

Научная статья

УДК 614.849

doi: 10.34987/2712-9233.2024.34.16.007

Методика анализа природы оплавлений биметаллических проводников

Андрей Федорович Руднев¹

Валерия Владимировна Болтовская²

¹ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Новосибирской области

²Новосибирский государственный технический университет

Автор ответственный за переписку: Руднев Андрей Федорович, andrei.rudnev007@gmail.ru

Аннотация. В статье анализируется актуальность проблем: отсутствия стандартов, регламентирующих допустимые способы изготовления, физические характеристики и иные параметры при производстве биметаллических электрических проводников. Отсутствие сведений о физико-химических процессах, протекающих в биметаллических проводниках в процессе производства, отсутствия методики решения частных экспертных задач, связанных с анализом природы оплавлений биметаллических проводников. Проведён анализ потребности в разработке методики анализа природы оплавлений биметаллических электрических проводников.

Ключевые слова: биметаллический электрический проводник, аварийный режим работы электросети, оплавления

Для цитирования: Руднев А.Ф., Болтовская В.В. Методика анализа природы оплавлений биметаллических проводников // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2024. № 2 (14) С.28-31. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.34.16.007>

Methodology for analyzing the nature of melting of bimetallic conductors

Andrey F. Rudnev¹

Valeria V. Boltovskaya²

¹FSBI SEU FPS IPL in the Novosibirsk region

²Novosibirsk State Technical University

Corresponding author: Andrey F. Rudnev, andrei.rudnev007@gmail.ru

Annotation. The article analyzes the relevance of the problems: the lack of standards regulating acceptable manufacturing methods, physical characteristics and other parameters in the production of bimetallic electrical conductors, the lack of information about the physico-chemical processes occurring in bimetallic conductors during production, the lack of methods for solving private expert problems related to the analysis of the nature of bimetallic conductor reflowings. The analysis of the need to develop a methodology for analyzing the nature of reflowings of bimetallic electrical conductors is carried out.

Keywords: bimetallic electrical conductor, emergency operation of the power grid, reflow

For citation: Rudnev A.F., Boltovskaya V.V. Methodology for Analyzing the Nature of bimetallic conductor reflowings // Actual problems of safety In the technosphere 2024. No. 2 (14). P. 28-31. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.34.16.007>

Биметаллические электрические проводники – проводники, которые состоят из двух разных металлов или сплавов, соединенных между собой вдоль всей длины. При производстве биметаллических электрических проводников используют в основном сталь, медь, алюминий и серебро.

Конструктивно биметаллические электрические проводники производят двумя основными методами [1]:

- на внешнюю поверхность электрического проводника наносится слой другого металла. Обязательное условие этого метода – полное отсутствие зазоров между металлами и их непосредственный гальванический контакт;

- вокруг однопроволочного или многопроволочного сердечника из одного металла осуществляют, повив одной или нескольких жил (проводников) из другого металла, основная особенность данных проводников заключается в гибкости.

В статье будут рассматриваться биметаллические электрические проводники, полученные первым методом изготовления, на основании того, что физико-химические процессы, возникающие при втором методе изготовления не отличаются от изготовления жил из меди, алюминия и алюминиевого сплава, вследствие чего анализ природы оплавлений данных биметаллических проводников можно провести по существующим методикам, а произведенные первым методом биметаллические проводники не подходят под существующие методики. Конструктивное строение биметаллических электрических проводников, полученных первым методом, представлено на рис. 1.

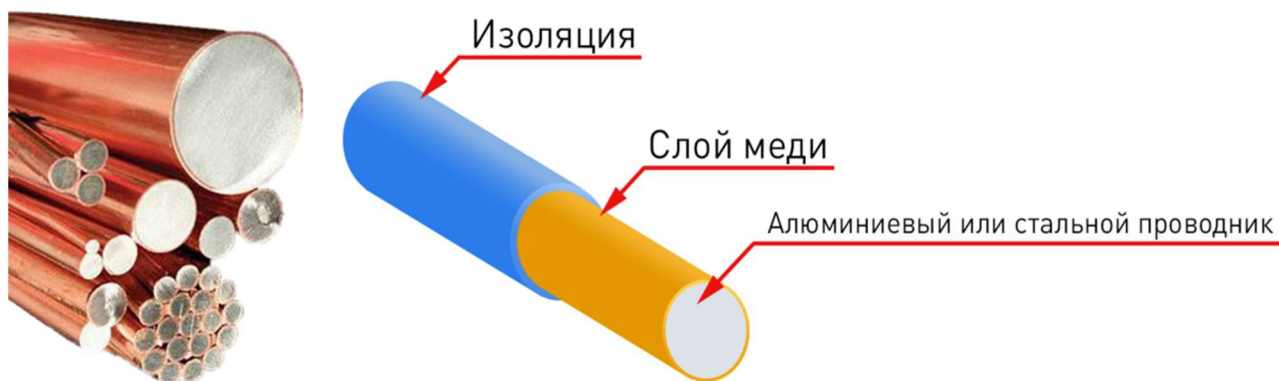


Рис. 1. Строение биметаллических электрических проводников

Существуют три основных способа изготовления биметаллических электрических проводников, такие как:

- метод литого плакирования – процесс, при котором один металлический слой наносится на другой методом плавления и затвердевания;

- метод контактно-реактивной пайки – сочетание в себе элементов классической пайки и химической реакции для создания прочного и надежного соединения;

- сварки взрывом – процесс соединения металлических деталей с помощью взрыва, который создает высокое давление, из-за чего происходит мгновенное соединение поверхностей. Изготовление биметаллических электрических проводников сваркой взрывом создает прочное и надежное соединение без нагревания до высоких температур.

Изготовителями биметаллических электрических проводников являются множество заводов Российской Федерации, ориентированных на кабельную продукцию, а также иностранные компании, среди которых преимущественно преобладают компании из Китая.

Проблема отсутствия методики анализа природы оплавлений биметаллических электрических проводников

Ответ на вопрос «Почему именно сейчас становится актуальна проблема отсутствия методики анализа природы оплавлений биметаллических электрических проводников?» заключается в повышении доли биметаллических электрических проводников в электрических сетях. Такое повышение в первую очередь связано с увеличением спроса на биметаллические электрические проводники на рынке, за счет того, что при изготовлении используются несколько видов металлов, что значительно снижает стоимость готового продукта, так как совмещаются дорогостоящие металлы

(медь), с более дешевыми (алюминий). При этом характеристики биметаллического электрического проводника незначительно будут отличаться от цельного медного. Также, благодаря соединению разных элементов (металлов) появляется возможность улучшать качество и характеристики готового продукта, тем самым создавать электрические проводники с универсальными техническими возможностями. Тот факт, что трудоемкость некоторых способов изготовления биметаллических электрических проводников, является основным экономическим недостатком производства данных проводников, не значительно снижает тенденцию повышения доли биметаллических электрических проводников в электрических сетях.

Основные физико-химические свойства биметаллических электрических проводников:

- при нагревании металлы, согласно общеизвестным принципам, расширяются по-разному, в зависимости от природы металла. За счет того, что в биметаллических электрических проводниках находятся разные металлы с разными коэффициентами расширения, они обладают способностью изгибаться, благодаря чему могут использоваться в различных сферах;

- проводники сохраняют определенные свойства каждого металла, улучшая тем самым теплопроводность, увеличивая прочность и долговечность биметаллических электрических проводников.

Однако, как уже упоминалось выше, для создания биметаллических электрических проводников используются металлы с разными коэффициентами теплового расширения, из-за этого биметаллические электрические проводники наделены ограниченной точностью, то есть, могут возникнуть трудности с достижением высокой точности регулирования температуры, что впоследствии может привести к снижению износостойкости материала.

Все металлы, при воздействии на них различных факторов, ведут себя по-разному, за счет этого «поведение» биметалла может быть непредсказуемым. К примеру, при химическом воздействии может возникнуть коррозия различных видов, что сильно повлияет на проводимость материала. Также могут измениться свойства металла, что скажется на его долговечности и износостойкости. Появление коррозии может быть вызвано и климатическими воздействиями, так как влажность крайне негативно сказывается на электрических свойствах проводника.

Технические условия сталемедных биметаллических электрических проводников регламентированы в ГОСТ 3822-79 [2], в то время как стандарты регламентирующие технические условия при производстве биметаллических электрических проводников и эксплуатацию их в электрических сетях, из других составляющих металлов отсутствуют. Отсутствие регулирования эксплуатации биметаллических электрических проводников может быть связано с недостаточным пониманием характеристик и особенностей материала. Эта проблема приводит к ряду серьезных последствий, например, к перегреву, который может произойти из-за протекающего тока, превышающего номинальное значение для данных проводников.

Все вышеизложенные факторы создают неблагоприятную среду эксплуатации биметаллических электрических проводников в электрических сетях, что в свою очередь создает потенциально опасные ситуации, способные привести к аварийным пожароопасным режимам работы электросети с возможным возникновением пожара, тем самым представляя угрозу для людей и окружающей среды [3].

На основании большого количества применяемых способов изготовления биметаллических электрических проводников и разности структуры элементов, из которых состоит проводник, установить реактив, обеспечивающий наглядный вид структуры оплавления практически невозможно, в следствие чего отсутствует понимание природы исходной микроструктуры биметаллических проводников. До настоящего времени не проводилось объемное исследование данных проводников в процессе воздействия на них разных факторов (таких как внешнее термическое воздействие, различные аварийные пожароопасные режимы работы электросети и т.д.). Учитывая вышеизложенное вывод напрашивается сам собой, необходимо разработать методику и регламент исследования биметаллических электрических проводников, их структуры и изменяемости свойств в зависимости от воздействующих факторов.

Заключение

Методики (методы) исследования для определения природы оплавлений биметаллических электрических проводников, на данный момент времени не разработаны и не утверждены.

Вследствие чего возникает потребность в разработке методики для решения частных экспертных задач, связанных с установлением причастности к возникновению пожара аварийных пожароопасных режимов в электрических цепях, содержащих проводники с биметаллическими электрическими проводниками. С последующей апробацией сотрудниками судебно-экспертных учреждений Федеральной противопожарной службы МЧС России. Как один из методов изучения биметаллических электрических проводников предлагается использовать [3] с дополнительной пробоподготовкой путём разделения металлов.

Учитывая раскрытые в ходе данной статьи проблемы, возникает потребность в продолжении изучения и формировании учебно-методической документации по направлению анализа оплавлений биметаллических электрических проводников, с учетом всех возможных вариантов протекания аварийных пожароопасных режимов работы электросети, их комбинаций и влияющих внешних факторов в ходе пожара.

Список использованных источников

1. Берикашвили, В. Ш. Пожаростойкие кабельные системы / В. Ш. Берикашвили, Н. Е. Игнатъева, В. Ю. Каврусов // Фотон-экспресс. – 2008. – № 1(65). – С. 36-42.
2. Проволока биметаллическая сталемедная. Технические условия: Государственный стандарт СССР (ГОСТ 3822-79), утв. постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 2.10.79 N 3780, дата введения 1980-01-01 // Кодекс: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200011449> (дата обращения 11.01.2024).
3. Экспертное исследование после пожара медных проводников: методические рекомендации / А.Ю. Мокряк, И.Д. Чешко, А.Ю. Парийская, В.Г. Плотников, С.В. Скодтаев, А.В. Мокряк. – СПб.: ФГБОУ ВО «СПб университет ГПС МЧС России», 2019. – 149 с.

Статья поступила в редакцию 20.05.2024, одобрена после рецензирования 30.05.2024, принята к публикации 25.06.2024.

The article was submitted 20.05.2024, approved after reviewing 30.05.2024, accepted for publication 25.06.2024.