

УДК 537.5  
ББК 30.61  
К82

**Кривобоков В.П.**

К82

Плазменные покрытия (свойства и применение): учебное пособие / В.П. Кривобоков, Н.С. Сочугов, А.А. Соловьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 136 с.

В пособии изложен обзор основных видов тонкопленочных покрытий, наносимых с использованием низкотемпературной плазмы в вакууме. Рассмотрена роль тонкопленочных покрытий в технологических процессах и важность задачи разработки новых покрытий с улучшенными характеристиками. Сформулировано значение и описаны способы предварительной очистки поверхности перед нанесением на нее тонких пленок. Рассмотрены физические, механические и химические свойства покрытий, различающихся по химическому составу и областям применения, а также основные методы измерения и контроля параметров покрытий.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению 011200 «Физика» и магистров физики, обучающихся по программам: «Физика плазмы», «Пучковые и плазменные технологии», «Водородная энергетика».

**УДК 537.5  
ББК 30.61**

*Рецензенты*

Кандидат технических наук  
старший научный сотрудник  
Института сильноточной электроники СО РАН  
*Н.Ф. Ковшаров*

Кандидат физико-математических наук  
старший научный сотрудник  
Института сильноточной электроники СО РАН  
*К.В. Оскомов*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2011  
© Кривобоков В.П., Сочугов Н.С.,  
Соловьев А.А., 2011  
© Обложка. Издательство Томского  
политехнического университета, 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ПОКРЫТИЙ .....	5
2. ФИЗИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ .....	16
2.1. Физические и механические свойства покрытий.....	16
2.1.1. Рост и микроструктура покрытий .....	16
2.1.2. Термическое расширение, термоциклирование .....	19
2.1.3. Теплопроводность, теплозащитные покрытия .....	21
2.1.4. Взаимная диффузия .....	23
2.1.5. Адгезия.....	25
2.1.6. Внутренние напряжения .....	30
2.1.7. Твердость как показатель сопротивления износу и эрозии.....	33
2.2. Химические свойства покрытий.....	36
2.2.1. Влияние окружающей среды на деградацию системы покрытие-подложка .....	36
2.2.2. Влияние ионной имплантации.....	37
3. Области применения плазменных покрытий .....	38
3.1. Защитные износостойкие покрытия .....	38
3.2. Углеродные и углеводородные алмазоподобные покрытия.....	49
3.2.1. Свойства твердых углеводородных покрытий, формируемых из углеводородной плазмы газового разряда низкого давления.....	51
3.2.2. Свойства твердых углеродных покрытий, полученных при распылении графита в вакууме .....	61
3.3. Коррозионно- и эрозионностойкие покрытия .....	67
3.3.1. Металлические защитные покрытия.....	67
3.3.2. Неметаллические защитные покрытия .....	74
3.4. Оптические покрытия .....	76
3.4.1. Просветляющие покрытия в оптике .....	76
3.4.2. Интерференционные зеркала и фильтры .....	81
3.4.3. Длинноволновые или коротковолновые отрезающие фильтры.....	82
3.4.4. Интерференционные поляризаторы.....	84
3.5. Низкоэмиссионные покрытия .....	86
3.6. Гидрофобные и гидрофильные покрытия .....	95
3.7. Декоративные покрытия .....	100
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	131