

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Факультет радиофизики и компьютерных технологий**  
**Кафедра физической электроники и нанотехнологий**

Аннотация к дипломной работе  
**«Структурные и механические свойства нитридных TiAlN и  
карбонитридных TiAlCN покрытий, сформированных методом  
реактивного магнетронного распыления»**

Колешко Сергей Юрьевич

Научный руководитель – старший научный сотрудник кафедры физической  
электроники и нанотехнологий А.В. Зайков

2022

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 41 страница, 21 рисунок, 3 таблицы, 14 источников.

*Ключевые слова:* TiAlCN, TiAlN, МАГНЕТРОННОЕ РАСПЫЛЕНИЕ, ТОНКИЕ ПЛЕНКИ, НАНОТВЕРДОСТЬ, МОДУЛЬ ЮНГА, ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ.

*Объектом исследования* являются нитридные TiAlN и карбонитридные TiAlCN покрытия, сформированные методом реактивного магнетронного распыления.

*Цель работы* – исследование структурных и механических свойств (коэффициент трения, износостойкость, твердость) нитридных TiAlN и карбонитридных TiAlCN покрытий, сформированных методом реактивного магнетронного

В процессе работы методами растровой электронной микроскопии в сочетании с дифракцией электронов, обратного резерфордского рассеяния и методом наноинтендирования, структурных и механических свойств (коэффициент трения, износостойкость, твердость) нитридных TiAlN и карбонитридных TiAlCN покрытий. В результате исследования были созданы покрытия с высокими эксплуатационными характеристиками, определены оптимальные режимы их нанесения. На широком классе металлов, сплавов и изделий из них продемонстрировано реальное улучшение таких эксплуатационных характеристик как твердость, усталостная прочность при длительных циклических нагрузках, износостойкость, коэффициент трения.

Улучшение этих характеристик значительно повышает надежность и ресурс работы изделий. Предварительные результаты по получению новых нанокompозитных, комбинированных защитных покрытий показали их высокую значимость и перспективу и позволяют целенаправленно получать изделия с высокими эксплуатационными характеристиками.

## ABSTRACT

Thesis: 41 pages, 21 pictures, 3 tables, 14 sources.

*Keywords:* TIALCN, TIALN, MAGNETRON SPUTTERING, THIN FILMS, NANO HARDNESS, YOUNG'S MODULUS, ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY, SCANNING ELECTRON MICROSCOPY.

*Objects of study* are nitride TiAlN and carbonitride TiACN coatings formed by reactive magnetron sputtering.

*Objective* – to investigate the structural and mechanical properties of nitride TiAlN and carbonitride TiACN coatings formed by the reactive magnetron method.

In the process of work by scanning electron microscopy in combination with electron diffraction, reverse Rutherford scattering and nanointending, structural and mechanical properties (coefficient of friction, wear resistance, hardness) of nitride TiAlN and carbonitride TiACN coatings. As a result of the research, coatings with high performance characteristics were created, optimal modes of their application were determined. On a wide class of metals, alloys and products made of them, a real improvement in such operational characteristics as hardness, fatigue strength under prolonged cyclic loads, wear resistance, and friction coefficient has been demonstrated.

Improving these characteristics significantly increases the reliability and service life of products. Preliminary results on the production of new nanocomposite, combined protective coatings have shown their high importance and perspective and allow us to purposefully produce products with high performance characteristics.

## РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 41 старонак, 21 малюнка, 3 табліц, 14 крыніц.

*Ключавыя словы:* TiAlCN, TiAlN, МАГНЕТРОННАЕ РАСПЫЛЕННЕ, ТОНКІЯ ПЛЕНКІ, НАНАЦВЕРДАСЦЬ, МОДУЛЬ ЮНГА, ЭНЕРГАДЫСПЕРСІЙНАЯ РЭНТГЕНАЎСКАЯ СПЕКТРАСКОПІЯ, РАСТРАВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МІ.

*Аб'ектам даследавання* з'яўляюцца нітрыдныя TiAlN і карбанітрыдныя TiAlCN пакрыцця, сфармаваныя метадам рэактыўнага магнетроннага распылення.

*Мэта працы* – даследаваць структурныя і механічныя ўласцівасці нітрыдных TiAlN і карбанітрыдных TiAlCN пакрыццяў, сфармаваных метадам рэактыўнага магнетроннага.

У працэсе працы метадам растравай электроннай мікраскапіі ў спалучэнні з дыфракцыі электронаў, зваротнага резерфордовскага расе-Янія і метадам наноінтэндзіравання, структурных і механічных уласцівасцяў (каэфіцыент трэння, зносаўстойлівасць, цвёрдасць) нітрыдных TiAlN і карбанітрыдных TiAlCN пакрыццяў. У выніку даследавання былі створаны пакрыцця з высокімі эксплуатацыйнымі характарыстыкамі, вызначаны аптымальныя рэжымы іх нанясення. На шырокім класе металаў, сплаваў і вырабаў з іх прадэманстравана рэальнае уллуч-шанаванне такіх эксплуатацыйных характарыстык як цвёрдасць, усталостную трываласць пры працяглых цыклічных нагрузках, зносаўстойлівасць, ко-эффіцыент трэння.

Паляпшэнне гэтых характарыстык значна павышае надзейнасць і рэсурс працы вырабаў. Папярэднія вынікі па атрыманні но-вых нанокомпозитных, камбінаваных ахоўных пакрыццяў паказалі іх высокую значнасць і перспектыву і дазваляюць мэтанакіравана па-прамяняць вырабы з высокімі эксплуатацыйнымі характарыстыкамі.