

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТОАКУСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ

^aРоманов О.Г., ^{a,b}Тимошенко И.А.

^a *Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

^b *НИИУ «Институт ядерных проблем» БГУ, Минск, Беларусь*

В последнее время оптоакустические процессы, возникающие при облучении различных наночастиц короткими лазерными импульсами, притягивают к себе все возрастающее внимание ввиду развития, например, технологий оптоакустической визуализации. Более того, наночастицы – оптоакустические агенты – рассматриваются и с точки зрения тераностики – новейшего подхода, который сочетает в себе как визуализацию (диагностику), так и терапию, уменьшая степень хирургического вмешательства в организм человека и его негативные последствия.

Поглощение света наночастицами, внедренными в биологическую среду, вызывает ее нагрев и деформацию. В зависимости от преобладающего механизма можно выявить три сценария: оптотермический эффект или гипертермия, оптотермоакустический и оптоакустический эффекты. Оптотермический эффект наблюдается, когда большая часть поглощенной энергии переходит в тепло, что приводит к значительному (десятки Кельвинов) повышению локальной температуры. Это происходит при облучении образца непрерывным излучением в течение значительного времени (секунды или минуты) или лазерным импульсом, длительность которого превышает время распространения акустической волны в наночастице. Оптотермоакустические и оптоакустические эффекты возникают при облучении наночастиц короткими и ультракороткими лазерными импульсами. При этом акустические волны, генерируемые за счет теплового расширения наночастиц, можно использовать не только для оптоакустической визуализации, но и для механического разрушения опухолевых клеток [1].

Изначально в качестве оптоакустических агентов рассматривались металлические и полупроводниковые частицы. Но уникальные свойства углеродных наноматериалов, в том числе оптические, тепловые, механические, электронный транспорт, люминесценция, обеспечили необходимый прорыв для быстрого распространения углеродных наноматериалов в тераностике [2].

В данной работе проводится численное моделирование процессов возбуждения и распространения акустических импульсов в углеродных микро- и наноструктурах при воздействии сверхкоротких лазерных импульсов. Предлагаемая методика численного моделирования основана на решении уравнений движения сплошных сред в форме Лагранжа для пространственно неоднородной среды [3]. Данная модель позволяет рассчитывать поля температуры, давления, плотности и скорости среды в зависимости от параметров лазерных импульсов и характеристик микро- и наноструктур. Исследуются возможности применения различных оптоакустических агентов для целей тераностики.

Библиографические ссылки

1. Golubewa L. et. al. / Sci. Rep. 2020. Vol. 10. P. 22174.
2. Augustine S. et. al. / Biomater. Sci. 2017. Vol. 5. P. 901.
3. Romanov O.G. et. al./ J. Eng. Phys. Thermophysics. 2011. Vol 84. P. 772.