

**ОТЗЫВ  
ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА**

**на диссертационную работу Ескермесова Дидара Кайратовича  
«Влияние параметров осаждения и процесса легирования Cr и Si на  
микроструктуру и свойства наноструктурных покрытий (Zr-Ti-Nb)N»,  
представленную на соискание ученой степени доктора философии Ph.D  
по специальности  
6D072300 – Техническая физика.**

Диссертационная работа Ескермесова Д.К. является результатом экспериментальных и теоретических исследований. Она посвящена изучению структурно-фазового, элементного состава, физико-механических и трибологических свойств сверхтвердых и твердых наноструктурных покрытий систем на основе (Zr-Ti-Nb)N, (Zr-Ti-Cr-Nb)N и (Zr-Ti-Cr-Nb-Si)N, полученных методом вакуумно-дугового осаждения.

В своей работе он исследовал влияние параметров осаждения и процесса легирования Cr и Si на микроструктуру и свойства наноструктурных покрытий (Zr-Ti-Nb)N, полученных методом вакуумно-дугового осаждения из испаряемого катода. Ескермесов Д.К. установил, что в тройных покрытиях на основе (Zr-Ti-Nb)N основной фазой является фаза твердого раствора с ГЦК решеткой с текстурой роста (111) и небольшой объемной долей фазы с ОЦК решеткой с текстурой роста (110), во-вторых, при легирования элементами Cr и Si последовательно, в покрытиях образуются фаза ГЦК на основе TiN и фаза с тригональной решеткой Cr<sub>2</sub>N для первого случая, а для второго также формируется твердый раствор ГЦК решеткой и текстурой роста (111), в-третьих, наибольшие значения твердости получил в покрытии (Zr-Ti-Nb)N – 37-45 ГПа и (Zr-Ti-Nb-Cr)N – 31-42 ГПа, в тоже время добавление Si приводит к уменьшению твердости до 24-29 ГПа. Также в полученных покрытиях Ескермесова Д.К. обнаружено формирование нанокристаллитов размерами в интервале от 5,2 и до 63 нм различных фаз. Ескермесовым Д.К. впервые с помощью взаимодополняющих методов анализа изучено и детализировано наноструктурные покрытия на основе Zr, Ti, Nb, Cr, Si, N элементов, полученных методом вакуумно-дугового осаждения на установке «булат-6».

Полученные в работе результаты как, элементный и структурно-фазовый состав, физико-механические и трибологические свойства многокомпонентных покрытий в зависимости от технологических параметров осаждения и процесса легирования, несомненно, углубляют наши представления о процессе формирования нанокompозитных покрытий на основе тройных систем, а также легированных хромом, кремнием с повышенными эксплуатационными характеристиками при вакуумно-дуговом осаждении. Изучения закономерностей структурно-фазового состояния в

зависимости от физических параметров осаждения, а также их корреляция с физико-механическими свойствами в дальнейшем позволят выбирать оптимальные режимы осаждения при проектировании нитридных покрытий, получаемых вакуумно-дуговым осаждением.

Работа имеет строгое внутреннее единство, все главы логически взаимосвязаны между собой. Она является научной, квалификационной, законченной работой и представляет интерес для широкого круга специалистов в области физики конденсированного состояния. Значительная часть работы выполнена на основе инновационного гранта Комитета науки МОН РК: 1) «Грантовое финансирование научных исследований» по приоритету «Прикладные исследования» по договору с ВКГТУ им. Д. Серикбаева № 0526/ГФ4 от 12 февраля 2014 года по теме «Разработка модульной технологии нанесения эрозионно- и коррозионно-стойких покрытий, а также технологии восстановительно-модернизирующего ремонта лопаток паровых турбин электростанций». 2) «Грантовое финансирование научных исследований» по приоритету «Прикладные исследования» по договору с ВКГТУ им. Д. Серикбаева № 0706/ГФ4 от 12 февраля 2014 года по теме «Разработка технологий получения твердых  $\geq 20$  GPa и сверхтвердых  $\geq 40$  GPa нанокompозитных покрытий, основанных на многокомпонентных и многослойных системах».

Основные результаты работы Ескермесов Д.К. доложил на 12-ти Международных и Республиканских конференциях. Он является соавтором более 22 научных работ, в том числе публикаций в журналах, входящих в базу данных Scopus и Thomson Reuters по проблемам физики конденсированного состояния.

Докторант лично участвовал в постановке задач исследования, непосредственно принимал участие в приготовлении образцов, проводил исследование фазового состава, морфологии поверхности, осуществлял измерение микротвердости и нанотвердости поверхности по глубине полученных многокомпонентных покрытий.

Считаю, что по объему, уровню исполнения, достоверности и научно-практической значимости полученных результатов, диссертация Ескермесова Д.К. отвечает всем требованиям, предъявляемым Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК. Докторант вполне достоин присуждения искомой ученой степени доктора философии Ph.D по специальности 6D072300-Техническая физика.

Зарубежный научный консультант,  
доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий кафедрой нанотехнологий  
Сумского государственного университета  
г. Сумы, Украина  
e-mail: [alexpr@i.ua](mailto:alexpr@i.ua)



*A. Pogrebnyak*

Погребняк А.Д.