

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

В. И. Брагина

**КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ
И ОБОГАЩЕНИЕ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Допущено Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по образованию в области горного
дела в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по направлению подготовки «Металлургия»,
20.02.2012

Красноярск
СФУ
2012

УДК 548:549(075); 622.765
ББК 22.37:26.303:24.5
Б87

Р е ц е н з е н т ы:

В. П. Мязин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Обогащение полезных ископаемых и вторичного сырья» Забайкальского государственного университета, академик РАН;

Т. С. Юсупов, д-р техн. наук, проф., ведущий научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН

Брагина, В. И.

Б87 Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых : учеб. пособие / В. И. Брагина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 152 с.
ISBN 978-5-7638-2647-0

В учебном пособии кратко изложены основы кристаллографии и минералогии, методы обогащения полезных ископаемых.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Металлургия». Может быть полезно инженерам-обогатителям, горнякам, геологам и технологам.

**УДК 548:549(075); 622.765
БК 22.37:26.303:24.5**

ISBN 978-5-7638-2647-0

© Сибирский федеральный
университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. РЕАЛЬНЫЕ КРИСТАЛЛЫ.....	4
1.1. Строение кристаллов.....	5
1.2. Важнейшие свойства кристаллов.....	7
2. СИММЕТРИЯ КРИСТАЛЛОВ.....	10
2.1. Элементы симметрии.....	11
2.1.1. Центр инверсии.....	11
2.1.2. Плоскости симметрии.....	13
2.1.3. Оси симметрии.....	14
2.1.4. Инверсионные оси.....	15
2.2. Группы симметрии кристаллов.....	18
2.2.1. Точечная симметрия огранки кристаллов.....	18
2.2.2. Пространственная симметрия атомной структуры кристаллов.....	20
2.2.3. Обобщенная симметрия.....	22
3. ДИФРАКЦИОННАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.....	23
4. ХИМИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.....	28
4.1. Основные представления о строении кристаллов.....	28
4.1.1. Полиморфизм и изоморфизм.....	28
4.1.2. Атомные и ионные радиусы.....	30
4.1.3. Строение ионных кристаллов.....	32
4.1.4. Физико-химические типы структур кристаллов.....	32
4.2. Классификация дефектов структуры.....	35
4.2.1. Точечные дефекты.....	36
4.2.2. Линейные дефекты.....	38
4.2.3. Дислокации.....	38
4.2.4. Поверхностные и объемные дефекты.....	40
5. ФИЗИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ.....	42
6. МИНЕРАЛОГИЯ.....	47
6.1. Характеристика основных минералов.....	47
6.1.1. Минералы медных руд.....	48
6.1.2. Минералы свинцовых руд.....	50
6.1.3. Минералы медно-цинковых руд.....	51
6.1.4. Минералы никелевых руд.....	52
6.1.5. Минералы титановых руд.....	52
6.1.6. Минералы золотосодержащих руд.....	53

6.2. Характеристика руд.....	53
6.2.1. Классификация руд.....	53
6.2.2. Медьсодержащие руды.....	55
6.2.3. Медно-цинковые руды.....	56
6.2.4. Свинцово-цинковые руды.....	56
6.2.5. Полиметаллические руды.....	56
6.2.6. Никельсодержащие руды.....	57
6.2.7. Титансодержащие руды.....	58
6.2.8. Золотосодержащие руды.....	59
7. ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	60
7.1. Подготовительные процессы.....	63
7.1.1. Дробление.....	63
7.1.2. Грохочение.....	69
7.1.3. Схемы дробления и грохочения.....	72
7.1.4. Измельчение.....	74
7.1.5. Классификация.....	81
7.2. Основные обогатительные процессы.....	86
7.2.1. Гравитационные методы обогащения.....	86
7.2.2. Магнитное обогащение.....	95
7.2.3. Электрическое обогащение.....	97
7.2.4. Флотационное обогащение.....	98
7.2.5. Радиометрические методы обогащения.....	118
7.2.6. Специальные методы обогащения.....	119
7.3. Вспомогательные процессы.....	123
7.3.1. Обезвоживание.....	123
7.3.2. Опробование и контроль.....	127
7.4. Практика обогащения руд цветных металлов.....	135
7.4.1. Флотация медных и медно-пиритных руд.....	135
7.4.2. Флотация медно-цинковых руд.....	139
7.4.3. Флотация свинцовых и свинцово-цинковых руд.....	140
7.4.4. Флотация медно-свинцово-цинковых руд.....	141
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	145
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	148