

УДК 535.016

СОЗДАНИЕ МОНОДИСПЕРСНЫХ РАСВОРОВ ОПТИЧЕСКИ РЕЗОНАНСНЫХ НАНОЧАСТИЦ КРЕМНИЯ

Карсакова М.Е. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), Понкратова Е.Ю. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), Карамянц А.Г. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Зуев Д.А.
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Аннотация

Исследование посвящено получению кремниевых наночастиц методом лазерной абляции в жидкости и их последующему разделению по размерам с помощью метода градиента плотностей.

Введение.

Green printing является новой и экологически безопасной технологией, которая позволяет использовать наночастицы в качестве чернил для печати. Такая технология применима для фабрикации метаповерхностей, оптических и электронных устройств без использования методов литографии. Это не только сокращает затраты и количество производственных этапов, но и позволяет избежать использования токсичных реактивов. Для более широкого внедрения технологии зеленой печати необходимо развивать доступные, быстрые и дешевые способы синтеза наночастиц.

Одним из перспективных материалов для печати методом green printing является кремний благодаря его малым тепловым потерям, большому значению показателя преломления и совместимости с существующими технологиями электроники. В настоящее время для создания таких наночастиц используется множество методов, наиболее перспективным из которых является лазерная абляция в жидкости благодаря простоте и экологичности. Такой подход позволяет получить чистые коллоидные растворы без проведения сложных химических реакций и последующей очистки от примесей и токсичных растворителей. С помощью варьирования параметров лазерного излучения возможно создание частиц с различной морфологией. Однако главным недостатком метода лазерной абляции является широкое распределение частиц по размерам. Одно из решений данной проблемы – центрифугирование коллоидных растворов в градиенте плотностей.

Основная часть. Методом получения коллоидных растворов наночастиц кремния была выбрана наносекундная лазерная абляция в деионизованной воде. Кремниевая мишень облучалась импульсами длительностью 20 нс с плотностью энергии 4,4 Дж/см². Согласно данным сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) полученные растворы содержат наночастицы с характерными размерами $r = 101 \pm 157$ нм.

Для устранения полидисперсности был использован метод градиента плотности, суть которого заключается в пропускании исходного коллоидного раствора через столб жидкости, состоящий из наслоенных друг на друга растворов, обладающих разными физико-химическими характеристиками. Наиболее подходящим соединением для создания градиента плотности оказалась сахароза, т.к. она является доступным, нетоксичным, достаточно вязким и плотным веществом, в котором могут быть суспендированы кремниевые наночастицы. Растворы с разной концентрацией сахарозы были помещены в пробирку так, чтобы плотность уменьшалась снизу вверх, причём исходный коллоидный раствор кремниевых наночастиц составляет верхний слой свежеприготовленного градиента плотности. При центрифугировании под действием центробежной силы наночастицы движутся с разной скоростью в зависимости от их массы и задерживаются на разных слоях, образуя цветной градиент. Заключительный этап – отбор монодисперсных растворов в

отдельные пробирки, последующее очищение от примесей сахарозы и оценка размеров с помощью СЭМ.

Выводы. В результате проведённой работы были получены коллоидные растворы кремниевых наночастиц со средним радиусом 101 нм, синтезированные методом наносекундной лазерной абляции в жидкости. Полученные частицы разделены по размерам с помощью центрифугирования в градиенте плотностей. Данный метод делает возможным применение кремниевых наночастиц в качестве чернил для технологии зеленой печати.

Карсакова М.

Понкратова Е. Ю.

Кармянц А.Г.

Зуев Д.А.