

4. Аршинов К.И., Лешенюк Н.С., Невдах В.В. // Квант.электр. – 1998.- Т.25, №8.- С.679-682.
5. Стариков В.И., Лаврентьева Н.Н. Столкновительное уширение спектральных линий поглощения молекул атмосферных газов / Под общей редакцией К.М. Фирсова.–Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2006. 308 с.
6. Tashkun S.A., Perevalov V.I., Teffo J-L., Bykov A.D., Lavrentieva N.N. J.Quant.Spectr.Radiat.Transf. - 2003.- V.82.- P.165-197.
7. Rosenmann L., Hartmann J.M., Perrin M.Y., Taine J. // J.Chem.Phys. – 1988.- 88(5). P.2999-3006.
8. Rosenmann L., Hartmann J.M., Perrin M.Y., Taine J. // Appl.Opt. – 1988.- 27(18). P.3902-3907.
9. Аршинов К.И., Аршинов М.К., Невдах В.В. // Квант. электр.- 2010.- Т.40, №7.- С.629-633.
10. М.О. Буланин, В.П. Булычев, Э.Б. Ходос // Опт. и спектр. – 1980. – Том 48, вып. 4.– С. 732.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ С МИНЕРАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Царенко Ю.В., Рубаник В.В.

*ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г.Витебск, Беларусь,
E-mail: labpt@vitebsk.by*

Кабели с минеральной изоляцией в металлических оболочках не обладают способностью к самовозгоранию, не токсичны, абсолютно безопасны с точки зрения экологии, способны работать даже при длительном перегреве вплоть до температуры плавления оболочки. Кабели с минеральной изоляцией стойки к ударам и смятию. Даже в смятом состоянии кабель продолжает работать. При монтаже кабель не боится ударов, механических растяжений. Гибкость кабеля позволяет укладывать его с радиусом изгиба кратным трем диаметрам кабеля. Тепловое сопротивление изоляции кабелей в 4-5 раз ниже, чем у всех остальных нагревательных кабелей, что обеспечивает меньший температурный перепад по сечению кабеля и позволяет более эффективно отдавать тепло в окружающую среду. Кабель с минеральной изоляцией является единственным типом кабелей, изоляция которого полностью восстанавливает свою электрическую прочность после пробоя [1].

Жаростойкие кабели с магниевой изоляцией выполняются из следующих конструктивных элементов: токопроводящих жил, минеральной изоляции и герметизирующей оболочки. Токопроводящие жилы и герметизирующая оболочка изготавливаются обычно для силовых кабелей из меди, для нагревательных – из аустенитных сталей, никеля, нихрома, для термопарных – из жаростойких сталей и термоэлектродных сплавов. Кабели с минеральной (периклазовой) изоляцией выпускаются двух типов: КТМС (ХК) с термоэлектродными однопроволочными жилами из сплавов хромель и копель, а также КТМС (ХА) с термоэлектродными однопроволочными жилами из сплавов хромель и алюмель. Кабели изготавливаются в основном двух- и четырехжильными (рис. 1).

Кабели с магниевой изоляцией способны выдерживать значительные перегревы, вызванные повышением температуры окружающей среды. Они одинаково

устойчивы и к большим кратковременным токовым перегрузкам. Кабели практически остаются работоспособными, если в результате кратковременной перегрузки температура жилы повысится до 750°C . Кабель с минеральной изоляцией - это единственный тип кабелей, изоляция которого полностью восстанавливает свою электрическую прочность после пробы.



Рис.1. Вид поперечного сечения термомарного кабеля с двумя защитными оболочками.

Засыпка и уплотнение труб изоляционным материалом является самой ответственной и трудоемкой задачей. Нарушение технологических режимов прежде всего отражается на центровке токопроводящих жил и плотности изоляции и, следовательно, на электрических параметрах кабелей. В качестве изоляционного материала используют оксиды магния и алюминия. Чтобы не происходило увлажнение изоляционного порошка во время засыпки, его прокалывают в электрической печи

На рис.2 представлена схема засыпки порошковой изоляцией кабельной заготовки с использованием ультразвуковых колебаний.

Применение ультразвуковых колебаний позволило, используя традиционную технологию засыпки с одновременным уплотнением волочением, производить заполнение кабельной заготовки порошком любого гранулометрического состава, включая окись магния марки "ЧДА" [2, 3].

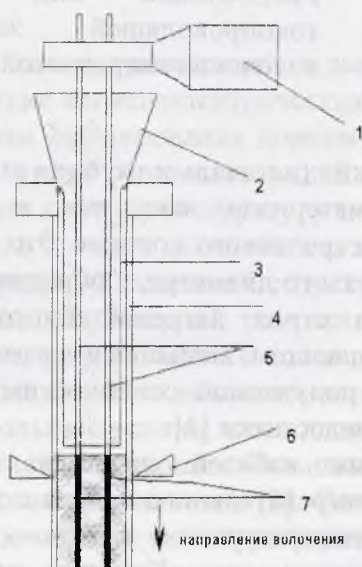


Рис.2. Схема засыпки порошковой изоляцией кабельной заготовки с использованием ультразвуковых колебаний: 1-магнитострикционный преобразователь, концентратор, 2 - бункер, 3 - направляющая труба (шток), 4 - труба-заготовка, 5 - направляющие трубки для жил, 6 - вибратор, 7-токопроводящие жилы.

Ультразвуковые колебания возбуждали с помощью магнитострикционного преобразователя 1. Из бункера 2 через шток 3 и отверстия в пробке штока порошок поступает в трубу-заготовку 4. Скорость заполнения определяется размером отверстий в пробке штока, выпускным отверстием бункера, а также размерами частиц порошка. В соответствии с заводской технологией уплотнение порошка осуществляется вибратором 6, расположенным на некотором расстоянии от волокна 7. Однако воздействие на трубу-заготовку низкочастотных вибраций (50 Гц) не устраняет зависания порошка как в пробке штока, так и в бункере и практически не влияет на его сыпучесть. При возбуждении в капиллярных трубках 5 (которые служат для центровки жил) ультразвуковых колебаний, порошок, находясь в контакте с вибрирующей поверхностью трубок, свободно перемещается как в отверстие бункера, так и в отверстиях пробки штока. Причём скорость движения порошка значительно увеличивается. Это обусловлено тем, что силы трения, возникающие между движущимися частицами порошка и поверхностью капиллярных трубок, а также поверхностью отверстий пробки штока и бункера, при воздействии ультразвуковых колебаний существенно снижаются. Эксперименты показали, что оптимальное значение амплитуды ультразвуковых смещений трубок составляет 15...20 мкм. При меньших амплитудах смещений сыпучесть порошка повышается незначительно. При больших амплитудах не обеспечивается необходимая плотность засыпки порошка в заготовке вследствие его разрыхления за счёт больших ультразвуковых смещений, что приводит затем к нарушению конструкции кабеля при волочении.

Деформирование жил происходит под действием сил, передаваемых через слой порошкового наполнителя. В результате на поверхности жил образуются вмятины (шероховатости), возникает значительная неоднородность в сечении по длине (рис.3).

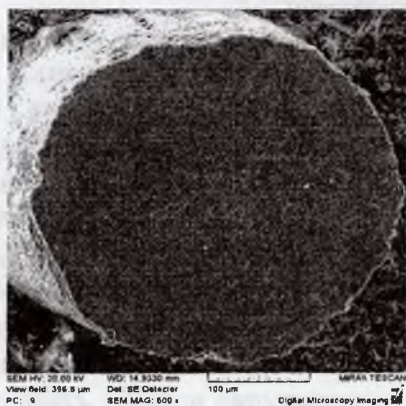


Рис.3.Общий вид поверхности токопроводящей жилы после волочения нагревостойкого кабеля

Причём неоднородность поверхности жил (площадь и глубина вмятин) зависит от физико-механических свойств, как материала жил, так и порошкового наполнителя и в особенности его гранулометрического состава. Это приводит при последующем волочении, особенно кабеля малого диаметра, к обрывам жил, а также к нестабильности термоЭДС, выходу из строя нагревостойкого кабеля при эксплуатации. Переход к порошкам, обладающим меньшими размерами частиц, например, окиси магния марки "ЧДА", получаемой химическим способом, в значительной степени устраняет указанные недостатки [3].

Серьезным недостатком резистивных кабелей является формирование "холодных" концов, т.е. места соединения нагревательного кабеля с электрическим проводом. Периодическое изменение температуры кабеля приводит к возникновению тепловых напряжений в этом месте. Качество соединительной муфты является одним из важнейших критериев успешной эксплуатации

нагревательного кабеля. Она должна обеспечивать герметичность соединительного узла и надежный электрический контакт в течение многих лет. Нами разработана технология изготовления нагревостойкого резистивного кабеля с "холодными" выводами, формируемыми в процессе его сборки и последующего волочения, в котором использовали токопроводящий элемент в виде трубки, заполненной порошковым материалом.

Термопреобразователи, изготовленные из термопарных кабелей и проводов, рассчитаны на эксплуатацию в условиях воздействия различных сред (окислительной, восстановительной, нейтральной или в вакууме) при разных температурах. Обладая хорошими электрическими характеристиками, кабели с минеральной изоляцией надежны в эксплуатации. Они, прежде всего, устойчивы к ударным и вибрационным нагрузкам в широком диапазоне частот и ускорений, а также при повышенных температурах и давлениях.

Литература

1. Сучков В.Ф., Светлова В.И., Френкель Э.Э. Жаростойкие кабели с минеральной изоляцией. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 204 с.
2. Рубаник В.В., Царенко Ю.В. Скоростная электротермическая обработка композиционных изделий с минеральным наполнителем. Известия ВУЗов. Черная металлургия. 2010, №2, с.27-32.
3. Клубович В.В., Рубаник В.В., Царенко Ю.В. и др. Ультразвуковая технология производства кабелей в металлических оболочках// Материалы, технологии, инструменты. т.7. (2002), №3, с.69-72.

ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА И ПРОЦЕССЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ КРИСТАЛЛОВ ТГС СО СЛОИСТОЙ ПРИМЕСНОЙ СТРУКТУРОЙ

Шут В.Н., Мозжаров С.Е., *Кашевич И.Ф.

Институт технической акустики НАН Беларуси,

**ВГУ им. П.М. Машиерова г. Витебск, Беларусь, kashevich@tut.by*

Исследования, проведенные в данной работе, связаны с современным направлением в физике сегнетоэлектрических кристаллов - доменной инженерией. Управлять процессом формирования доменной структуры можно как во время роста кристалла, так и путем соответствующей комбинации внешнего теплового и полевого воздействий на доменную структуру после роста кристалла [1]. Для одноосных сегнетоэлектриков это дает возможность получать периодически поляризованные кристаллы с регулярной доменной структурой (РДС), на основе которых разрабатываются элементы для лазерной техники, оптоэлектроники, акустоэлектроники. Большинство работ, раскрывающих потенциальные возможности кристаллов с РДС, относятся к исследованию высокотемпературных кристаллов, выращиваемых из расплавов. Наибольшие успехи здесь достигнуты для монокристаллов ниобата лития и танталата лития, обладающих большими значениями нелинейно-оптических и электрооптических коэффициентов [2]. Однако из-за высоких коэрцитивных полей процессы переключения в указанных кристаллах с РДС стали исследоваться только в последние годы и при достаточно высоких температурах.