

**ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХТВЁРДЫХ, ИЗНОСОСТОЙКИХ,  
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ, КОМПОЗИЦИОННЫХ  
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТЕНАРНЫХ НИТРИДОВ Ti-Zr-N  
В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Студенты факультета радиофизики и компьютерных технологий  
Климович И.М., Пилько В.В.  
Белорусский государственный университет

Современные методики исследований и условия эксплуатации оборудования ставят перед приборостроением очень непростые задачи. В частности, высокие требования предъявляются к износостойкости, малому коэффициенту трения подвижных узлов любого оборудования. Одним из способов её решения является реактивное магнетронное нанесение широкого спектра упрочняющих покрытий на основе нитридов переходных металлов. В рамках этой работы мы исследовали состав, структуру и трибомеханические свойства покрытий полученных магнетронным распылением композиционных мишеней содержащих Ti-Zr-Si 36/56/8 ат.% и 56/36/8 ат.% соответственно. Нанесение проводилось в трёх режимах, соответствующих недостатку избытку и стехиометрическому содержанию азота в покрытии. Полученные покрытия исследовались рядом методик, позволяющих определить их состав, структуру и основные трибомеханические свойства. Методикой POP определены количественный состав компонент в покрытии и их распределение по глубине, оценена однородность нанесённых плёнок по толщине и установлена толщина нанесённых покрытий, которая составила от 1,5 до 2,5 мкм в приближении средней объёмной плотности всех фаз входящих в покрытие  $6 \cdot 10^{22}$  ат/см<sup>3</sup>. Просвечивающей электронной микроскопией определена структура и распределение нанокристаллической фазы по размерам. Расчёт дифракционных картин и обработка темнопольных изображений, полученных от покрытий, выявил зависимость фазового состава покрытия и размера нанокристаллов от давления реактивного газа. По дифракционным картинам было установлено наличие ультрадисперсной (аморфной) фазы, которая проявляется в виде диффузионного гало. Образцы в виде подложек из сплава ВК20 с нанесённым на них покрытием подвергались испытанию вдавливанием индентора Виккерса при нагрузках 10; 25; 50 и 100 гр. Значения твёрдости покрытий составили от 11 до 31 ГПа в зависимости от давления реактивного газа в камере. Для определения коэффициента трения и износостойкости нами был использован комплекс приборов для исследования трибологических характеристик нанопокровтий, изготовленный в НИИ ПФП. Результаты исследований показали уменьшение коэффициента трения в два раза по сравнению с нержавеющей сталью, значение износа уменьшилось на порядок.