

Нелинейные оптические свойства и диспергирование одностенных углеродных нанотрубок

Савельев М.С.^{1,2}, Василевский П.Н.¹, Герасименко А.Ю.^{1,2}

savelyev@bms.zone

¹ Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, Зеленоград, Россия

² Первый МГМУ имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

Нелинейные оптические свойства одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) делают их привлекательными для использования в ограничителях лазерного излучения. Важной задачей является получение гомогенных дисперсных систем в жидкости [1]. Для таких образцов значение линейного пропускания поддерживается на заданном уровне в течение длительного времени (не происходит выпадения частиц в виде осадка). Размеры агломератов ОУНТ оценены методом динамического рассеяния света (ДРС). Нелинейные оптические свойства оценены по методу фиксированного расположения материала, который позволяет определить зависимость пропускания от падающей полной энергии.

При проведении исследований выбраны ОУНТ разных типов, а именно TUBALLTM (1) и ОСУНТ90А (2). Для получения гомогенных дисперсных систем в ацетоне исследованы возможности по использованию ультразвукового гомогенизатора. Параметрами такой обработки характеризуется не только перемешивание, но и возможность получения частиц меньших размеров [2]. Обработка производилась при плотности энергии 7200 Дж/см³. В случае ОУНТ 1 производилась дополнительная обработка ультразвуком 12600 Дж/см³. В результате получены гомогенные образцы с пропусканием выше 70 % на длине волны 532 нм. Необходимость дополнительной обработки в случае образца 1 связана с отсутствием карбоксильных групп у таких нанотрубок и их большей длиной свыше 5 мкм (жгуты сильнее сплетаются) с диаметром 1,6±0,4 нм по сравнению с 2 диаметром 1,4-1,6 нм и длиной 0,5-1,5 мкм. В результате измерений методом ДРС определены значения гидродинамического радиуса в процессе обработки ультразвуком. Выяснено, что во время обработки происходит исчезновение частиц с гидродинамическим радиусом более 1 мкм, основное количество частиц смещается к области ~100 нм, что может быть связано с их аспектным соотношением. При этом возникает сигнал от частиц с гидродинамическим радиусом ~0,1 нм.

В случае исследований нелинейных оптических свойств использован лазер LS-2145-ОРО с длительностью 10 нс и падающей полной энергией импульса 142 Дж/см². В соответствии с пороговой моделью для случая прямоугольной формы импульса [3] определены значения нелинейного коэффициента поглощения и пороговой плотности потока энергии. Значения прошедшей полной энергии в активном режиме для образца 2 составило 3,8 Дж/см². Нелинейный коэффициент поглощения и пороговая плотность потока энергии для 1 составили 100 см/ГВт и 0,019 Дж/см², для 2 составили 120 см/ГВт и 0,014 Дж/см², соответственно.

Ссылки

1. Г.А. Тимербулатова, А.М. Димиев, Т.Л. Хамидуллин, С.В. Бойчук, П.Д. Дунаев, Р.Ф. Фахруллин, Н.Н. Хаертдинов, Н.Н. Порфирьева, Т.О. Халиуллин, Л.М. Фатхутдинова. Наноструктуры, нанотрубки (2020) 15, 461.
2. S. H.M.C. Monteiro, E.K. Silva, J. T. Guimaraes, M.Q. Freitas, M. A.A. Meireles, A.G. Cruz. Ultrasonics - Sonochemistry (2020) 63, 104928.
3. М.С. Савельев, П.Н. Василевский, Ю.П. Шаман, А.Ю. Толбин, А.Ю. Герасименко, С.В. Селищев. Журнал технической физики (2023) 93, 511.