

УДК 535.42; 004.94

## РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКИХ ДИФРАКЦИОННЫХ КАРТИН В ПРОЦЕССЕ РОСТА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

П. Я. ЧУДАКОВСКИЙ, Н. С. МАНКЕВИЧ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

В данной работе представлены результаты компьютерного моделирования дифракции оптического излучения в процессе роста одиночных прозрачных кристаллических частиц (микрористаллов) в жидкой среде. В рамках проведенного моделирования в качестве кристаллов рассматривался фазовый объект в виде двумерной фазовой ступеньки прямоугольного типа. Взаимодействие светового излучения с таким фазовым объектом описывалось дифракционным интегралом Френеля – Кирхгофа [1].

В качестве жидкой среды рассматривалась вода с показателем преломления  $n_0 = 1,33$ . Предполагалось, что кристалл обладал кубической формой, а его показатель преломления принимался равным  $n = 1,5$ . Во всех представленных ниже численных эксперимента виртуальный экран, на котором регистрировалась дифракционная картина, располагался на расстоянии  $z = 1$  м от кристалла. Для плоской монохроматической волны, падающей нормально к грани кристалла и испытывающей дифракцию на кристалле, длина волны составляла  $\lambda = 0,6328$  мкм.

Так, на рис. 1 представлены результаты визуализации двумерного распределения интенсивности оптического излучения в дифракционной картине, возникающей в процессе равномерного роста кристалла.

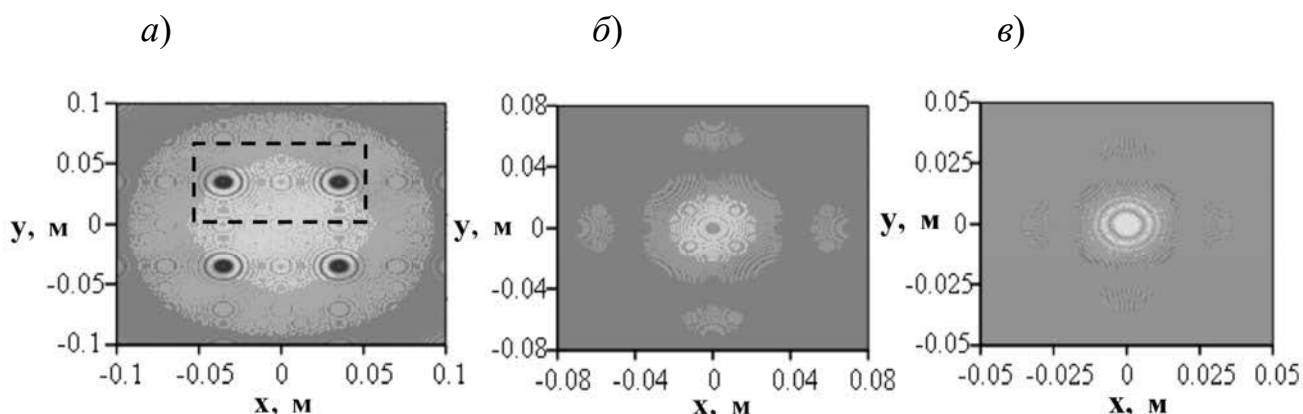


Рис. 1. Компьютерное моделирование двумерного пространственного распределения интенсивности светового излучения, возникающего вследствие его дифракции на прозрачном микрористалле кубической формы с ребром длиной  $L$ : а – для кристалла длиной  $L = 5$  мкм; б – для кристалла длиной  $L = 15$  мкм; в – для кристалла длиной  $L = 30$  мкм

Как видно из рис. 1, а, для кристалла с ребром  $L = 5$  мкм дифракционная картина характеризуется семейством кольцевых интерференционных полос симметрично расположенных относительно центра картины. По мере роста

кристалла в центре дифракционной картины формируются интерференционные кольца. Для кристалла с ребром  $L=15$  мкм в центре картины наблюдается темное пятно, заключенное в светлое кольцо, в то время как для кристалла с ребром  $L=30$  мкм в центре возникает светлое пятно, ограниченное темным кольцом. Такое поведение интенсивности в центре картины связано с изменением фазы волны.

Одномерные распределения интенсивностей оптического излучения, относящиеся к модельным дифракционным картинам на рис. 1, представлены на рис. 2.

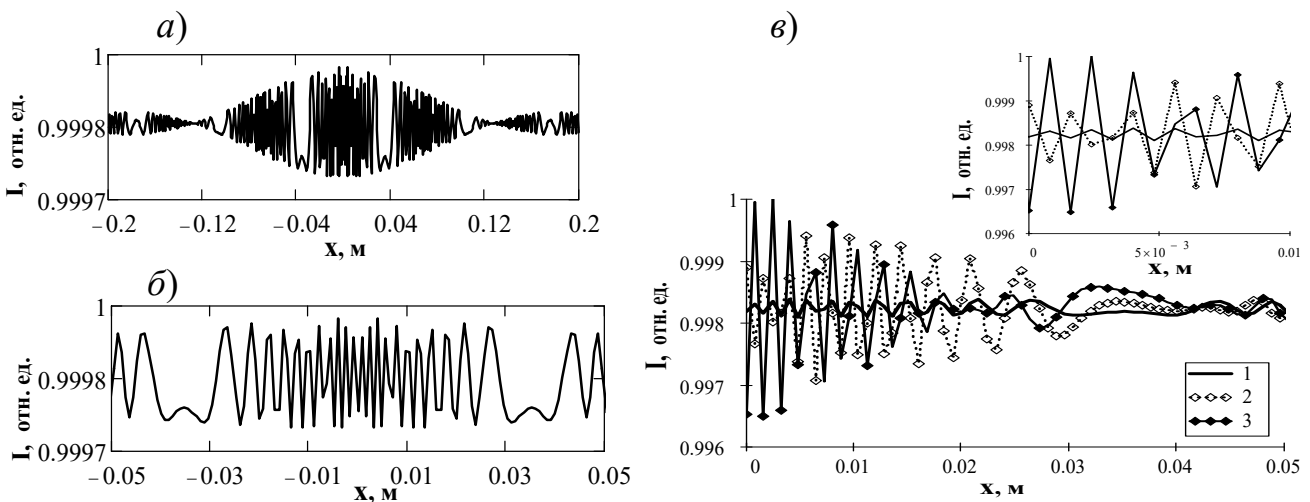


Рис. 2. Одномерные распределения интенсивностей оптического излучения, соответствующие дифракционным картинам на рис. 1: *a* – усредненная интенсивность света для дифракционной картины на рис. 1, *a* в пределах области, выделенной штриховой линией; *б* – её увеличенный масштаб; *в* – сравнение интенсивностей; 1 – кристалл с ребром  $L = 5$  мкм; 2 – кристалл с ребром  $L = 15$  мкм; 3 – кристалл с ребром  $L = 30$  мкм; на вставке – увеличенная область для  $0 \leq x \leq 0,01$  м

Рис. 2, *a*, *б* характеризуют усредненную интенсивность света в дифракционной картине для области, выделенной штриховой замкнутой линией на рис. 1, *a*. На этих рисунках видны участки подавления интенсивности света. Зависимости, приведенные на рис. 2, *в*, соответствуют распределениям интенсивностей вдоль линии  $y=0$  на виртуальном экране с дифракционными картинками (см. рис. 1). Как видно, значения интенсивностей имеют существенные различия.

В заключение отметим, что в рамках предложенного подхода можно попытаться произвести расчет оптических дифракционных полей при повороте и смещении кристалла, учесть его поглощающие свойства, что является предметом дальнейших исследований.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Amiri, M.** Fresnel diffraction from 1D and 2D phase steps in reflection and transmission modes / M. Amiri, M. Tavassoly // *Optics Communications*. – 2007. – Vol. 272, № 2. – P. 349–361.