

№ 2560

Ф.В. Кирюханцев-Корнеев

**Научные и технологические  
принципы нанесения покрытий  
методами физического  
и химического осаждения**

Методы получения и исследования покрытий

Практикум

**№ 2560**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Ф.В. Кирюханцев-Корнеев

# **Научные и технологические принципы нанесения покрытий методами физического и химического осаждения**

Методы получения и исследования покрытий

Практикум

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2015

УДК 621.762:620.18  
К43

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *И.В. Блинков*

**Кирюханцев-Корнеев Ф.В.**

К43 Научные и технологические принципы нанесения покрытий методами физического и химического осаждения : методы получения и исследования покрытий : практикум / Ф.В. Кирюханцев-Корнеев. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2015. – 56 с.  
ISBN 978-5-87623-924-2

Практикум содержит описание семи работ, при выполнении которых студенты знакомятся с современными методами нанесения покрытий, реализуемыми в нормальных условиях и в вакууме, а также основными методами контроля структуры и состава покрытий.

Практикум предназначен для магистрантов, обучающихся по направлению «Металлургия».

УДК 621.762:620.18

ISBN 978-5-87623-924-2

© Ф.В. Кирюханцев-Корнеев, 2015  
© НИТУ «МИСиС», 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1. Получение покрытий методами плазменного напыления и плазменной наплавки .....	5
2. Нанесение покрытий с использованием несбалансированных магнетронных распылительных систем .....	10
3. Получение покрытий методами контактного диффузионного насыщения.....	17
4. Осаждение пленок алмазоподобного углерода с помощью технологии PACVD .....	23
5. Применение метода импульсного катодно-дугового испарения для осаждения покрытий из керамических мишеней.....	29
6. Исследование покрытий с использованием оптической эмиссионной спектроскопии тлеющего разряда .....	37
7. Исследование покрытий с помощью растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа .....	47

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Нанесение покрытий и обработка поверхности являются одними из активно развивающихся направлений современного материаловедения. Непрерывно разрабатываются новые составы покрытий с улучшенными функциональными характеристиками, совершенствуются методы нанесения покрытий и модификации поверхности, внедряются новые методы исследования структуры и измерения свойств покрытий. Данный практикум содержит описание практических работ, охватывающих различные методы нанесения покрытий, а также их исследования.

Выполнение практических работ знакомит студентов с технологическим оборудованием для нанесения покрытий, приборами для исследования состава и структуры покрытий. Каждая работа представляет собой небольшое законченное исследование с применением технологий и методов, ранее рассмотренных на лекциях. Рассмотрены следующие способы нанесения покрытий и обработки поверхности: плазменное напыление и наплавка, катодно-дуговое испарение, магнетронное напыление, химическое осаждение с активацией плазмой, диффузионное насыщение, а также современные способы диагностики структурных характеристик покрытий, такие как оптическая эмиссионная спектроскопия, растровая электронная микроскопия, энергодисперсионный микроанализ.

Для допуска к работе студенты отвечают на контрольные вопросы, выданные преподавателем. Данные вопросы представлены в соответствующих разделах практикума. При выполнении работ группа в зависимости от численности делится на подгруппы, каждая из которых выполняет один из вариантов задания, указанных преподавателем. После оформления студентами результатов и необходимых расчетов проводится защита выполненной работы.