. При выключении нагрузки и остывании контакт резко ухудшается и требуется срочное закручивание винтов зажимов. Каким бы опытным ни был монтажник, но соединения необходимо систематически протягивать, особенно при непостоянной нагрузке, но об этом часто забывают либо ставят электрика в заведомо невыполнимые условия. Например, рабочий день электрика начинается в одно время с остальными рабочими – он не успеет сделать протяжку ослабевших контактов до включения оборудования, работа останется невыполненной.

Плохие контакты далее деградируют особенно быстро, потому что происходит усиленный нагрев, расширение металла, а после отключения нагрузки происходит резкое сужение и сильное окисление поверхностей зажима и провода.

Недопонимание механики

Существенные риски связаны с недопониманием монтажниками механики зажимов - в один плоский зажим нельзя устанавливать более двух проводов, потому что один из проводов не будет зажат.

На рисунке показано, почему в плоском зажиме невозможно качественно зажать три провода. Два крайних зажимаются, а третий посередине не будет зажат, потому что прижим в действительности выгибается дугой. По той же причине в одном зажиме нельзя зажать два провода разного сечения, меньший провод не будет зажат.

В этом смысле существенными преимуществами обладает двухсторонний зажим, например, АВВ, где один зажим разделен перегородкой, за счет которой возможно качественное соединение большего количества проводов, включая разное сечение.

Некоторые электрики используют недопустимые виды соединителей в нулевом проводе, забывая, что для нулевого защитного проводника допускаются только болтовые зажимы и сварка.

Отсутствие обслуживания

Плохой контакт приводит к быстрому окислению проводов и еще большему ухудшению контакта, в результате электропитания ненадлежащего каче-

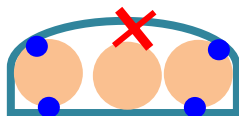
Integrators utilize inferior components for network infrastructure

Пример нелепой дешевизны - запрещенные в Европе, но не в РФ, «Электронные» УЗО (ДИФ101 и т.п.) потребляют энергию круглосуточно, удорожают измерения, усложняют эксплуатацию ложными срабатываниями, неработоспособны при обрыве одного провода – в отличие от электромеханических УЗО. Разница в цене – 20-25%. И каков смысл такой экономии?

Происходит профанация электрических измерений - их просто не делают

Блуждающие токи ускоряют коррозию трубопроводов водоснабжения и отопления

Направленный вверх наконечник накапливает влагу, разрушающую соединение



Гастрбайтеры к цоколю лампы присоединяют фазу вместо нуля

Опломбированные соединения вводного щита не обслуживаются

Одно из мест потерь мощности

ства происходит повреждение оборудования (перегорание ламп, двигателей и т.д.). Ухудшение контактов очень сложно определить визуально, а периодическое механическое дозакручивание винтов может стать причиной механической неисправности, ведь динамометрический ключ электрики с собой не носят. Текучесть кадров усугубляет деградацию электрохозяйства.

Many technicians able barely tie their own shoes

Многие «электрики» не знают, как правильно подключить второе УЗО в щите

К выключателю подключают нулевой провод вместо фазы

«Рюмка» - типичное место сбора конденсата в наконечнике, ускоряет коррозию

Отсутствие гильз и наконечников при монтаже многопроволочных проводов

Для многопроволочных проводников опытные электрики всегда используют наконечники и обжимные гильзы и только после этого вставляют в винтовой зажим автоматического выключателя, розетки и т.п..

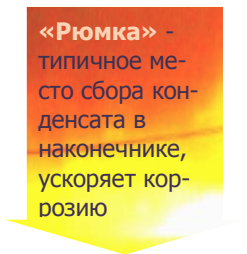
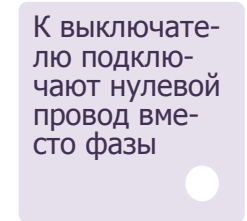
Как правило, у электрика нет таких гильз, как нет и времени для их приобретения – всем всегда все требуется «еще вчера».

Отсутствие гильз под рукой и является основной причиной некачественного монтажа, именно в этих местах происходит перегрев соединения. Причина довольно проста – необжатый гильзой многопроволочный провод быстро окисляется внутри себя и из-за этого происходит усиленный нагрев и еще большее окисление. В многопроволочных проводах площадь окисления многократно превышает однопроволочные, отсюда и больший риск расплавления в месте контакта.

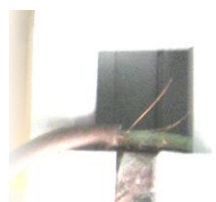
При закручивании винта необжатый гильзой многожильный провод разъезжается в метелку и реально прижимается, может быть, один или два проводника из всех.

Как показывает практика, иногда и наличие наконечников не улучшает, а ухудшает контакт, потому что электрик обжал их не той матрицей (на профессиональном скримпере свыше десятка матриц) либо просто плоскогубцами.

Монтажники предпочитают использовать многопроволочные провода, потому что их проще гнуть по закоулкам лабиринтов распределительного щита. Но не все монтажники способны аккуратно зачистить многопроволочный провод, не повредив часть провода, что уменьшает его сечение. Результаты некачественной зачистки они, как правило, прячут посредством обертывания места зачистки изолянтной – объективный признак неопытного монтера.



Уличные наконечники и кабели следует монтировать так, чтобы влага стекала, а не накапливалась внутри



«Противопожарное»
УЗО в таких
случаях не
поможет

РЩ ГС крупнейшего
оператора связи,
2012 год

Непонимание электрохимии

Существует электрохимический ряд совместимости металлов, которым нельзя пренебрегать при осуществлении электромонтажных работ. Неопытные электрики соединяют алюминиевые провода с медными. Спустя некоторое время происходит резкое ухудшение контакта и... расплавление.

Если на медные штифты трансформатора подстанции прикрутили алюминиевые шины, то может ли быть хороший контакт? Поэтому неизбежно место контакта начинает перегреваться даже при номинальных токах. Далее начинается быстрая деградация трансформатора, ухудшение масла, расплавление шин. Пойдите и проверьте свою подстанцию.

В самой солидной электротехнической торговой фирме «один из лучших» менеджеров может предложить для обжима алюминиевого провода взять медные наконечники. Наивные потребители полагаются на продавцов и получают в итоге плачевный результат. Не сразу, конечно, потому что контактное соединение медь-алюминий обычно ухудшается постепенно, поджидая неожиданного момента.

Правило же очень простое: для алюминиевого провода - алюминиевые наконечники, для медного - медные. Компромиссы недопустимы.

Использование алюминиевых заземляющих шин не допускается, Правила устройства электроустановок (ПУЭ), п.1.7.119, поскольку влечет опасные угрозы для электробезопасности.

Нарушение соосности проводов и зажима

Отсутствие приспособлений приводит к тому, что жесткий провод заходит в зажим соединителя не соосно, а под углом, в результате чего площадь контакта уменьшается катастрофически! При небольших токах такой перекокс не проявляет себя.

Будем откровенны – не существует промышленно производимых приспособлений для точного изгиба проводов. Поэтому никакой подрядчик не сможет согнуть провод так, чтобы было идеально соблюдено требование соосности. При этом допустимое для конструкции усилие зажима не сможет согнуть провод с сечением более 4 кв.мм., из чего следует достаточно важный вывод о том, что однопроволочных проводов с большим сечением в модульное оборудование заходить не должно, это должны быть

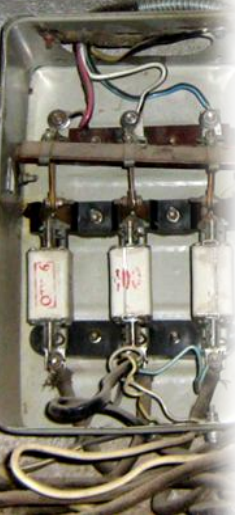


Недостаток знаний и опыта влечет непонимание существенных угроз

Проектировщики навязывают устаревшие компоненты, например, асбоцементные трубы

Увеличение затрат на строительство





многопроволочные провода, качественно обжаты гильзами.

Посмотрите на свои щиты и убедитесь, что большинство однопроволочных проводов с сечением более 10 кв.мм. перекошены в разъеме, в результате чего контакт не может быть нормальным и создана угроза механического повреждения оборудования, например, модульного автоматического выключателя.

Полное отсутствие защиты по току

Монтажные организации, специализирующиеся на «слаботочке» (ОПС, связь, видео), как правило, не знакомы с требованиями ПУЭ и ПТЭЭП. При монтаже оборудования они зачастую не устанавливают в начале линии защитных автоматических выключателей и предохранителей. Поэтому смонтированный ими кабель часто является «бикфордовым шнуром» - при коротком замыкании в линии кабель моментально сгорит, а защита на отключение, поскольку ее просто нет, по сути, не сработает. Например, кабели сечением 0,75 кв.мм., идущие к уличным видеокамерам, подключены прямо к общему автоматическому выключателю 160А.

Обслуживающий электрохозяйство электрик в таких случаях кивает на подрядчиков, либо просто недопонимает: «Третий год стоит и ничего...».

Подмена защиты по току

Оставшиеся со времен СССР кабели должны эксплуатироваться с 15% скидкой максимального тока. Но реальное положение значительно хуже, чем можно себе представить при самых мрачных фантазиях.

Большинство старых щитов выполнены на предохранителях, которые за многие годы неоднократно выгорали и заменены «жучками». Кроме того, при замене предохранителя электрики, желая избавиться себя от суеты с заменой предохранителей, часто устанавливают предохранители на ток больше, чем допускает присоединенный кабель.

Проблема обслуживания таких щитов в том, что очень непросто убедиться в правильности номинала установленного предохранителя, поскольку схемы, где указываются номиналы защиты, как правило, отсутствуют. Поэтому придется сначала определить материал и сечение проводов в линии. Линии часто проложены кабелями с разным сечением проводов.

В 2011 году на заводе с подобным щитом сгорел целый

Most of our integrators don't want to learn new technologies.



Большинство электрических щитов вовсе не имеют схем, отображающих соединения





Например, от щита до распределительной коробки проложен толстый кабель, а от коробки до розеток – втрое тоньше. Разобраться во всем этом хитро-сплетении непросто. Требуется инвентаризация всей линии и выбор защиты исходя из наименьшего допустимого тока в линии.

Замена предохранителей опломбированными автоматическими выключателями, которые и по цене дешевле, позволяет исключить подмену электриком защиты «по просьбам трудящихся» (которые не смогли, например, включить в кабинете летом электрообогреватель).

Существенную угрозу представляют многочисленные тройники, включенные в розетки. Толстые на вид компьютерные шнуры имеют сечение 0.5 кв.мм., при возгорании такого шнура автоматический выключатель на 16А не срабатывает.

Отсутствие проверки по току КЗ

Допустим, вы определили сечение кабеля и по нормам ПУЭ с 15%-поправкой на старение кабеля выбрали автоматический выключатель, исходя из максимального допустимого тока для данного кабеля. Но даже при коротком замыкании линии автоматический выключатель не срабатывает, т.к. не была учтена максимальная длина кабеля, что обычно забывают подрядчики. В итоге – быстропротекающий пиролиз кабеля, на который не срабатывают никакие дымовые датчики ОПС. Закажите по адресу 998802@mail.ru дополнение и мы вышлем вам файл с ценной таблицей АВВ, необходимой для быстрого определения предельных длин кабеля для различных номиналов автоматических выключателей.

Integrators lack experienced engineering staff. Enough said.

Неправильную прокладку и сrostки кабеля часто прячут за гипсокартон и потолок

Места соединения и ответвления проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта. (2.1.23 ПУЭ)

Большинство уличных светильников в городе оказались без защитных стекол. Куда они исчезли? Подобные неисправности вносит обслуживающий персонал. Из-за нагара пыли на отражателе и лампе на **60%** ухудшается освещенность.



Магазин крупнейшей торговой сети в центре Великого Новгорода, 2009 год

Причиной возгорания стало замыкание в шнуре питания холодильника Heineken (защита не учитывала меньшее сечение провода в шнуре)

«Отделочники» прокладывают кабель за обычным плинтусом, кабель в углах продавлен

Посторонние «2-х-этажные» подключения

Менталитет некоторых граждан не предусматривает соблюдение общепринятых норм. Если нельзя, но очень хочется, то можно. Они выбирают ближайший кабель и подключаются втихомолку, когда никто не видит. Как правило, такие граждане несведущи в электротехнике и портят существующие соединения. Свою лепту вносят и проектировщики – они не предусматривают в щитах **запасных мест** для будущих присоединений новых кабелей.

Отсюда основные проблемы – скрутки, развинченные шины, соединители и т.д. В некоторых домах жилцы вынуждены обороняться в буквальном смысле от монтажников, нанятых операторами связи, цель которых – захватить любыми способами быстрее как можно больше домов. В ход идут взятки управляющим компаниям, а страдают, конечно, жители – ведь именно им придется оплачивать прокладку нового кабеля вместо сгоревшего...

На первый взгляд, нарушений ПУЭ в электрохозяйстве жилых домов вполне достаточно, чтобы сделать обоснованный вывод о том, что руководители ЖКХ некомпетентны. На самом деле они всё прекрасно знают, просто им деньги ни за что насильно дают.

Ночные аварии в сети электроснабжения

В электроснабжении бывают перерывы. Наиболее опасны ночные аварии, когда все основные потребители выключены, поэтому броски напряжения особенно велики. Именно ночью происходит наибольшее количество аварий, возникающих в местах с ослабленными контактами, потому что возрастает напряжение в электросети.

Прямой обман

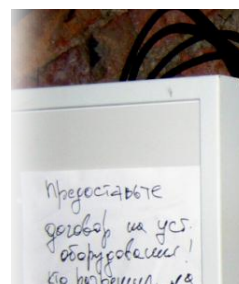
Подрядчики часто прячут сростки, выполненные скрутками, в ПВХ-трубе и за подвесными потолками – двойная выгода заключается в том, что не нужно тратить время и деньги на покупку соединителей для кабеля, в ход идут обрезки кабеля.

Клиент, как правило, таких тонкостей не понимает. Подрядчик понимает, но зачем ему лишняя суета? Если он сделает правильно соединения на зажимах, а не скрутками, то разве ему заплатят больше?

Текст, фотографии и рисунки обзора являются собственностью автора ©



Проект должен предусматривать перспективы развития электрохозяйства



Сростки посредством скруток не допускаются (2.1.21 ПУЭ)



Неправильные схемы АВР являются опасной причиной блуждающих токов

Обобщая сказанное, выделим типичные проблемы в электрической сети любого электрохозяйства:

Таблица 1

Типичные проблемы	Некоторые варианты причин	Некоторые последствия
1. Ухудшение качества соединений и обрыв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изначально некачественный монтаж 2. Отсутствие обслуживания (винтовые зажимы необходимо систематически протягивать) 3. Ошибки проектировщиков (выбор компонентов) 4. Обман и ошибки монтажников (нулевая шина из алюминия, скрутки) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дальнейшее подгорание контактов и их ухудшение 2. Повреждение оборудования, питаемого от линии, вследствие искрения и перебоев питания 3. Обрыв линии 4. Обрыв «нуля» приводит к потере безопасности, повреждению электроустановок вследствие перенапряжения в линии электропитания: сгорание ламп и т.д.
2. Повреждение контакта соединения и кабеля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подсоединение к линии посторонних электроустановок 2. Повреждение изоляции между кабелями 3. Провисание кабеля под воздействием льда 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хищение электроэнергии, 2. Ухудшение качества соединений (см.п.1) 3. Перегрузка линии по току 4. Предпосылки КЗ 5. Нарушение электробезопасности
3. Ухудшение изоляции кабеля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продавливание острых кромок отверстий в щите 2. Продавливание и истирание изоляции в месте подвеса кабеля 3. Стороннее воздействие (работы сварщиков, сантехников...) 4. Пережим, перегиб и сдавливание другими предметами (ножкой стула надавили кабель) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предвестник возгорания 2. Нарушение электробезопасности - угроза персоналу. Невозможность использования УЗО из-за утечек и блуждающих токов. Ускоренная коррозия трубопроводов водоснабжения и отопления, насосов. 3. Угроза повреждения оборудования
4. Пиролиз кабеля Не определяется обычными дымовыми датчиками!	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ошибки проектировщиков, 2. Несоответствие защиты, 3. Превышение максимальной длины линии по току КЗ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возгорание близлежащих сгораемых материалов 2. Повреждение оборудования 3. Появление оголенных участков проводов – нарушение электробезопасности

Мы знаем, как со всем этим справиться: +7-9052908802 998802@mail.ru