

УДК 621.783

Использование ультразвуковых колебаний в процессе засыпки
 изоляционного порошка при производстве кабельных заготовок

Клубович В.В., Рубаник В.В.*, Царенко Ю.В.

Институт технической акустики НАН Беларуси

* Витебский государственный технологический университет

Традиционная технология производства кабелей с минеральной изоляцией в металлических оболочках является весьма трудоемкой и дорогостоящей. Она включает в себя операции засыпки трубы-заготовки, последующее волочение и термическую обработку после каждого обжатия. 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 прокаливают в проходной электрической печи. Температура прокаливания составляла 800 °С.

Особенностью процесса волочения кабеля с минеральной изоляцией является то, что при волочении происходит одновременно деформация оболочки, жилы и изоляционного слоя, это приводит к увеличению плотности порошка до определенного значения. Деформирование жил происходит под действием сил, передаваемых через слой наполнителя. В результате на поверхности жил образуются вмятины, возникает значительная неоднородность в сечении по длине. Причем, неоднородность поверхности жил зависит как от физико-механических свойств материала жил, так и от гранулометрического состава порошка. Это приводит при последующем волочении, особенно кабелей малого диаметра, к обрывам жил, нестабильности термоздС, преждевременному выходу из строя нагревостойкого кабеля при эксплуатации.

Применение в качестве изоляции порошка с меньшими размерами частиц, например, окиси магния марки ЧДА по ГОСТ 4526-75 в значительной мере устраняет указанные недостатки. Однако мелкодисперсная окись магния обладает малой сыпучестью, что не позволяет использовать при изготовлении заготовки способ засыпки, совмещенный с волочением, где перемещение порошка происходит под действием силы тяжести.

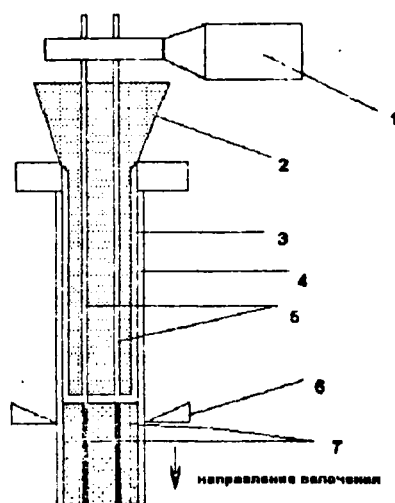


Рис.1. Схема засыпки порошковой изоляцией кабельной заготовки с использованием ультразвуковых колебаний: 1-магнитострикционный преобразователь-концентратор, 2-бункер, 3-направляющая труба (шток), 4-труба-заготовка, 5-направляющие трубки для жил, 6- вибратор, 7- гокопроводящие жилы.

Применение ультразвуковых колебаний позволило, используя заводскую технологию засыпки с одновременным уплотнением волочением, производить заполнение кабельной заготовки порошковым материалом любого гранулометрического состава. На рис.1 представлена схема, реализующая способ ультразвуковой засыпки порошка. 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 и размерами частиц порошка. В соответствии с заводской технологией уплотнение порошка осуществляется вибратором 6, расположенным на некотором расстоянии от волокна. 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 сыпучесть. При возбуждении в направляющих трубках 5 ультразвуковых колебаний порошок, находясь в контакте с вибрирующей поверхностью трубок, свободно перемещается как в отверстие бункера, так и в отверстиях пробки штока. Причем, скорость движения порошка значительно увеличится. Это обусловлено тем, что силы трения, возникающие между движущимися частицами порошка и поверхностью трубок, а также поверхностью отверстий пробки штока, при воздействии ультразвуковых колебаний существенно снижаются.

В заводских условиях разработанную технологию применяли при заполнении трубы из стали ЭИ-435 размером 20х2 мм с внутренними жилами из сплавов алюминия и хрома диаметром 3,6 мм для получения термостойкой кабельной заготовки КТМС(ХА) и с внутренними жилами из никеля диаметром 3,3 мм для получения заготовки нагревостойкого кабеля КНМСН. В качестве изоляционного порошка использовали окись магния марки ЧДА со средним размером частиц 2...4 мкм. Степень деформации при волочении заготовки составляла 15%. Источником ультразвуковых колебаний служил магнитострикционный преобразователь, питаемый от генератора УЗДН-2Т. Из исходной заготовки кабеля диаметром 22 мм получали изделия конечного диаметра 0,15 мм, удовлетворяющие требованиям ТУ 16-505.757-75. В случае использования окиси магния марки ПЭ-1М с размером частиц 40...60 мкм получать изделие диаметром менее 1,0 мм не удавалось. Кроме того, использование окиси магния с размером частиц 2...4 мкм позволило увеличить пробивные напряжения в кабельных заготовках до 1,5 раза.

Для повышения производительности процесса засыпки изоляционного порошка и улучшения качества заготовки было разработано устройство, в котором помимо направляющих трубок для жил, дополнительно вводились засыпные трубки резонансной длины, в которых возбуждали изгибные ультразвуковые колебания. Это позволило увеличить скорость засыпки порошка, полностью исключить пустоты в кабельной заготовке и обеспечить засыпку мелкодисперсного порошка. Локализация ультразвуковых колебаний в засыпной трубе исключает возбуждение колебаний в жилах, что позволяет осуществлять точную их центровку в кабельной заготовке в процессе засыпки. Скорость протягивания заготовки составила 0,04 м/с, при засыпке по заводской технологии скорость составляет 0,02 м/с.

Таким образом, использование ультразвуковых колебаний различной направленности и интенсивности в процессе сборки заготовки кабеля позволило увеличить производительность процесса производства кабелей и повысить качество готовой продукции.