

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЕФЕКТОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ключевые слова: электрический потенциал, плотность тока, поле дефекта, неметаллическое включение, порог протекания, эффективная среда.

Согласно классической электродинамике, для каждой точки металлической пластины с распределенными в ней случайным образом неметаллическими включениями можно записать:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}, \quad \vec{E} = -\text{grad}\phi = -\vec{\nabla}\phi, \quad \text{div}\vec{J} = 0 \quad (1)$$

где \vec{J} – вектор плотности электрического тока, σ – удельная электропроводность материала, \vec{E} – вектор напряженности электрического поля, ϕ – электропотенциал. Решая уравнения совместно, определяем значение потенциала и плотности тока в каждой точке системы.

В однородной металлической структуре (рис. 1, *а*) падение потенциала происходит плавно, и поле плотности тока (рис. 1, *б*) однородно. При наличии неметаллических включений (рис. 1, *в*) поле потенциала искажается, поле плотности тока становится неоднородным, наблюдается обтекание током дефектов. При некотором значении концентрации неметаллических включений p_c (порог протекания) система становится непроводящей. Для исследуемой плоской системы построены зависимости плотности тока \vec{J} от концентрации металлических включений $p_m = 1 - p_c$ (рис. 2, *а*). Экспериментальное значение $p_m = 0,5$. В теории эффективной среды [1] для плоской системы p_m должно находиться в пределах 0,4–0,6.

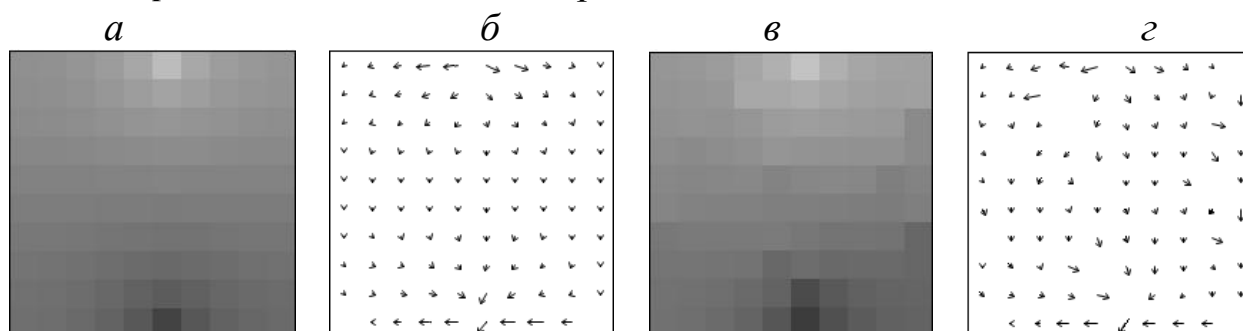


Рис. 1

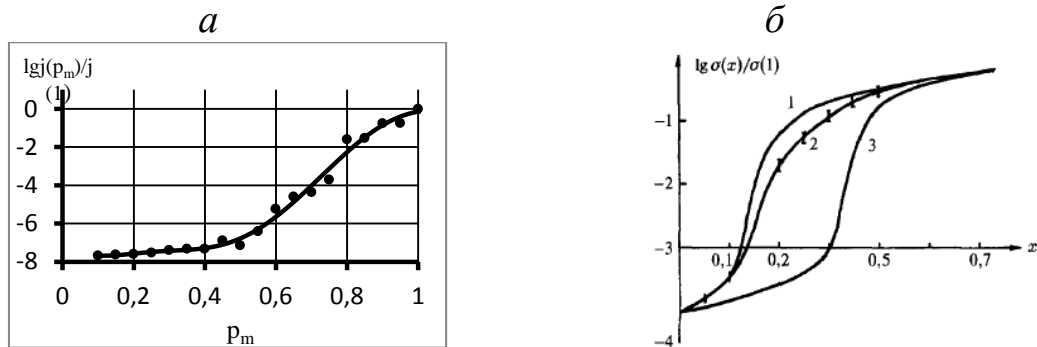


Рис. 2

Выводы

1. Картина скалярного поля потенциала и векторного поля плотности тока позволяет определить положение включений с электропроводностью отличной от электропроводности материала объекта контроля.

2. Экспериментальные графики зависимости $f = \lg \frac{J(p_m)}{J(1)}$ аналогичны зависимостям, полученным теоретически (рис. 2, б). Таким образом, по данным зависимостям возможно определение перколяционного перехода «металл – диэлектрик».

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов А. П. Электродинамика композитных материалов / под ред. Б. З. Каценеленбаума. М. : Эдиториал УРСС, 2001. 208 с.