

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Композиционные материалы представляют собой гетерофазные системы, полученные из двух или более компонентов с сохранением индивидуальности каждого отдельного компонента.

Для композиционных материалов характерны следующие признаки:

- состав и форма компонентов материала определены заранее;
- компоненты присутствуют в количествах, обеспечивающих заданные свойства материала;

- материал является однородным в макромасштабе и неоднородным в микромасштабе (компоненты различаются по свойствам, между ними существует явная граница раздела) [1].

По характеру распределения частиц наполнителя в полимерной матрице композиты бывают матричные, статистические и структурированные. К матричным относят композиционные материалы, частицы наполнителя в которых располагаются в узлах регулярной решетки, а к статистическим – те, в которых наполнитель распределен хаотично. К структурированным относят композиты, в которых наполнитель образует цепочечные, плоские и объемные структуры.

В последнее время все чаще находят применение композиционные материалы в электроизоляционной и кабельной технике. Они применяются для выравнивания электрического поля в кабельных муфтах, а также в виде экранов из полупроводящей композиции, служащих для более плавного перехода от токопроводящей жилы к изоляции кабеля. Например, в кабелях высокого напряжения с полиэтиленовой изоляцией рядом с жилой располагают экран из полиэтилена, наполненный сажей.

В соответствии с теорией перколяции при определенной критической концентрации X_c проводящих включений в изолирующей полимерной основе образуются длинные нити или кластеры, соединяющие два противоположных электрода. В этом случае между электродами потечет ток, а проводимость композиционного материала будет зависеть от частоты расположения бесконечных кластеров и проводимости отдельных кластеров [2].

На концах кластеров напряженность электрического поля повышена, что может приводить к частичному пробое изоляции около кластеров и в дальнейшем к росту так называемых триингов. Таким образом, оценка значения напряженности поля около концов нитей важна для конструирования полупроводящих экранов и определения их влияния на электрическую прочность электроизоляционной конструкции.

Целью данной работы являлся расчет напряженности на конце кластеров в полупроводящем покрытии, используемом для выравнивания электрического поля в кабельных муфтах.

Исследуемый материал представляет собой композицию из этиленпропиленовой резины с сажей. Для расчета электрического поля использовалась модель, приведенная на рис. 1. Она состоит из проводящего кластера длиной l (4), соединенного с экраном кабеля, имеющим потенциал $U_0=0$. Потенциал U токопроводящей жилы кабеля равен 35 кВ. Проводящий кластер расположен в полимерной основе 2. Толщина изоляции из сшитого полиэтилена (3) составляет 4 мм. Полупроводящее покрытие граничит с воздухом 1.

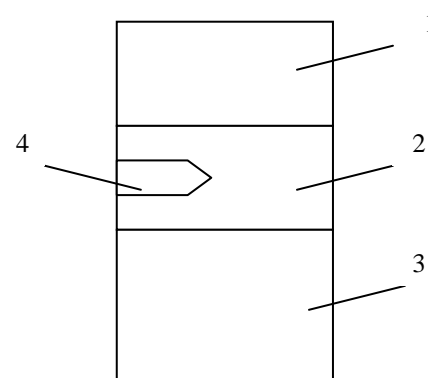


Рис. 1. Модель для расчета электрического поля: 1 – воздух; 2 – полимер; 3 – изоляция; 4 - кластер

Расчет производился с условием, что расстояние между кластерами намного превышает диаметр одного кластера $d=10$ мкм и электропроводность единичного кластера равна среднему значению электропроводности полупроводящего материала. Относительная диэлектрическая проницаемость кластера составляла $\epsilon_r = 20 \dots 100$.

Выводы. 1. В исследуемом материале с ростом длины проводящего кластера, напряженность электрического поля на его конце снижается. 2. При длине кластера $l \leq 0,25$ мм напряженность на его конце превышает напряженность в полимере без кластера не менее, чем в 1,7 раз. 3. При постоянной длине с увеличением ϵ напряженность на конце кластера возрастает.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Композиционные материалы: Справочник / под общ. ред. В.В.Васильева, Ю.М.Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
2. Холодный С.Д., Каменский М.К. Электричество. - 2004. - № 9. - С.63-65.