

УДК 535.42; 004.94

ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА ПРОЗРАЧНЫХ ФАЗОВЫХ ОБЪЕКТАХ

П. Я. ЧУДАКОВСКИЙ, И. А. КОРНЕЕВА, Е. В. ПИВОВАРОВА

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

В данной работе проводится анализ распределения электромагнитного излучения при дифракции света на двумерной оптически-прозрачной фазовой ступеньке круговой симметрии. Показана возможность использования оптической дифрактометрии в режиме реального времени для исследования процессов, имеющих место при взаимодействии сред с разными термодинамическими фазами, что вносит вклад в развитие данного метода.

Возвращаясь к фазовым ступенькам, заметим, что в их качестве могут выступать, например, тонкие оптические пленки, дефектные включения в физических объектах и т. д. В частности, мы рассматривали капли воды, образовавшиеся на стекле из парообразной фазы. На рис. 1 представлено распределение интенсивности лазерного излучения (с длиной волны $\lambda = 0,6328$ мкм, размер пучка не более 1 мм) при его дифракции на каплях.

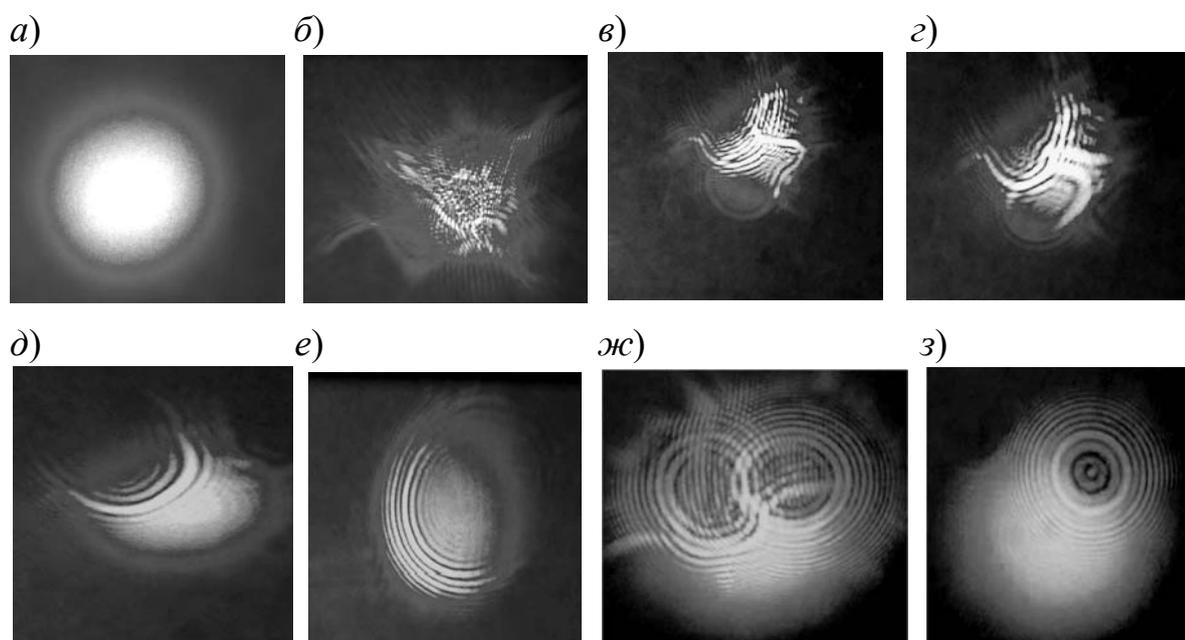


Рис. 1. Распределение интенсивности светового излучения в проходящем свете в отсутствии стекла с каплями (а) и в присутствии конденсата на предметном стекле микроскопа (б–е), автомобильном стекле (ж, з): б – в начальный момент времени; в – через 1 мин 42 с; г – через 1 мин 57 с; д – через 2 мин 10 с; е – дифракционная картина от одной капли; ж – через 3 мин 45 с; з – дифракционная картина от одной капли (4 мин 7 с)

Как видно из рис. 1, после образования конденсата идут процессы объединения капель и их дальнейшее испарение. При этом интенсивность

диффузно-рассеянного света (см. рис. 1, б) меняется на упорядоченное распределение (см. рис. 1, в–е) в виде «колец», с ярко выраженными максимумами интенсивности света. Тип стекла также видоизменяет распределение интенсивности. Так, в случае автомобильного стекла, распределение характеризуется более симметричными «кольцами» (см. рис. 1, ж, з), а процессы преобразования капель более длительны во времени.

На рис. 2 приведены результаты компьютерного моделирования дифракционной картины, наблюдаемой в проходящем свете.

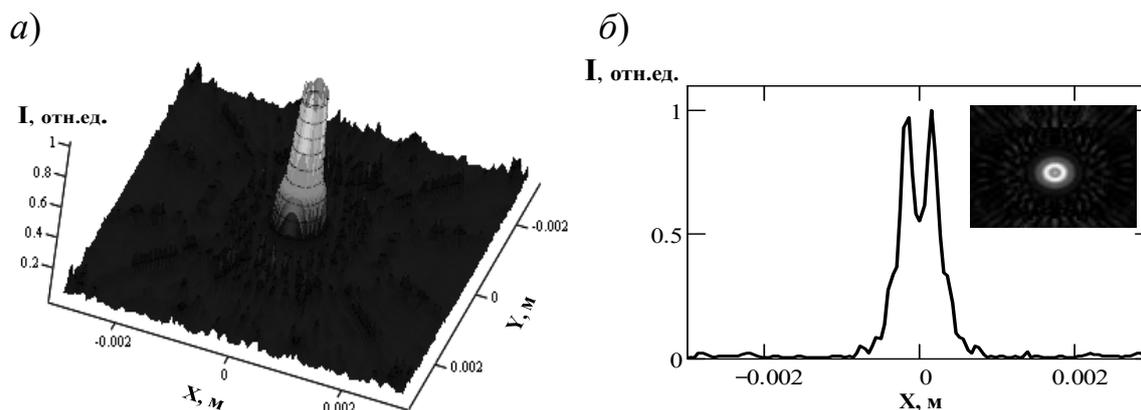


Рис. 2. Компьютерное моделирование дифракционной картины в проходящем свете от одной капли: а – трехмерное распределение интенсивности; б – одномерное распределение интенсивности (на вставке дифракционная картина на виртуальном экране)

При моделировании мы исходили из того, что капля на поверхности растекается до некоторого тонкого слоя (тонкопленочного пятна), а границы такого слоя близки к симметричному распределению. Форма капли, выполняющей роль фазовой ступеньки, выбиралась в виде тонкого диска. Расчет представленных картин осуществлялся с использованием дифракционного интеграла Френеля – Кирхгофа [1] для ступеньки (диска) высотой 0,3 мм, радиусом 0,5 мм и показателем преломления 1,33 и может быть использован для решения прямой оптической задачи дифрактометрии.

Таким образом, представленные результаты указывают на чувствительность оптической дифрактометрии к изменениям в фазовых объектах, что, возможно, позволит использовать его в экспресс-диагностике материалов в режиме реального времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чудаковский, П. Я. Компьютерная визуализация оптических дифракционных картин / П. Я. Чудаковский, И. А. Корнеева, Д. С. Игнатова // Энергетика, Информатика, Инновации – 2018 (математическое моделирование и информационные технологии в производстве): сб. тр. VIII Междунар. науч.-техн. конф. – Смоленск, 2018. – Т. 1. – С. 309–314.