

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ – КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Н.Н.Дзекцер, А.Б.Николаев, О.Г.Кондакова

Предприятия химической и нефтехимической промышленности являются одними из наиболее энергоемких производств. В этой связи весьма актуальна проблема повышения надежности и экономичности их электроустановок и, соответственно, электрических контактов.

На основе рассмотрения физико-механических свойств и микрогеометрии поверхностей контакт-деталей показаны пути уменьшения и стабилизации электрического сопротивления контактов. Установлены целесообразность применения алюминиевых кремниевых-магниевого сплавов, нанесения защитных металлопокрытий на контактные поверхности и, из последних решений, использования специальных смазок.

По данным ОРГРЭС, 10% аварий электрооборудования происходит из-за неисправности электрических контактов; статистика ВНИИПО позволяет утверждать, что примерно 50% возгораний промышленных предприятий происходит по вине электрооборудования, в свою очередь, половина пожаров в электроустановках обусловлена надежностью контактных соединений.

Эта проблема особенно актуальна для алюминиевых проводников, каковыми, как правило, являются шины и токоведущие жилы проводов и кабелей. Объясняется это пониженными контактными свойствами алюминия: склонностью к образованию на поверхности непроводящих посторонних пленок, а также низкими пределами текучести и ползучести. Таким образом, создание надежных и экономичных контактных соединений является важнейшей задачей, от решения которой во многом зависит объем использования в электроустановках проводникового алюминия, проводимость которого, отнесенная к массе металла, в 2 раза выше экономической проводимости меди. Здесь следует также подчеркнуть дефицитность меди: по данным ЮНЕСКО запасы

полезных ископаемых составляют: железные руды – 100 млрд.т, титан – 10 млрд.т, алюминий – 4 млрд.т, медь – 0,4 млрд.т.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является замена разборных (болтовых, сжимных) соединений неразборными (сварными, паяными). Наиболее широкое применение для выполнения цельнометаллических соединений проводников получили электродуговая, термитная и газовая сварки. Электродуговая сварка шин и профилей в настоящее время повсеместно применяется при монтаже протяженных токопроводов, ошинок распределительных устройств и трансформаторных подстанций. Термитная и газовая сварки в основном используются для соединения, оконцевания и ответвления алюминиевых жил проводов и кабелей. Дальнейшее развитие для соединения и оконцевания медных и алюминиевых жил проводов и кабелей получил способ опрессовки. Весьма широко применяются в монтажной практике пороховые инструменты для выштамповки наконечников из однопроволочной жилы.

Однако замена разборных соединений неразборными не всегда возможна: неосуществима в монтажных условиях сварка разнородных металлов, например меди с алюминием; затруднена сварка в сильных магнитных полях; сварка нецелесообразна при необходимости осуществления частых разъемов оборудования. Сказанное приводит к тому, что примерно половина всех монтируемых контактных шин, жил проводов и кабелей выполняются разборными.

Каким образом обеспечить надежность разборных контактных соединений алюминиевых проводников?

Решающее влияние на поведение контактных соединений оказывает переходное сопротивление R_k . Изучение характера контактирования шероховатых поверхностей [1, 2] показывает:

- переходное сопротивление линейно зависит от микротвердости контакт-деталей;
- от нагрузки – в степени 0,85 – 1,0;
- поверхности контакт-деталей рекомендуется обрабатывать по 5 – 7 классу;
- от номинальной площади контактирования сопротивление зависит незначительно: при ее увеличении в 10 раз R_k уменьшается всего на 30 – 40%;
- оптимизация соединения связана с выбором конструкции контактного узла и определением усилия сжатия контакт-деталей.

Указанные результаты получены для контактных соединений, поверхности которых свободны от посторонних пленок. Однако пленки на поверхностях контакт-деталей вызывают сужение пятен контактирования. В этом случае ток протекает не через всю





первоначально существовавшую фактическую площадь касания, а только через некоторую ее часть, свободную от посторонних пленок – через так называемую эффективную контактную поверхность. Увеличение этой поверхности связано со стабилизацией в эксплуатации усилия сжатия контактного соединения. Средствами стабилизации этого усилия являются тарельчатые пружины, цветной крепеж и т.п.

Кроме того, установлено [2], что легирование алюминия магнием (0,5 – 1%) значительно уменьшает микроползучесть алюминия, а также изменяет свойства пленок на контактных поверхностях, что, соответственно, повышает контактные свойства материала. Отсюда вытекает целесообразность применения вместо алюминия кремниевом-магниевых сплавов типа АД31Т. Альтернативным вариантом стабилизации контактов является применение металлического покрытия поверхностей контакт-деталей. Оптимальным видом покрытия являются химические или электрохимические покрытия никелем или цинком толщиной 6 мкм, а также абразивное (натиркой) покрытие оловянисто-цинковыми припоями.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является применение специальных электропроводящих смазок.

Нами разработана и изготавливается электропроводящая смазка ЭПС-98, представляющая собой композицию, состоящую из основы, металлического порошка и стабилизирующих добавок.

Использование проводящей контактной смазки позволяет уменьшить контактное сопротивление за счет увеличения эффективной контактной поверхности, снизить контактную температуру в результате уменьшения сопротивления, и увеличить срок службы контакта благодаря стабилизации сопротивления во времени (рис. 1).

По данным ОРГРЭС, 10% аварий электрооборудования происходит из-за неисправности электрических контактов; статистика ВНИИПО позволяет утверждать, что примерно 50% возгораний промышленных предприятий происходит по вине электрооборудования, в свою очередь, половина пожаров в электроустановках обусловлена надежностью контактных соединений.

Эта проблема особенно актуальна для алюминиевых проводников, каковыми, как правило, являются шины и токоведущие жилы проводов и кабелей. Объясняется это пониженными контактными свойствами алюминия: склонностью к образованию на поверхности непроводящих посторонних пленок, а также низкими пределами текучести и ползучести. Таким образом, создание надежных и экономичных контактных соединений является важнейшей задачей, от решения которой во многом зависит объем использования в электроустановках проводникового алюминия, проводимость которого, отнесенная к массе металла, в 2 раза выше экономической про-

водимости меди. Здесь следует также подчеркнуть дефицитность меди: по данным ЮНЕСКО запасы полезных ископаемых составляют: железные руды – 100 млрд.т, титан – 10 млрд.т, алюминий – 4 млрд.т, медь 0,4 млрд.т.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является замена разборных (болтовых, сжимных) соединений неразборными (сварными, паяными). Наиболее широкое применение для выполнения цельнометаллических соединений проводников получили электродуговая, термитная и газовая сварки. Электродуговая сварка шин и профилей в настоящее время повсеместно применяется при монтаже протяженных токопроводов, ошинок распределительных устройств и трансформаторных подстанций. Термитная и газовая сварки в основном используются для соединения, оконцевания и ответвления алюминиевых жил проводов и кабелей. Дальнейшее развитие для соединения и оконцевания медных и алюминиевых жил проводов и кабелей получил способ опрессовки. Весьма широко применяются в монтажной практике пороховые инструменты для выштамповки наконечников из однопроволочной жилы.

Однако замена разборных соединений неразборными не всегда возможна: неосуществима в монтажных условиях сварка разнородных металлов, например меди с алюминием; затруднена сварка в сильных магнитных полях; сварка нецелесообразна по необходимости осуществления частей разъемов оборудования. Сказанное приводит к тому, что примерно половина всех монтируемых контактных шин, жил проводов и кабелей выполняются разборными.

Каким образом обеспечить надежность разборных контактных соединений алюминиевых проводников?

Решающее влияние на поведение контактных соединений оказывает переходное сопротивление R_k . Изучение характера контактирования шероховатых поверхностей [1, 2] показывает:

- переходное сопротивление линейно зависит от микротвердости контакт-деталей;
- от нагрузки – в степени 0,85 – 1,0;
- поверхности контакт-деталей рекомендуется обрабатывать по 5 – 7 классу;
- от номинальной площади контактирования сопротивление зависит незначительно: при ее увеличении в 10 раз R_k уменьшается всего на 30 – 40%;
- оптимизация соединения связана с выбором конструкции контактного узла и определением усилия сжатия контакт-деталей.

Указанные результаты получены для контактных соединений, поверхности которых свободны от посторонних пленок. Однако пленки на поверхностях контакт-деталей вызывают сужение пятен контактирования. В этом случае ток протекает не через всю первоначально существовавшую фактическую площадь касания, а только через некоторую ее часть, свободную от посторонних пленок – через так назы-



ваемую эффективную контактную поверхность. Увеличение этой поверхности связано со стабилизацией в эксплуатации усилия сжатия контактного соединения. Средствами стабилизации этого усилия являются тарельчатые пружины, цветной крепеж и т.п.

Применение смазки обеспечивает:
 - снижение переходного контактного сопротивления в 2...10 раз и стабилизацию его на низком уровне на весь срок службы контактов при температурах до 150°C (кратковременно до 250°C);

- защиту контактов при многократных и длительных токовых перегрузках и перегревах до 150°C без заметного изменения исходных электрических показателей;
 - снижение потерь электроэнергии (1 кг смазки обеспечивает экономию электроэнергии в общепромышленных сетях 10 000 кВт·час в год, на металлургических предприятиях до 100 000 кВт·час в год);
 - защиту электрических контактов от коррозии.
 Расход смазки: 0,3 кг на 1 м² контактной поверхности.

ЭПС-98 превосходит отечественные и зарубежные аналоги: смазку Electrolube (Франция), Dowchemical (США), Vicon13 (Великобритания).

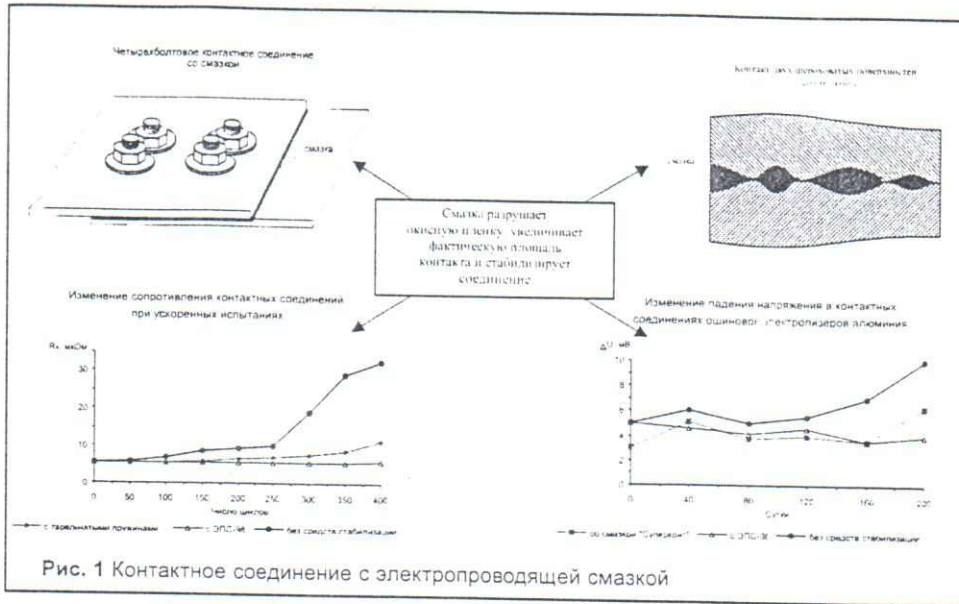


Рис. 1 Контактное соединение с электропроводящей смазкой

Кроме того, установлено [2], что легирование алюминия магнием (0,5 – 1%) значительно уменьшает микроползучесть алюминия, а также изменяет свойства пленок на контактных поверхностях, что, соответственно, повышает контактные свойства материала. Отсюда вытекает целесообразность применения вместо алюминия кремниевом-магниевого сплава типа АД31Т. Альтернативным вариантом стабилизации контактов является применение металлического покрытия поверхностей контакт-деталей. Оптимальным видом покрытия являются химические или электрохимические покрытия никелем или цинком толщиной 6 мкм, а также абразивное (натиркой) покрытие оловянисто-цинковыми припоями.

Радикальным способом повышения надежности контактных соединений является применение специальных электропроводящих смазок.

Нами разработана и изготавливается электропроводящая смазка ЭПС-98, представляющая собой композицию, состоящую из основы, металлического порошка и стабилизирующих добавок.

Использование проводящей контактной смазки позволяет уменьшить контактное сопротивление за счет увеличения эффективной контактной поверхности, снизить контактную температуру в результате уменьшения сопротивления, и увеличить срок службы контакта благодаря стабилизации сопротивления во времени (рис.1).

При использовании смазки ЭПС-98 отпадает необходимость в применении других способов стабилизации электрического сопротивления: медно-алюминиевых наконечников и пластин, тарельчатых пружин, металлопокрытий контактирующих поверхностей и т.д.

Список литературы:

1. Бойченко В.И., Дзекцер Н.Н. Контактные соединения токоведущих шин. – Л.: Энергия, 1978. – 144 с.
2. Дзекцер Н.Н., Висленев Ю.С. Многоамперные контактные соединения. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 128 с.

По вопросам получения дополнительной информации и поставок обращаться в компанию УП «Белэлектронконтракт», тел. +375 (0) 17 251-67-35.