

Разработка технологии нанесения медного покрытия бесклеевым способом на полиимидные пленки российского производства

*Луценко Д.С., Кольцов Е.Н., Калимуллина Д.Р., Поликарпов Д.С.,
Кулеметьев И.Д.*

Аннотация:

Полимерные пленки с металлическим покрытием широко используются в современной электротехнике и микроэлектронике в качестве гибких печатных плат и интегральных схем; а также находят применение в медицине, авиационной и военной промышленности. На сегодняшний день наибольшее распространение получили полиимидные пленки марки “Kapton” (производства транснациональной американской компании «DuPont»), покрытые слоем меди. Они используются в сфере гибкой электроники, в том числе для космических аппаратов, а также в качестве электродов и окон ионизационных камер, например, подразделениями госкорпорации «Росатом». Однако в настоящее время такие изделия официально не поставляются в Россию, из-за чего задача их импортозамещения крайне актуальна. К тому же, наиболее распространенные и доступные из существующих в мире вариантов в своей конструкции предполагают наличие клеевого слоя [1, 2], что приводит к ограниченной термической и радиационной стойкости.

В связи с этим нами была разработана и запатентована [3] технология бесклеевого нанесения слоя меди заданной толщины на полиимидные плёнки отечественного производства.

В качестве основы были выбраны полиимидные пленки марок “ПМ”, “ПМ-А” и “ПМ-БУ” производства ООО «Эстроком» с толщинами от 38 до 200 мкм с заявленными характеристиками, наиболее близкими к марке “Kapton”.

В ходе работы было установлено, что пленки “ПМ-БУ” и “Kapton” обладают схожей термической и радиационной стойкостью под воздействием γ -излучения, а также близкими диэлектрическими свойствами; поэтому марку полиимидной пленки “ПМ-БУ” можно рассматривать как перспективную замену промышленной полиимидной пленки марки “Kapton” в тех областях науки и техники, где важны данные характеристики [4].

Разработанная технология бесклеевого нанесения меди включает в себя стадию обработки кислородной плазмой с последующим нанесением адгезионного медного слоя методом магнетронного напыления на постоянном токе (DC Sputtering) и затем созданием проводящего слоя

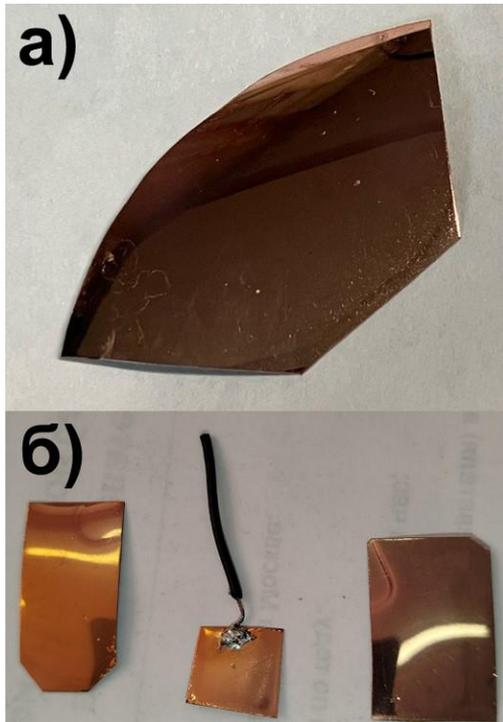


Рисунок 1. а) Внешний вид полиимидной пленки, покрытой слоем меди методом термического вакуумного испарения, б) внешний вид образцов после дозы гамма-излучения 650 кГр,

составляло $\approx 10^{-4}$ Ом \times см.

Таким образом, разработанная технология позволяет получать полиимидные пленки, покрытые медью бесклеевым методом, с характеристиками, не уступающими зарубежным аналогам.

Литература

1. Патент CN1842254B (2005) Авторы: Satoshi Chinda and Nobuaki Miyamoto.
2. Патент KR101956428B1 (2016) Авторы: Nobuaki Miyamoto.
3. Заявка на патент №2024138636 (по состоянию на 26.01.2026 принято решение о выдаче патента). Авторы: Кольцов Е.Н., Гапанович М.В., Калимуллина Д.Р., Луценко Д.С., Поликарпов Д.С.
4. Gapanovich M.V., Lutsenko D.S., Demidov S.V., Koltsov E.N., Polikarpov D.S., Rabenok E.V., Kalimullina D.R., Rakitin V.V., and Allayarov S.R., Effect of Thermal Annealing and Gamma Radiation Dose on the Mechanical and Dielectric Properties of Kapton and PM-BU Polyimide Films // High Energy Chemistry, 2025, 59(6), pp.607-612