XXXIV Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции.
Ч.II: С.14-15, 2006.
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2006.

УДК 621.315.61

Б.А.Мурашёв (4 курс, каф. ЭИКиК), Е.М.Кокцинская (асп., каф. ЭИКиК),
Н.М.Ваксер, к.т.н., доц.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОТИВОКОРОННЫХ ПОЛУПРОВОДЯЩИХ ЛЕНТ

Для предотвращения краевых разрядов на поверхности изоляции статорных обмоток электрических машин широко используются полупроводящие покрытия с нелинейной вольтамперной характеристикой (ВАХ), с наполнителем из мелкодисперсного карбида кремния (SiC). Покрытия выполняются как в виде эмалей, так и в виде лент. За исключением более высокой стоимости полупроводящие ленты обладают рядом преимуществ перед эмалями:

имеют высокую прочность и не повреждаются при укладке обмотки, что зачастую происходит в случае применения эмалей;

накладываются при намотке основной изоляции, что позволяет устранить трудоемкий и экологически вредный процесс покраски секций обмотки.

Технология изготовления изоляции электрических машин методом полной вакуум-нагнетательной пропитки (ВНП) позволяет улучшить некоторые технические характеристики машины и существенно сокращает процесс изолировки и сборки. При этом методе обмотка, изолированная сухими лентами, пропитывается после укладки ее в сердечник. Для изготовления высоковольтных электрических машин методом полной ВНП применяются ленточные противокоронные покрытия.

Отсутствие в нашей стране разработок противокоронных ленточных покрытий с нелинейной ВАХ и внедрение технологии полной ВНП электрических машин на предприятии ОАО «Силовые машины» (филиал «Электросила») обуславливает актуальность данной работы.

Технология изготовления противокоронных лент представляет собой несколько этапов: сначала подложка проходит через ванну с пропитывающим составом, затем лента проходит между валками и подвергается поэтапной сушке для удаления растворителя.

Целью данной работы являлось изучение влияния вязкости пропитывающего состава на электрические характеристики полупроводящих лент.

Вязкость пропитывающего состава менялась за счет различного процентного содержания наполнителя и добавления растворителя. В качестве наполнителя использовался карбид кремния КЧМ-20, подложки – лавсановая бумага, связующего – эпоксидный лак. Процентное содержание карбида кремния составляло 55-75% по отношению к сухому остатку лака. Растворитель добавляли в состав с содержанием SiC 70%. Изготовленные образцы полупроводящих лент подвергались стандартному циклу ВНП. После этого измерялись их ВАХ на переменном токе (50 Гц). Вязкость измеряли вискозиметром ВЗ-4 с диаметром сопла 4 мм по ГОСТ 8420-74.

Известно, что ВАХ полупроводящих покрытий можно описать формулой экспоненциального вида [1]: $\gamma=\gamma_0\cdot\exp(\beta E)$, где γ – электропроводность, γ_0 – начальная проводимость покрытия, β – коэффициент нелинейности, E – напряженность электрического поля. ВАХ противокоронных лент в зависимости от вязкости пропитывающего состава η представлены на рисунке. Максимум коэффициента нелинейности β и минимум γ_0 наблюдается при η=200 с.

Был проведен расчет напряженности электрического поля в начале полупроводящего

покрытия E_0 по программе, алгоритм которой описан в [2]. Расчет проведен для условий: испытательное напряжение $U_{исп}$=43 кВ, толщина изоляции d= 4 мм, диэлектрическая проницаемость изоляции ε=4,5, длина покрытия L=20 см. Также в программе использовались найденные величины γ_0 и β. Расчет показал, что минимум величины E_0 наблюдается для покрытия из ленты, изготовленной на основе пропитывающего состава с вязкостью η=200 с.

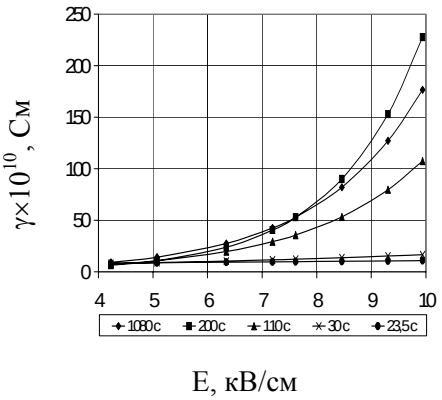

Рис. 1. ВАХ полупроводящих лент в зависимости от вязкости пропитывающего состава

Для лент с содержанием наполнителя 70%, но с добавлением растворителя в пропитывающий состав, установлено, что добавление растворителя ведет к уменьшению коэффициента нелинейности β и увеличению γ_0. По результатам расчета установлено, что увеличение содержания растворителя на 4,6% по отношению к массе пропитывающего состава приводит к возрастанию напряженности в начале покрытия на 1 кВ/см.

По результатам работы можно сделать следующие выводы.

1. Установлено, что оптимальная вязкость пропитывающего состава при изготовлении противокоронных полупроводящих лент η=200 с.
2. Определено, что добавление растворителя в пропитывающий состав ведет к уменьшению коэффициента нелинейности β и увеличению γ_0.
3. По результатам расчета установлено, что увеличение содержания растворителя на 4,6% по отношению к массе пропитывающего состава приводит к возрастанию напряженности электрического поля в начале покрытия на 1 кВ/см.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Е.М.Кокцинская, Б.Д.Ваксер, А.Г.Гегенава и др. Электротехника. 2005. № 3. С. 22-25.
2. Способ контроля эмали для покрытия, регулирующего электрическое поле: Патент на изобретение № 2010409/ Б.Д.Ваксер, В.О.Коган, В.В.Петров и др. // Изобретение. – № 5032954. – 1994. − 8 с.