**Теоретическая модель процесса лазерного возбуждения акустических сигналов в жидкой среде с присутствием наноразмерных объектов**

**Д.В. Орда-Жигулина, И.Б. Старченко**

Южный федеральный университет, факультет электроники и приборостроения

Целью настоящей работы является разработка теоретической модели оптической генерации акустического поля в жидкой среде в присутствии наноразмерных объектов, а именно углеродных наноматериалов.

Предлагается, что суммарное акустическое поле, формируемое в среде, будет складываться из двух составляющих: поля, формируемого оптическим импульсом в жидкой среде, и поля, формируемого самими углеродными наночастицами.

Для реализации данного предположения были рассмотрены теоретические модели оптоакустического эффекта в жидких средах и анизотропном твердом теле.

Аддитивность физических явлений, положенных в основу модели, обеспечивается сходством временных масштабов рассматриваемых процессов оптоакустического взаимодействия.

Выполним расчет акустического поля, формируемого углеродными наночастицами, с использованием выражения [1]для описания профиля колебательной скорости *v* в звуковой волне:



Здесь *Y*– константа электрострикции, *k*– волновое число, *L*–граница лазерного пучка, – круговая частота, *ρ*0 – плотность, *сL*– скорость продольных волн.

Параметры для расчета взяты из литературных источников [2, 3]. На графиках рис. 1 представлены временные профили оптоакустических импульсов, причем по оси абсцисс отложено нормированное время на длительность оптического импульса.



а) б)

Рисунок 1 – Акустическое поле, формируемое углеродными наночастицами: а) для ; б) для 

Зависимость уровня звукового давления от времени (форма импульса), построенные с использованием выражения [4, 5]



изображены на рис. 2 для различных длительностей импульса и расстояний. Видно, что при ОА-преобразовании возбуждаются двуполярные акустические импульсы: за фазой сжатия следует фаза разрежения. Такая форма сигналов обусловлена свободным характером поверхности воды. Если на поверхность положить прозрачную пластину (например, из плотного стекла), акустический импеданс *ρс* которой много больше, чем у воды, то сформируются однополярные импульсы сжатия.



1. б)



в)

Рисунок 2 –Эволюция профиля оптоакустического импульса в нелинейной диссипативной среде***:*** а) мкс; б) мкс; в) мкс

Далее, на рис. 3 представлен расчет по теоретической модели оптоакустического эффекта в жидкой среде с наночастицами, описанной выше.



а) б)

Рисунок 3 – Суммарное акустическое поле, формируемое УНТ и средой: а) для ; б) для.

Видно, что присутствие наноразмерных частиц в среде дает некоторую добавку к уровню акустического давления. К сожалению, оценить точно ее величину не представляется возможным из-за разброса в электрофизических параметрах нанотрубок в несколько порядков.

**Литература**

1.Гусев, В.Э. Лазерная оптоакустика [Текст] / В.Э. Гусев, А.А.Карабутов // М.: Наука, 1991. – 304 с.

2.Гуляев, Ю.В. Углеродные нанотрубные структуры – новый материал для эмиссионной электроники [Текст] / Ю.В. Гуляев // Вестник Российской Академии Наук, 2003. –Т.73, –№ 5, –С. 389.

3.Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы [Текст] / Р.А.Андриевский, А.В. Рагуля // М.: Издательский центр «Академия», 2005. –192 с.

4.Новиков, Б.К. Нелинейная гидроакустика [Текст] / Б.К. Новиков, О.В. Руденко, В.И. Тимошенко // Судостроение, 1981. – 264 с.

5.Джуплина, Г.Ю. Теоретическая модель оптикоакустического эффекта в среде с наноразмерными рассеивателями [Текст] / Г.Ю. Джуплина, И.Б. Старченко // Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2009. – № 10. – С.189 192.