

ОТЗЫВ
ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА
на диссертационную работу Касымбаева Алексея Валерьевича
«Исследование микроструктуры и трибо-механических свойств
многокомпонентных нитридных покрытий», представленную на
соискание ученой степени доктора философии Ph.D по специальности
8D05301 – Техническая физика

Диссертационная работа представляет собой результат глубокого научного исследования, направленного на разработку и изучение многослойных защитных покрытий на основе нитрида вольфрама (WN) и нитридов металлов (MeN, где Me = Cr, Zr, Mo, Nb). Работа выполнена с использованием метода катодно-дугового физического осаждения (CA-PVD), что позволило получить покрытия с уникальными свойствами и высокой износостойкостью. Актуальность темы определяется возрастающим спросом на высококачественные защитные покрытия для промышленных инструментов и механизмов, работающих в условиях повышенных температур, агрессивной среды и экстремальных механических нагрузок.

Автором проведено комплексное исследование, включающее анализ фазового состава, микроструктуры, механических и трибологических свойств осажденных многослойных покрытий. Использование расчетов из первых принципов позволило изучить стабильность и структурные особенности случайных фаз $W_{1-y}N_{1-x}$, что обеспечило более глубокое понимание механизмов, влияющих на защитные свойства многослойных систем. Одним из ключевых аспектов работы является исследование влияния отрицательного потенциала смещения на свойства покрытий, что позволило выявить оптимальные условия осаждения для улучшения характеристик многослойных систем.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые исследованы многослойные покрытия WN/MeN, созданные методом CA-PVD, и проведены теоретические расчеты фаз $W_{1-y}N_{1-x}$. В работе установлены взаимосвязи между параметрами осаждения, структурно-фазовыми характеристиками и эксплуатационными свойствами покрытий. Эти данные обладают высокой практической значимостью, поскольку они могут быть использованы для оптимизации технологических процессов в производстве защитных покрытий, применяемых в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, авиационную и автомобильную промышленность, энергетику и медицину.

Особо стоит отметить методическую и экспериментальную строгость, с которой выполнено исследование. Автором использовались современные методы анализа, включая рентгеновскую дифракцию (GIXRD), растровую и просвечивающую электронную микроскопию (РЭМ и ПЭМ), а также спектроскопию. Для оценки механических свойств покрытий применялись нанотвердометрия и скретч-тестирование. Эти подходы обеспечили высокую

достоверность полученных результатов, что подтверждается их публикацией в авторитетных научных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

Практическая значимость работы выражается в возможности применения результатов для разработки покрытий с улучшенными характеристиками, что особенно важно для режущих инструментов, работающих при высоких температурах и скоростях обработки. Также полученные данные могут быть использованы при создании покрытий для деталей, подверженных интенсивному износу в авиационной и автомобильной промышленности, а также в медицине, где требуется высокая износостойкость и биосовместимость.

Работа имеет четкую структуру, логически выстроенные главы и последовательное изложение результатов. Введение обоснованно раскрывает актуальность темы, цели и задачи исследования. В основной части представлены как теоретические аспекты, так и экспериментальные результаты, которые наглядно демонстрируют достижения автора. Заключение содержит основные выводы и рекомендации, подкрепленные экспериментальными данными.

Следует подчеркнуть, что автор внес значительный личный вклад в проведение исследований. Им самостоятельно формулировались задачи исследования, осуществлялся синтез покрытий методом СА-PVD, проводился анализ микроструктуры и фазового состава, а также изучались механические свойства полученных покрытий. Результаты работы подтверждены сотрудничеством с ведущими отечественными и зарубежными научными центрами, что свидетельствует о высоком уровне исследований.

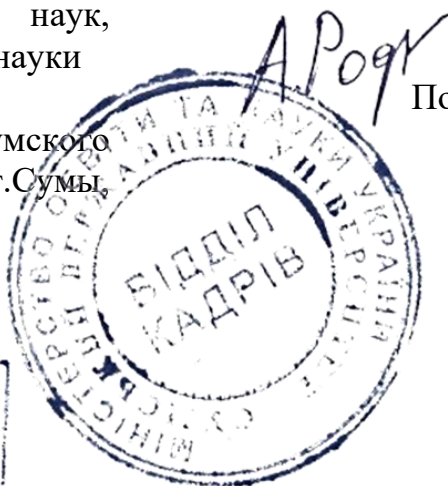
Считаю, что по объему, уровню исполнения, достоверности и научно-практической значимости полученных результатов, диссертация Касымбаева А.В. отвечает всем требованиям, предъявляемым Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНВО РК. Докторант вполне достоин присуждения искомой ученой степени доктора философии Ph.D по специальности 8D05301-Техническая физика.

Зарубежный научный консультант,
доктор физико-математических наук,
профессор, Заслуженный деятель науки
и техники Украины, Профессор
кафедры наноэлектроники Сумского
государственного университета, г.Сумы,
Украина

email: a.d.pogrebnjak@gmail.com

«05» февраля 2025 г.

Підпис *Погребняк А. Д.*
свід. *Олександр*
Ю. В. Кривий



Погребняк А. Д.