

Оптодинамические эффекты в нанокompозитных материалах на основе плазмонно-резонансных наночастиц

***Ершов А.Е., Сёмина П.Н., науч. рук. д.ф.-м.н., С.В. Карпов
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН***

Нанокompозитные материалы и нанокolloиды, содержащие локально анизотропные агрегаты плазмонно-резонансных наночастиц обнаруживают нетривиальные оптические и нелинейно-оптические свойства в импульсных лазерных полях. К ним, в частности, относятся нереверсивные спектрально- и поляризационно-селективные фотохромные процессы, сопровождающиеся сильным изменением спектра плазмонного поглощения этих материалов [1]. За десятилетия, прошедшие с начала этих исследований накоплен большой объем экспериментальных данных и выявленных закономерностей по воздействию импульсного лазерного излучения на такие материалы. Однако большая часть полученных результатов не получила должного объяснения в силу сложности и взаимосвязанности сопутствующих процессов. Эти процессы охватывают взаимосвязанные термодинамические, оптические, физико-химические, механические и другие явления, вызванные действием оптического излучения.

Целью настоящей работы является исследование оптодинамических процессов в резонансных доменах многочастичных агрегатов из металлических наночастиц с учетом их полидисперсности, а также механизмов нелинейно-оптических и фотохромных эффектов в агрегатах наночастиц в нанокolloидах металлов и нанокompозитах на их основе.

В работе представлена модернизированная модель взаимодействия импульсного лазерного излучения с доменами плазмонно-резонансных частиц, которая описывает светоиндуцированные изменения их структуры на основе модели броуновской динамики и учитывает парные межчастичные ван-дер-ваальсовы, оптические и упругие взаимодействия, диссипацию энергии, теплообмен между электронной и ионной компонентами материала частиц, а также с межчастичной средой, нагрев и плавление полимерного адсорбционного слоя частиц [2,3]. Важным преимуществом нашей модели является учет полидисперсности частиц агрегата, а также нагрев и плавление их металлического ядра, что сопровождается изменением их спектральных свойств. С помощью разработанной модели получены динамические характеристики резонансных доменов (изменение во времени межчастичного зазора, температуры частиц и модуля упругости их адсорбционного слоя, спектра экстинкции). Исследован вклад в фотомодификацию резонансного домена длительности лазерного импульса, интенсивности излучения. Фотомодификация в поле лазерных импульсов исследована для различных начальных характеристик доменов на примере классического материала наноплазмоники – серебра. Установлены причины проявления фотохромного эффекта в материалах. Показано, что эти причины связаны с изменением спектральных свойств резонансных доменов. Эти изменения обусловлены как изменением расстояния между частицами доменов, так и снижением добротности плазмонного резонанса частиц вследствие их нагрева и последующего плавления при возрастании константы электронной релаксации металла.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов Президиума РАН №24.29 и №24.31, ОФН РАН №III.9.5, СО РАН №43, СО РАН – СФУ №101, Министерства образования и науки РФ, соглашение № 14.B37.21.0457.

- [1] Карпов С.В., Слабко В.В. Оптические и фотофизические свойства фрактально-структурированных золей металлов. Издательство СО РАН. Новосибирск, 265 с (2003).
- [2] Gavriluyuk A. P., Karpov S. V. Applied Physics B, 97. 173 (2009).
- [3] Gavriluyuk A. P., Karpov S. V. Applied Physics B, 102. 65 (2011).