

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертации Семёнова Захара Владимировича

«Исследование метода непрямого оптического контроля толщин многослойных покрытий в широком спектральном диапазоне», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

Диссертация Семёнова З.В. посвящена моделированию и экспериментальной реализации метода непрямого широкополосного контроля нанесения многослойных оптических покрытий с использованием численного решения в реальном времени обратных задач для снижения погрешностей измерения толщин наносимых слоёв, а также созданию на его основе системы контроля и её практическому применению. Актуальность работы связана с возрастающей потребностью в высококачественных покрытиях в оптике, лазерной физике и других областях науки и техники, перспективностью метода непрямого оптического контроля толщин слоёв в широком спектральном диапазоне, а также с успехами в создании малогабаритных спектрометров на основе линеек фотодетекторов, регистрирующих спектры в реальном времени.

Диссертация Семёнова З.В. представляет собой комплексное исследование метода непрямого оптического контроля толщин многослойных покрытий в широком спектральном диапазоне максимально пригодного для практического применения.

Им разработана компьютерная модель и соответствующее программное обеспечение «Deposition Control Simulator», позволившее провести моделирование измерения толщины слоя и оценить влияние характеристик основных элементов системы контроля (линейки фотодетекторов, спектрометра и источника излучения) и погрешности показателей преломления наносимых материалов на уровень случайных и систематических погрешностей измерения толщин слоёв. Обнаружено существование диапазона оптимальных толщин слоя, при которых достигаются наименьшие погрешности измерения. При больших толщинах наблюдается высокая погрешность, обусловленная погрешностью градуировки спектрометра по длинам волн, а при меньших – дрейфом интенсивности источника излучения и погрешностью показателя преломления.

Предложен новый метод контроля многослойных покрытий с предварительно нанесённым слоем, который позволяет в 2 – 5 раз снизить погрешности измерения для стартовых слоёв с толщинами менее 100 – 250 нм (в зависимости от материала).

Создана система контроля толщин слоёв на основе малогабаритного спектрометра «Колибри-2» и внедрена в вакуумную установку для нанесения многослойных оптических покрытий «ВУ-2М». Система работает под управлением разработанного Семёновым З.В. программного

обеспечения «LayerControl» и позволяет вести непрямой широкополосный контроль нанесения слоёв по спектрам отражения с определением толщины слоёв, скорости их нанесения и момента остановки путём численного решения обратной задачи многослойных покрытий в реальном времени. С помощью данной системы изготовлены дихроичные и широкополосные зеркала, светоделители, просветляющие покрытия и другие многослойные покрытия, которые превосходят по характеристикам многие фильтры, производимые с помощью современных зарубежных вакуумных установок. Это даёт возможность их импортозамещения путём оснащения существующих на отечественных предприятиях вакуумных установок разработанной системой широкополосного контроля.

Научная новизна и практическая значимость работы подтверждается публикациями в периодических изданиях и сборниках трудов конференций, а также патентом РФ на способ и актами внедрения. Содержание диссертации соответствует указанной специальности, а автореферат полностью отражает её содержание.

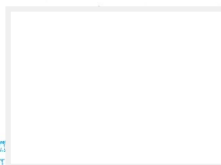
Таким образом, диссертация Семёнова Захара Владимировича является завершённой научной работой, в которой проведено всестороннее исследование метода непрямого оптического контроля толщин многослойных покрытий в широком спектральном диапазоне и продемонстрировано его практическое применение. По важности полученных результатов, их научной новизне и практической значимости диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Семёнов З.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Научный руководитель:

доктор технических наук,

зав. лаб. «Оптические информационные системы» ИАиЭ СО РАН,

зав. кафедрой «Оптические информационные технологии» НГТУ



В.А. Лабусов

Подпись д.т.н. В.А. Лабусова заверяю
и.о. учёного секретаря ИАиЭ СО РАН, к.ф.-м.н.



С.Р. Абдуллина

14 октября 2019 год