

SCIENCE  
НАУКА



КУРС

В.Н. Гадалов, А.С. Борсяков,  
В.Г. Сальников, Б.Н. Квашнин,  
Д.Н. Романенко, А.В. Ляхов

# Диффузионные боридные покрытия на железе, сталях и сплавах

(с альбомом фотографий)



НАУКА  SCIENCE  
КУРС

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Курская государственная сельскохозяйственная академия  
Юго-Западный государственный университет, г.Курск  
Воронежский государственный университет инженерных технологий

**В.Н. Гадалов, А.С. Борсяков,  
В.Г. Сальников, Б.Н. Квашнин,  
Д.Н. Романенко, А.В. Ляхов**

# **Диффузионные боридные покрытия на железе, сталях и сплавах**

**(с альбомом фотографий)**

МОНОГРАФИЯ

Москва  
КУРС  
2012

УДК 620(075.4)  
ББК 30.3  
Г50

Г50 Гадалов В.Н., Борсяков А.С., Сальников В.Г., Квашиин Б.Н.,  
Романенко Д.Н., Ляхов А.В.

Диффузионные боридные покрытия на железе, сталях и сплавах (с альбомом фотографий): Монография. — М.: КУРС, 2012. — 146 с. — (Наука).

ISBN 978-5-905554-20-9 (КУРС)

В монографии изложены и обобщены сведения по электронному борированию железа и сталей, никеля, кобальта и сплавов на их основе. Рассмотрена технология электролизного борирования и новые ее способы, представлены сведения по многокомпонентным покрытиям на основе бора, рассмотрен механизм электролизного борирования металлов, представлены сведения по кинетике и термодинамике электролизного борирования, изложены последние сведения по электролизному борированию ряда металлических материалов. Представлен альбом фотографий микроструктур боридных покрытий на железе, кобальте, никеле и сплавах на их основе.

Рассчитано на научных и инженерно-технических работников, практикующихся в области физического материаловедения и термической обработки металлов и сплавов.

УДК 620(075.4)  
ББК 30.3

## Оглавление

Введение .....	3
Глава 1. Некоторые аспекты электролизного борирования железа, никеля, кобальта и сплавов на их основе .....	5
1.1. Борирование железа и сталей .....	5
1.2. Технология электролизного борирования .....	10
1.3. Новые способы борирования .....	17
1.3.1. Резюме .....	19
1.4. Многокомпонентные покрытия на основе бора .....	20
1.4.1. Боросилицирование .....	20
1.4.2. Боротитанирование .....	22
1.4.3. Борохромирование .....	23
1.4.4. Бороцирконирование .....	27
1.4.5. Борофосфатирование .....	28
1.4.6. Лантаноборирование .....	29
Глава 2. Механизм электролизного борирования металлов .....	37
2.1. Моделирование процессов встречной диффузии при электролизном борировании .....	44
2.2. Кинетика формирования центров кристаллизации на потенциальных зародышах .....	46
2.3. Механизм формирования новых центров кристаллизации на первичных зародышах .....	52
2.4. Кинетика образования центров кристаллизации с учетом дезактивации потенциальных зародышей .....	54
Глава 3. Альбом фотографий боридных диффузионных покрытий на железе, никеле, кобальте и сплавов на их основе .....	98
Библиографический список .....	126

**В.Н. Гадалов, А.С. Борсяков,  
В.Г. Сальников, Б.Н. Квашнин,  
Д.Н. Романенко, А.В. Ляхов**

**ДИФФУЗИОННЫЕ  
БОРИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
НА ЖЕЛЕЗЕ, СТАЛЯХ И СПЛАВАХ**

**(С АЛЬБОМОМ ФОТОГРАФИЙ)**

**Монография**

Редактор А.Д. Федорова.  
Корректор Е.Н. Сергеева.  
Компьютерная верстка А.С. Елсаков.

Подписано в печать 20.08.2012.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура NewtonС.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,0. Уч.-изд. л. 9,0.  
Тираж 500 экз. Заказ № 3681.

ООО «КУРС»  
127273, Москва, ул. Олонская, д. 17А, офис 104.  
Тел.: (499) 709-16-28.  
E-mail: kursizdat@gmail.com