

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра физической электроники и нанотехнологий**

Аннотация к дипломной работе

**«Формирование Ti-Al-N покрытий реактивным магнетронным  
распылением и их механические и электрофизические свойства»**

Климович Ирина Михайловна

Научный руководитель - старший преподаватель Зайков В.А.

2014

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 57 страниц, 31 иллюстрация, 14 таблиц, 29 использованных источников.

*Ключевые слова:* МАГНЕТРОН, TiAlN, ИОННЫЙ ИСТОЧНИК, РЕАКТИВНОЕ РАСПЫЛЕНИЕ, СПЕКТРЫ ОТРАЖЕНИЯ, РЕЗЕРФОРДОВСКОЕ ОБРАТНОЕ РАССЕЙАНИЕ, РАСТРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ, ТРЕНИЕ, ТВЕРДОСТЬ.

*Объект исследования* – покрытия TiAlN.

*Цель работы* - определение оптимальных условий формирования наноструктурированных покрытий TiAlN заданного состава и толщины.

Состав, фазовый состав и морфологические особенности изучались методами растровой электронной микроскопии и Резерфордского обратного рассеяния. Для изучения трибомеханических характеристик покрытий был применён метод исследования износостойкости при трении в паре «диск-плоскость». Измерение микротвердости проводилось по методике Виккерса.

В результате исследований были сформированы структуры TiAlN с контролируемым содержанием азота при различных значениях степени реактивности  $\alpha$ , различных температурах подложки и значениях напряжения смещения. Выявлены оптимальные режимы работы ионного источника и магнетрона с составной мишенью TiAl, получены пленки толщиной до 2 мкм, скорость нанесения составляла 60 - 75 нм/мин. Методом РЭМ установлено, что для пленок TiAlN стехиометрического состава наблюдается переход от столбчатой структуры к глобулярной. С помощью спектров РОР получен компонентный состав TiAlN ( $Ti_{0,66}Al_{0,34}N$  для  $\alpha = 0,58$  и  $Ti_{0,62}Al_{0,38}N$  для  $\alpha = 0,53$ ). Установлено, что наименьший коэффициент трения покрытий (в 3 раза меньше, чем у нержавеющей стали) и максимальное значение твердости (19,7 ГПа) соответствуют пленкам с глобулярной структурой стехиометрического состава.

## ABSTRACT

Thesis: 57 pages, 31 illustrations, 14 tables, 29 sources used.

*Keywords:* MAGNETRON, TiAlN, ION SOURCE, REACTIVE SPUTTERING, REFLECTION SPECTRA, RUTHERFORD BACKSCATTERING, SKANNING ELECTRON MICROSKOPY, FRICTION, HARDNESS.

*Object of study* is the TiAlN coating.

*Purpose:* to determine the optimal formation conditions of nanostructured TiAlN films with known composition and thickness.

The characteristics, such as microstructure and surface morphology of titanium aluminium nitride films were analyzed by scanning electron microscopy and Rutherford backscattering. The sliding substrate-on-disk method was performed to investigate the wear resistance of the coatings as compared with substrate without any coatings. The surface hardness of the TiAlN films was measured by microindentation testing.

It has been formed TiAlN structure with controlled nitrogen content at different substrate temperatures and bias voltages. It has been identified the optimal conditions of the ion source and magnetron operation with TiAl compound target. Film thickness of 2  $\mu\text{m}$  and the deposition rate (60 - 75 nm/min) was obtained. SEM method found that globular structure is observed for stoichiometric composition, but non- stoichiometric composition have columnar structure. With RBS spectra component composition TiAlN ( $\text{Ti}_{0,66}\text{Al}_{0,34}\text{N}$  for  $\alpha = 0,58$  and  $\text{Ti}_{0,62}\text{Al}_{0,38}\text{N}$  for  $\alpha = 0,53$ ) is obtained. It has been found that the lowest coefficient of friction (3 times less than that of stainless steel) and a maximum value of hardness (19,7 GPa) correspond to a coating with a globular structure of stoichiometric composition.

## РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 57 старонак, 31 ілюстрацыя, 14 табліц, 29 выкарыстаных крыніц.

*Ключавыя словы:* МАГНЕТРОН, TiAlN, ІОННАЯ КРЫНІЦА, РЭАКТЫЎНАЕ РАСПЫЛЕННЕ, СПЕКТРЫ АДЛЮСТРАВАННЯ, РЭЗЕРФОРДАЎСКАЕ АДВАРОТНАЕ РАССЕЙВАННЕ, РАСТРАВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МІКРАСКАПІЯ, ТРЭННЕ, ЦВЕРДАСЦЬ.

*Аб'ект даследавання* – пакрыцця TiAlN.

*Мэта працы* - вызначэнне аптымальных умоў фарміравання нанаструктураваных пакрыццяў TiAlN зададзенага складу і таўшчыні.

Састаў, фазавы састаў і марфалагічныя асаблівасці вывучаліся метадамі растравай электроннай мікраскапіі і Рэзерфордаўскага зваротнага рассеявання. Для вывучэння трыбамеханічных характарыстык пакрыццяў быў ужыты метада даследавання зносаўстойлівасці пры трэнні у пары «дыск-плоскасць». Вымярэнне мікрацвёрдасці праводзілася па метадыцы Віккерса.

У выніку даследаванняў былі сфармаваны структуры TiAlN з кантраляваным утрыманнем азоту пры розных тэмпературах падкладкі і значэннях патэнцыялу зрушання. Выяўлены найбольш аптымальныя рэжымы працы іоннай крыніцы і магнетрона са складовай мішэнню TiAl, атрыманы плёнкі таўшчынёй да 2 мкм, хуткасць нанясення складала 60 - 75 нм/хв. Метадам РЭМ устаноўлена, што для плёнак стэхіяметрычнага складу назіраецца пераход ад стоўбчатой да глабулярнай структуры плёнкі TiAlN. З дапамогай спектраў РОР атрыманы кампанентны склад TiAlN ( $Ti_{0,66}Al_{0,34}N - \alpha = 0,58$  і  $Ti_{0,62}Al_{0,38}N - \alpha = 0,53$ ). Устаноўлена, што найменшы каэфіцыент трэння пакрыццяў (у 3 разы менш, чым у нержавеючай сталі) і максімальнае значэнне цвёрдасці (19,7 ГПа) адпавядаюць плёнкам з глабулярнай структурай стэхіяметрычнага складу.