

# МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК TiZrAlN, СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

**Углов В.В.<sup>(1)</sup>, Abadias G.<sup>(2)</sup>, Солодухин И. А.<sup>(1)</sup>, Злоцкий С.В.<sup>(1)</sup>, Дуб С.Н.<sup>(3)</sup>  
Толмачова Г.Н.<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Institut P<sup>2</sup>, Université de Poitiers-CNRS-ENSMA, 86962 Chasseneuil-Futuroscope, France

<sup>(2)</sup> Белорусский государственный университет, 220030 Минск, Беларусь, Uglov@bsu.by

<sup>(3)</sup> Институт сверхтвердых материалов, НАН Украины, 04074 Киев, Украина

<sup>(4)</sup> Харьковский физико-технический институт, 61108 Харьков, Украина

Целью данной работы является изучение влияния содержания алюминия на твердость, коэффициент трения и износостойкость пленок четверной системы TiZrAlN. Пленки TiZrAlN толщиной 300 нм были осаждены на подложке из монокристалла Si (001) методом реактивного несбалансированного магнетронного распыления. Мишени Ti, Zr и Al совместно распылялись смешанной плазмой Ar+N<sub>2</sub> при суммарном давлении в рабочей камере равном 0.19 Па. Концентрация Al варьировалась изменением мощности тока на соответствующей мишени от 20 до 200 Вт, что соответствовало изменению концентрации Al в пенках от 2.6 до 36.4 ат.% при отношении концентраций Ti:Zr, составляющим ~ 1. Фазовый состав пленок изучался методом рентгеноструктурного анализа с использованием CuK<sub>α</sub> излучения (0.15418 нм). Измерения твердости проводились на нанотвердомере Nano Indenter G200, оснащенный алмазным индентером (Беркович) с радиусом закругления 230 нм. Глубина измерения твердости составила 50 нм, а модуля упругости 30 нм. Коэффициент трения и износостойкость пленок исследовались на трибометре УИПТ в условиях сухого трения по

возвратно-поступательной схеме. Контртело представляло собой шарик диаметром ~ 3.18 мм из твердого сплава. Результаты рентгеноструктурного анализа сформированных покрытий свидетельствуют о формировании твердого раствора (Ti,Zr,Al)N. При этом структура пленок изменяется с ростом концентрации Al от кристаллической до наноструктурированной, а затем превращается в аморфную. Эти структурные изменения сопровождаются переходом от текстуры (111) к (200) при малых концентрациях Al. При концентрации Al больше 13 ат.% дополнительно формируется фаза AlN. Испытания на твердость пленок TiZrAlN показали, что твердость пленок возрастает при увеличении концентрации Al до 9.3 ат.% (нанокристаллическая структура), а затем падает (рис.). Уменьшение твердости при концентрации Al > 9.3 ат.% обусловлено в основном формированием менее твердой фазы AlN. Проведенные испытания на износостойкость пленок TiZrAlN выявили корреляцию между характером изменения износостойкости и отношения Н/Е с ростом концентрации Al.

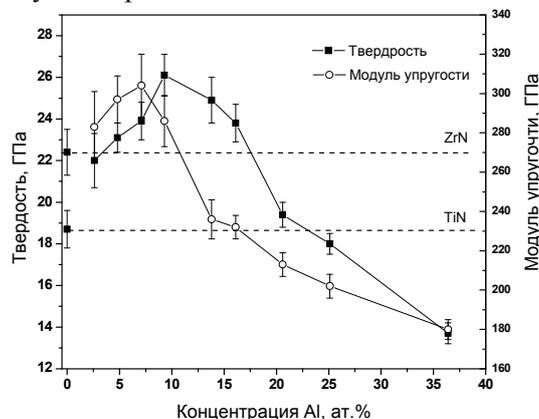


Рис. – Зависимость твердости и модуля упругости от концентрации Al в пленках TiZrAlN