УДК 53.087:538.93

**Оптический метод формирования кристаллов в наносуспензиях**

**В.И. Иванов1, И.Н. Егоршин2**

*1Дальневосточный государственный университет путей сообщения (г. Хабаровск)*

*2Тихоокеанский государственный университет (г. Хабаровск)*

*В данной работе исследуется возможность формирования нанокристаллических структур в прозрачных наносуспензиях под действием сил светового давления. В отличие от известных методов, основанных на термодиффузии микрочастиц, предлагаемый подход позволяет эффективно управлять осаждением наночастиц при высоких начальных концентрациях.На основе модели, учитывающей дрейф наночастиц в световом поле и диффузионные процессы, получено стационарное распределение концентрации. Результаты работы открывают перспективы для управляемого синтеза наноструктур в жидких средах без использования сложных химических методов.*

Широко известны химические методы формирования наноструктур (например, фотонных кристаллов) из жидкой фазы [1]. Однако недавние исследования демонстрируют ряд новых возможностей. Например, в работе [2] показано, как светоиндуцированная термодиффузии латексных микрочастиц в растворе приводит к образованию двумерного кристалла на охлаждающей поверхности в конвективном потоке жидкости. При этом концентрация микрочастиц увеличивалась в зоне светового пучка на несколько порядков. Для наночастиц реализация такого метода затруднена, поскольку коэффициент термодиффузии для них значительно меньше, чем для микрочастиц. В [3] показано, что силы светового давления можно эффективно использовать для осаждения наночастиц в наносуспензии.

В данной работе предлагается использовать силы светового давления для создания кристаллов из наночастиц в прозрачной наносуспензии.

Рассмотрим прозрачную наносуспензию, которая подвергается воздействию лазерного излучения с равномерным распределением интенсивности. В отличие от работы [3] начальная концентрация наночастиц не считается малой. В первом приближении можно предположить, что установившаяся скорость движения наночастиц в суспензии под влиянием светового поля линейно зависит от интенсивности излучения [3].

Динамика изменения концентрации наночастиц описывается следующим уравнением:

, (1)

где *C*(z,t) – обьемная доля дисперсной фазы; *D* – коэффициент диффузии; *V* – скорость дрейфа наночастиц.

В установившейся суспензииполучим: , .

После интегрирования:

, , .

Найдем A из условий нормировки:

, (2)

где *Co* – начальная концентрация наночастиц; *L* – длина кюветы.

, .

В итоге решение одномерной задачи (1) с соответствующими граничными условиями на верхней и нижней границахв стационарном режимевыглядит как:

,(3)

где B –константа, определяемая из условий нормировки.

Как показывают оценки при интенсивности излучения около МВт/м2, что для прозрачных наноматериалов вполне достижимо с использованием непрерывных лазерных источников, объемная доля наночастиц на дне кюветы может достигать единицы, формируя условия для образования кристаллической структуры

Предложенный метод создания коллоидных кристаллов из разбавленных наносуспензий открывает новые возможности для разработки наноматериалов, фотонных кристаллов и химических сенсоров. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования методов оптической диагностики наноматериалов [4].

**Л И Т Е Р А Т У Р А**

1. Debora J.D., Lyon L.A. Thermoresponsive photonic crystals // J. Phys. Chem. B. -2000. – 104. – P.6327–6331.
2. Duhr S., Braun D. Two-dimensional colloidal crystals formed by thermophoresis and convection **//** Applied Physics Letters. – 2005. – 86. – P. 131921.
3. [Khe](https://www.spiedigitallibrary.org/profile/Vladimir.Khe-243589)V.K., [Ivanov](https://www.spiedigitallibrary.org/profile/Valery.Ivanov-4025790) V.I., [Ivanova](https://www.spiedigitallibrary.org/profile/Galina.Ivanova-4068291) G.D., Chigrin P.G. Sedimentation of particles by the light pressure in nanosuspension // Proc. SPIE. -2017. – 10466. – P. 104664K.
4. Иванов В.И., Егоршин И.Н. Модуляционный метод светоиндуцированной псевдо-призмы в наносуспензии // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов.– №16. – 2024. – С. 134-139.