

ОПТИМИЗАЦИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РЕЗИСТИВНОГО ПОКРЫТИЯ КОЛЛЕКТОРНОГО ЭЛЕКТРОДА GEM-ДЕТЕКТОРА ДЛЯ КОМПЛЕКСА MPD NICA

^aЗур И.А., ^bФедотов А.С., ^aХарченко А.А., ^aФедотова Ю.А., ^cМовчан С.А.

^aНИИ «Институт ядерных проблем» БГУ, Минск, Беларусь

^bБелорусский государственный университет, Минск, Беларусь

^cОбъединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

Пробой в газовых электронных умножителях (ГЭУ), используемых в ускорительных комплексах NICA (ОИЯИ) и LHC (CERN) для регистрации заряженных адронов и фотонов, приводят к ухудшению их быстродействия, деградации усилительного элемента и выходу из строя в последствии. Одним из методов повышения устойчивости ГЭУ к пробую является нанесение на электроды резистивных покрытий. В связи с этим, актуальной задачей является определение оптимальных электрофизических свойств покрытий, которые повысят стабильность работы и увеличат срок эксплуатации ГЭУ.

Предлагается математическая модель для описания протекания тока электронной лавины через резистивное покрытие в ГЭУ на основании системы уравнений:

$$\begin{cases} j = \sigma E + \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{Q_{\max}}{t} \frac{1}{\sqrt{2}} \text{Exp} \left(\frac{t - \tau}{\sqrt{2} \tau} \right)^2 f(\vec{r}) \\ E = -\nabla \varphi, \quad D = \varepsilon_0 \varepsilon E, \quad \nabla \cdot j = -\frac{\partial q}{\partial t} \end{cases} \quad (1)$$

где φ – потенциал, E и D – векторы напряжённости и смещения электрического поля, q – плотность электрического заряда, $Q_{\max}$ – максимальный электронный заряд на поверхности резистивного покрытия, $f(x)$ – гауссова функция для пространственного распределения инжектируемого заряда. Система (1) устанавливает зависимость времени прохождения τ и амплитуды $j_{\max}$ токового импульса от удельной электропроводности σ и диэлектрической проницаемости ε резистивного покрытия, что показано на рисунке 1.

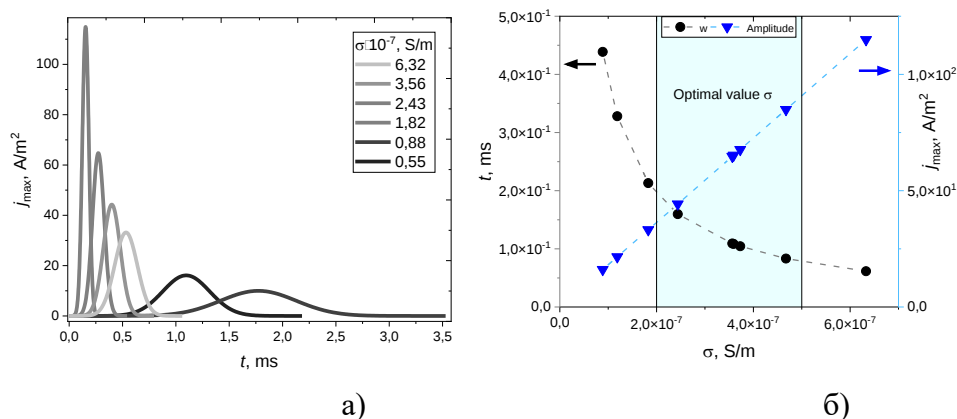


Рисунок 1. а) максимальная плотность тока $j_{\max}$ в покрытии от времени с начала пробоя t для электропроводности $\sigma = (0,55...6,32) \cdot 10^{-7}$ См/м, б) зависимость времени отвода заряда τ и максимальной плотности тока $j_{\max}$ от значений электропроводности материала резистивного покрытия σ

Установлен диапазон удельной электропроводности резистивного покрытия $\sigma = (2...5) \cdot 10^{-7}$ См/м. Такие покрытия, с одной стороны, позволяют отводить заряд за время меньше периода следования электронных лавин, с другой стороны, обеспечивают плотность тока ниже критической, что позволит избежать быстрой деградации покрытия. Результаты будут полезны при улучшении временного разрешения существующих модификаций газовых электронных умножителей. Исследование выполнено в рамках контракта №08626319/21474485-74 с ОИЯИ (г. Дубна, РФ).