

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белоусова Дмитрия Александровича «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ЛОКАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ РЕЛЬЕФНО-ФАЗОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И АМПЛИТУДНЫХ РЕШЁТОК», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.05—Оптика.

Диссертационная работа Белоусова Дмитрия Александровича посвящена актуальной теме – разработке методов и созданию оптико-электронных систем для осуществления бесконтактного контроля дифракционных оптических элементов (ДОЭ), в том числе рельефно-фазовых оптических элементов (РОЭ) и амплитудных решеток, которые широко используются в лазерной технике и телекоммуникационных системах для создания волновых фронтов и преобразования световых пучков. Поскольку микрорельеф РОЭ обычно имеет сложную структуру, а отклонение рельефа от заданных значений приводит к потерям света или к искажению получаемого волнового фронта, то важную роль играет контроль параметров РОЭ как на этапе многоэтапного процесса изготовления элементов, так и на последнем этапе.

Автором решен ряд технических задач в этой области оптики. Впервые предложены и исследованы оптические схемы видеорегистрации дифракционной картины в прошедшем или отраженном от исследуемого ДОЭ свете в диапазоне угла дифракции не менее чем  $\pm 80^\circ$  и азимутального угла  $0^\circ - 360^\circ$  с использованием объемного рассеивающего экрана, установленного между исследуемым ДОЭ и системой видеорегистрации. Показана достаточность использования 4-х видеокамер вокруг экрана с шагом по азимутальному углу  $90^\circ$  и под углом  $45^\circ$  к оси симметрии экрана. При использовании рассеивающего экрана в форме полусферы или оптоволоконного рассеивающего экрана будет достаточно одной видеокамеры с проекционным объективом, расположенной вдоль оси симметрии рассеивающего экрана. По данным исследований созданы два оптико-электронных устройства дифрактометрического контроля параметров ДОЭ.

Автором предложен и исследован метод дифрактометрического контроля в отраженном свете при изготовлении многоуровневых РОЭ для работы в дальнем ультрафиолете на пропускание. Метод основан на анализе дифракционной эффективности встроенных тестовых линейных решеток с кусочно-непрерывным профилем микроструктуры, сформированных вблизи рабочей области РОЭ. Метод дает возможность осуществлять контроль с использованием лазерного источника видимого диапазона, а также повысить скорость оценки погрешности изготовления подложек, включающих в себя группу РОЭ с двумя тестовыми решетками..

Разработанный автором метод количественной оценки характеристик лазерно-индуцированных периодических поверхностных структур (ЛИППС) по анализу их микроизображений позволил определять различные характеристики исследуемых структур, как, например, относительная площадь дефектов и др. При исследовании термохимических ЛИППС, сформированных на тонких пленках хрома толщиной 30 нм, определен диапазон мощности записывающего пучка и скорости сканирования для получения высокоупорядоченных и бездефектных структур. Продемонстрирована большая перспективность использования пленок гафния толщиной 30 нм для высокопроизводительной записи термохимических ЛИППС с высокой степенью упорядоченности структур. Важность результатов исследований термохимических ЛИППС оценена СО РАН включением этих исследований в доклад Президенту РФ и Правительству РФ в 2019 г.

Автореферат диссертанта отражает полученные автором новые научно-технические результаты в исследуемой области. Приведенный в автореферате список

публикаций автора, ссылки на патент и акт о внедрении результатов работы указывают на значительный вклад автора в данную область знаний. Предложенные автором научно обоснованные технические решения позволяют достичь значительного прогресса в области методов и систем дифрактометрического контроля ДОЭ и РОЭ.

Оформление автореферата соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления № 842 Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. (в редакции Постановления Правительства РФ № 335 от 21 апреля 2016 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Белоусов Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Ганжерли Нина Мануиловна,  
старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.  
ФГБУН Физико-технической институт им. А.Ф. Иоффе РАН,  
Политехническая ул., д. 26, г. Санкт-Петербург, Россия, 194021.  
Тел.: +7 (812) 2927384;  
E-mail: [nina.holo@mail.ioffe.ru](mailto:nina.holo@mail.ioffe.ru)

Подпись Ганжерли Нины Мануиловны удостоверяю:

Подпись Ганжерли Н.М. удостоверяю  
зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

Султанов Э.М.  
26.04.2021

