

3. Summary.

Построение асимптотических решений трехмерного уравнения Лапласа в слое с быстроменяющейся границей, описывающей массив нанотрубок, и приложение этих решений к исследованию холодной полевой эмиссии электронов.

Д.С. Миненков, Институт Проблем Механики А.Ю. Ишлинского, РАН, Москва, E-mail: minenkov.ds@gmail.com

В настоящее время ведутся исследования, связанные с разработкой холодных полевых катодов на основе углеродных нанотрубок (обзор современного состояния и библиографию можно найти в статье [1]). Для этого исследуются физические особенности полевой эмиссии электронов как для одиночных нанотрубок, так и для катодов на основе нанотрубок. Проводится большое количество численных расчетов (например, [2, 3]) и экспериментальных исследований (например, [4–8]). В некоторых случаях, для одиночных нанотрубок с простой геометрией и для регулярных массивов из таких трубок можно получить аналитические формулы (см. например, [9, 10]).

В нашей лаборатории под руководством С.Ю. Доброхотова (Институт Проблем Механики, РАН, Москва) предлагается использовать асимптотические методы для расчета эмиссионных характеристик массивов нанотрубок. Наличие в рассматриваемой задаче малых параметров, например аспектного отношения диаметра нанотрубки d к ее высоте h , позволяет найти асимптотические формулы для решения указанной задачи. Асимптотические решения позволяют описывать значительно более широких класс одиночных трубок и массивов трубок, нежели точные аналитические методы. С другой стороны, поскольку асимптотические решения задаются явными аналитическими формулами, то расчеты по ним ведутся на порядок быстрее численного счета. Такое преимущество в скорости позволяет ставить и решать новые задачи – например, рассматривать нерегулярные массивы нанотрубок со случайным разбросом геометрических параметров, например, массивы нанотрубок разной высоты. Эти исследования имеют большое значение, поскольку реальные массивы, которые сейчас можно получить, как раз являются нерегулярными.

В настоящем году сделан первый шаг в этом направлении – построены асимптотические формулы для регулярного массива. В следующем году мы планируем провести следующие работы:

1) Использовать полученные асимптотические решения для исследования нерегулярного массива. А именно, исследовать зависимость фактора усиления поля и полного тока эмиссии от геометрических параметров массива.

2) Построить асимптотические решения, которые по фактору усиления поля будут соответствовать одноступенчатым трубкам, и использовать их для исследования нерегулярного массива.

3) Использовать построенную модель для расчета реальных катодов и находить оптимальные значения геометрических параметров, при которых ток будет максимальным.

В дальнейшем можно включить в модель дополнительные факторы, например, влияние температуры на эмиссию [2]. Кроме того предложенный метод позволяет исследовать катоды другого типа.