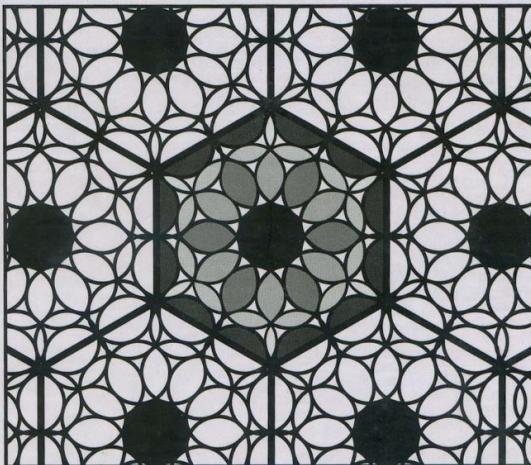




Є. Ю. Бадіян

ПРАКТИЧНА КРИСТАЛОГРАФІЯ



НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



Бадіян Євген
Юхимович

Кандидат фізико-математичних наук,
доцент, професор кафедри фізики
твердого тіла фізичного факультету
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна,
Заслужений викладач
ХНУ імені В. Н. Каразіна.

Народився 30 травня 1939 р. у м. Харкові. У 1961 р. закінчив фізико-математичний факультет Харківського державного університету імені О. М. Горького за спеціальністю «Фізика». Під керівництвом проф. Б. Я. Пінеса в 1968 році захистив кандидатську дисертацію з дослідження взаємозв'язку пластичної деформації і субструктурних змін в кристалічних тілах. З 1970 року – доцент, а з 2009 року – професор кафедри фізики твердого тіла.

Протягом багатьох років читає основні курси кафедри: «Кристалографія», «Дефекти кристалічної будови», «Фізичне металознавство», «Дифузійні процеси в металах і сплавах» та інші.

Коло наукових інтересів Є. Ю. Бадіяна досить різноманітне. Це, насамперед, фізика міцності і пластичності, взаємозв'язок структурних і релаксаційних процесів при пластичній деформації твердих тіл, рентгеноструктурні дослідження, розробка оригінальних методик, що дозволяють *in situ* в процесі пластичної деформації стежити за розвитком структурних змін в кристалічних зразках, розробка і створення кристалогеометричної моделі структури меж зерен та інше.

Автор близько 150 публікацій, у тому числі 9 авторських свідоцтв на винахід та одного патенту. Нагороджений нагрудним знаком «Винахідник СРСР». Підготував 5 кандидатів наук.

УДК 548(075.8)

ББК 22.37я73

Б 15

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей
вищих навчальних закладів
(лист № 1/11-698 від 10.02.10)

Рецензенти:

генеральний директор ННЦ ХФТІ, академік НАН України
Неклюдов І. М.;
завідувач кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ
«ХПІ», доктор фіз.-мат. наук, проф. **Пугачов А. Т.;**
завідувач кафедри фізики Харківської національної академії
міського господарства, доктор фіз.-мат. наук, проф.
Петченко О. М.

Бадіян Є. Ю. Практична кристалографія: Навчальний посібник.
Б 15 – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2010. – 144 с.

ISBN 978-966-623-639-8

У посібнику докладно розглядаються кристалографічні закони, класифікація кристалів у наближенні континуума й дисконтинуума, аналітичний опис геометричних елементів симетрії. Велика увага приділена питанням практичного використання законів кристалографії при дослідженні закономірностей пластичної деформації та вивчені структури меж розділу.

Призначений для студентів фізичних спеціальностей ВНЗ, аспірантів і наукових працівників.

УДК 548(075.8)

ББК 22.37я73

ISBN 978-966-623-639-8

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2010
© Бадіян Є. Ю., 2010
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2010

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ ПРО КРИСТАЛІЧНИЙ ТА АМОРФНИЙ СТАНИ.....	8
1.1. Кристалічний стан. Просторова гратка.....	8
1.2. Кристал – однорідний анізотропний континуум, дисконтинуум.....	13
1.3. Аморфний стан.....	13
1.4. Рідкі кристали.....	16
1.5. Контрольні питання для самопідготовки.....	18
РОЗДІЛ 2. СИМЕТРІЯ КРИСТАЛІВ.....	19
2.1. Поняття про симетрію. Описання та позначення елементів і операцій симетрії.....	19
2.2. Можливий порядок осей симетрії в дисконтинуумі.....	26
2.3. Симетрія реальних кристалів.....	28
2.4. Контрольні питання для самопідготовки.....	35
РОЗДІЛ 3. КЛАСИФІКАЦІЯ КРИСТАЛІВ.....	36
3.1. Кристалографічні категорії.....	36
3.2. Кристалографічні системи (сингонії).....	37
3.3. Класифікація Браве (трансляційні групи).....	42
3.4. Взаємодія операцій симетрії в наближенні континууму.....	44
3.5. Класи симетрії (точкові групи).....	45
3.6. Символи та формули симетрії в континуумі.....	48
3.7. Взаємодія операцій симетрії у наближенні дисконтинууму	49
3.8. Просторові (федорівські) групи.....	51
3.9. Антисиметрія. Шубниковські групи.....	53
3.10. Контрольні питання для самопідготовки.....	55

РОЗДІЛ 4. КРИСТАЛІЧНІ ГРАТКИ.....	56
4.1. Елементарна комірка	56
4.2. Базис і координаційне число.....	59
4.3. Найщільніше пакування куль. Тетраедричні й октаедричні пустоти.....	62
4.4. Обернена гратка та її фізичний зміст	67
4.5. Контрольні питання для самопідготовки.....	73
РОЗДІЛ 5. АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС ГЕОМЕТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРИСТАЛІЧНОЇ ГРАТКИ.....	74
5.1. Індекси точок, прямих, площин	74
5.2. Обчислення періодів ідентичності.....	78
5.3. Об'єм елементарного паралелепіпеда.....	79
5.4. Обчислення міжплощинних відстаней	80
5.5. Обчислення кутів між площинами і напрямками в кристалах.....	82
5.6. Визначення рентгенівської та ретикулярної густини	84
5.7. Контрольні питання для самопідготовки.....	87
РОЗДІЛ 6. ПРОЕКТИВНЕ ЗОБРАЖЕННЯ КРИСТАЛА....	88
6.1. Сферична, стереографічна, гномостереографічна та гномонічна проекції	88
6.2. Сітка Вульфа. Стандартні проекції.....	90
6.3. Стандартний стереографічний трикутник.....	96
6.4. Контрольні питання для самопідготовки.....	97
РОЗДІЛ 7. КРИСТАЛОГРАФІЯ МЕЖ ЗЕРЕН.....	99
7.1. Полікристалічна структура	99
7.2. Класифікація меж зерен	100
7.3. Атомна структура висококутових меж зерен	102
7.4. Визначення кута дезорієнтації та оберненої густини збіжних вузлів для спеціальних меж зерен.....	104
7.5. Визначення кристалографічних параметрів меж зерен.....	108
7.6. Контрольні питання для самопідготовки.....	111

РОЗДІЛ 8. КРИСТАЛОГРАФІЯ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ.....	112
8.1. Кристалографічна природа ковзання.....	112
8.2. Кристалографія двійникування	115
8.3. Контрольні питання для самопідготовки.....	122
ДОДАТКИ.....	123
1. Символи 230 просторових груп симетрії.....	123
2. Стандартні проекції для кубічної й гексагональної систем...	126
3. Обернена густина збіжних вузлів і відповідна її дезорієнтація для кубічних граток ($\Sigma < 50$).....	130
4. Приклад повної кристалографічної атестації межі зерен за даними рентгенографічних досліджень.....	132
ЛІТЕРАТУРА.....	142