

# ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

## Антикоррозионное покрытие контактных поверхностей шин заземления нанопленками на основе соединений фтора



**Д.Е. Терентьев**  
Технический директор  
«Commeng»

*В статье рассматривается практическое использование антикоррозионного покрытия контактных поверхностей заземляющих шин нанопленками на основе соединений фтора*

### **Anti-corrosion fluorine compounds based nanofilm cover of grounding bus contact surfaces**

*Anti-corrosion fluorine compounds based nanofilm cover of grounding bus contact surfaces use is discussed in the article*

Вряд ли следует тратить время на то, чтобы доказывать важность хороших и стабильных в течение всего срока эксплуатации контактов в электроустановках и системах заземления и уравнивания потенциалов. Их качество влияет на энергосбережение, электро- и пожаробезопасность, качество электроэнергии, обеспечение ЭМС и защиты от перенапряжений. Крайне важным для обеспечения контактов являются свойства соприкасающихся поверхностей, такие как состав материала, наличие неровностей, площадь контактов. Очень важными являются электрохимические свойства материалов контактов [1]. На одной из конференций СПРЭС был сделан доклад [2], в котором довольно подробно рассматривались эти вопросы. В статье описывается технология антикоррозионного покрытия, освоенного COMMENG и ее применение для производства конкретных изделий.

### **Шины уравнивания потенциалов (заземляющие шины) производства COMMENG**

К заземляющим устройствам и системам уравнивания потенциалов объектов, где установлено оборудование обработки и передачи информации предъявляются более высокие требования [3]. Шины уравнивания потенциалов (ШУП) и главные заземляющие шины (ГЗШ) не могут быть изготовлены с нормальным качеством на месте из медной полосы с помощью подручных инструментов. Кроме того, затраты рабочего времени на такую работу слишком велики. Очевидно, что шины должны изготавливаться в заводских условиях, и заказываться в соответствии с проектом строительства или реконструкции.

Нашей фирмой разработана и выпускается линейка типовых шин из медной полосы, предназначенных для применения на высокотехнологич-

ных объектах и имеющих следующие особенности:  
 – длина 0,5; 0,75 и 1м ( типовые шины), а так же любая другая по заказу;

– ширина 40 мм (один ряд контактов) и 80 мм (два ряда контактов);

– болтовые контактные соединения М6, М8, М10, М12;

– комплектация крепежом а так же, при необходимости, кабельными наконечниками;

– монтаж на стены, металлоконструкции, конструкции 19”.

Резка шин по длине и выдавливание отверстий для контактных соединений производится с помощью гидравлического оборудования.

Имеется два типа контактных соединений, первое из которых - обычное отверстие для болта (рис.1)

Данное соединение обеспечивает достаточно надежный контакт и соответствует стандарту [4]. Большим его недостатком является необходимость фиксации головки болта с обратной стороны шины, что увеличивает время монтажа и делает его неудобным, особенно в стесненных условиях.

Поэтому выпускается еще одна разновидность шины, которая несколько дороже, но с учетом значительного затрат рабочего времени монтажников ее применение более экономически эффективно. В отверстие в шине устанавливается гайка-заклепка (рис.2). Как показано на рисунке, кабельный наконечник крепится болтом, вворачиваемым с лицевой стороны шины. Т.к. гайка-заклепка и болт изготовлена из стали, они хотя и обеспечивают электрический контакт наконечника с шиной, но основным контактом, сопротивление которого должно быть минимальным, является место соприкосновения кабельного наконечника с медной поверхностью шины.

### Окисление медной шины

Основным недостатком медных контактов является сравнительно быстрое окисление контактных

поверхностей при комнатной температуре. Наличие в воздухе влаги и химических примесей значительно увеличивает скорость окисления. Оксидная пленка контактов имеет большое переходное сопротивление, но легко разрушается при сжатии и трении.

Для покрытия меди и ее сплавов обычно применяют олово (или сплав олова и висмута). Так как олово мягкий металл, оно обеспечивает лучший контакт при сжатии, что приводит к улучшению контакта, несмотря на более высокое удельное сопротивление олова. Тонкая пленка окиси олова защищает поверхность от дальнейшего окисления и разрушения. Существует большое количество электропроводящих покрытий, защищающих металлы от коррозии [5].

Для неподвижных контактов лужения медных поверхностей не производят, а защиту от окисления контактных точек производят при помощи технического вазелина или, что гораздо лучше, на место соединения накладывается тонкий слой электропроводящей пасты [1].

Для подключения кабелей к шинам мы рекомендуем использовать медные электролитически луженые кабельные наконечники, закрепляемые опрессовкой (ГОСТ 7386-80 или DIN 46235). Покрытие же самих шин не производится по ряду причин:

- а) значительное повышение стоимости;
- б) если использовать луженые шины, то поверхность будет повреждена при обработке;
- в) вопрос покрытия шины в качестве финальной стадии производства даже не рассматривался как исходя из проблем технологии, так и из-за высокой стоимости.

Отсутствие покрытия значительно снижало как технические свойства шин, так и ухудшало их внешний вид. Кроме того, финальной стадией обработки была шлифовка шины с помощью пасты ГОИ. Блестящая, как зеркало, поверхность через месяц хранения покрыва-

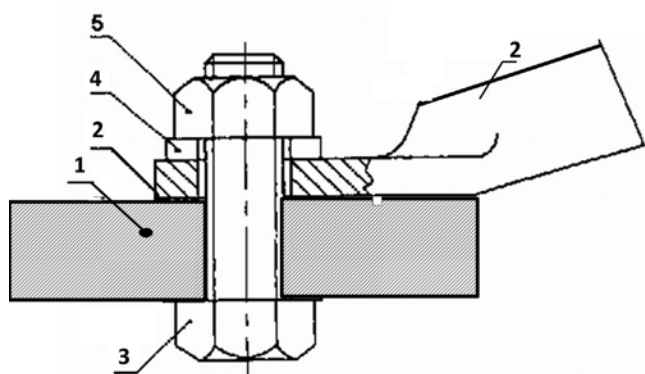


Рис. 1. Болтовое соединение кабельного наконечника с шиной через отверстие.

1 - медная шина; 2 - кабельный наконечник; 3 - болт; 4 - корончатая шайба; 5 - гайка.

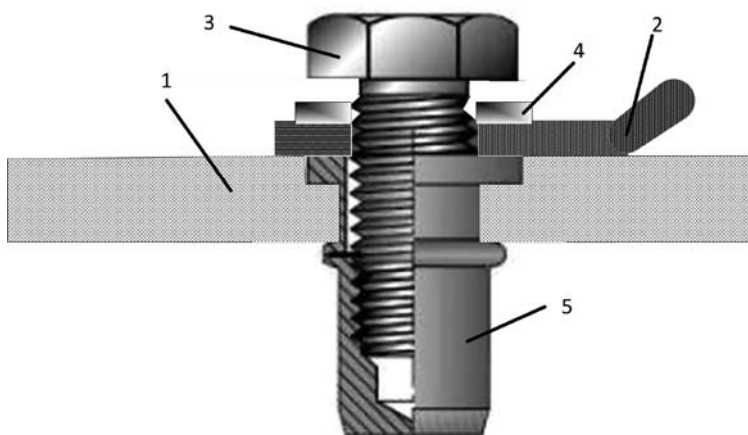


Рис. 2. Болтовое соединение кабельного наконечника с шиной с помощью гайки-заклепки.

1 - медная шина; 2 - кабельный наконечник; 3 - болт; 4 - корончатая шайба; 5 - гайка-заклепка



Рис. 3. Шина уравнивания потенциалов ШУП-М для установки в стойку 19".  
Контакты выполнены в виде гаек-заклепок

лась слоем окисла. Хотя хороший контакт, все-таки, может быть обеспечен при монтаже, вряд ли можно рассчитывать, что монтажник будет зачищать пятно контакта от окисла, а потом покрывать место контакта смазкой или пастой. Да и внешний вид окисленной шины значительно ухудшался.

### Покрывание шины фторосодержащими поверхностно-активными веществами (ПАВ)

Поиск решения увенчался успехом – одно из отечественных предприятий разработало и производит составы для обработки поверхностей, содержащие фторосодержащие ПАВ, растворенные в специально подобранных растворителях с добавлением дополнительных активаторов и реагентов.

На обработанной фторосодержащим ПАВ поверхности в процессе адсорбции, поверхностной диффузии и в результате испарения растворителя возникает мономолекулярное покрытие толщиной от 4 до 10 нм в зависимости от условий нанесения. После закрепления на поверхности эта пленка обладает высокими гидрофобизирующими свойствами, хорошей химической стабильностью, высокой (до +400...+520°C) термической стойкостью и рядом других положительных качеств, в том числе способностью защитить контактирующие поверхности от окисления и истирания.

Нами применяется специальный состав, не ухудшающий проводимости покрытых поверхностей. Отработана технология покрытия шин непосредственно на

собственном производстве. Внешний вид шины с нанопокрывтием показан на рис. 3.

После нанесения покрытия прошло 6 месяцев, однако следов окисления не видно.

Таким образом, применив для производства шин как обычные технологии (гидравлическая резка и выдавливание отверстий; установка гаек-заклепок с помощью пневмоинструмента) так и самые современные (нанесение нанопокрывтий) нам удалось получить высокотехнологичный продукт с высокими потребительскими свойствами: надежные и стабильные во времени контакты, удобство монтажа, привлекательный внешний вид.

### Литература

1. ГОСТ 9.005-72. Допустимые и недопустимые контакты металлов.
2. Терентьев Д.Е. Минимизация и стабилизация переходного сопротивления разъемных контактов в системах уравнивания потенциалов и заземляющих устройствах. Доклад на VI Всероссийской конференции «Состояние и Перспективы Развития Энергетики Связи» СПРЭС-2005», см. так же на [www.commmeng.ru](http://www.commmeng.ru) (публикации) и [www.spres.info](http://www.spres.info) (сборники).
3. ГОСТ Р 50571.21-2000. (МЭК 60364-5-548-96) Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации.
4. ГОСТ 10434-82. Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования.
5. ГОСТ 9.303-84. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору и обозначения.

*В рамках подготовки к ежегодной международной конференции «Состояние и перспективы развития энергетики связи» СПРЭС (14-й по счету конференции СПРЭС-2013) заработал специализированный интернет-портал [www.spres.info](http://www.spres.info). На портале доступны материалы конференций прошлых лет - сборники трудов, презентации докладов, видео и фотоматериалы.*

*Конференция СПРЭС (Состояние и перспективы развития энергетики связи) проводится Санкт-Петербургским государственным университетом телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича с 1999 года при поддержке администрации связи, ведущих операторов, строительных и проектных организаций, производителей и поставщиков оборудования электропитания для телекоммуникаций - выпрямителей, АКБ, ДГУ, солнечных батарей и ветрогенераторов, микротурбин, систем мониторинга и контроля электропитания, устройств защиты, кондиционирования и вентиляции, измерительной техники. Ежегодно в СПРЭС принимают участие свыше 130 представителей операторских компаний, производителей и поставщиков энергетического оборудования для телекоммуникаций, отраслевой науки и вузов. Основная часть участников - порядка 85% - главные энергетики предприятий операторов связи, радиотелевизионных передающих центров, интернет провайдеров России и СНГ. На конференции обсуждаются вопросы эксплуатации и монтажа энергетического оборудования, присоединения к электрическим сетям общего пользования, представляются новинки научно-технических решений и оборудования во всех областях тематики конференции СПРЭС - энергоснабжения объектов связи.*