

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
Навоийский государственный горно-технологический университет

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Пособие

для студентов и магистрантов учреждений высшего образования
по металлургическим специальностям

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области металлургического оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	7
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	10
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВТОРИЧНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ. РЕСУРСЫ ВТОРИЧНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ. МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ФОНД И КРУГООБОРОТ МЕТАЛЛА	11
1.1. Современное состояние вторичной металлургии	11
1.2. Источники образования, классификация и характеристика вторичного сырья	14
1.3. Лом и отходы железа и его сплавов. Основные термины и определения.....	23
1.4. Классификация и обозначение лома и отходов черных металлов	27
ГЛАВА 2. ПРОИЗВОДСТВО ВТОРИЧНОГО ЛОМА И ОТХОДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ	30
2.1. Лом и отходы алюминия и его сплавов. Классификация и характеристика.....	30
2.2. Инновационные технологии в переработке окисленных отходов алюминия	33
2.3. Лом и отходы свинца и меди. Классификация и характеристика.....	39
2.4. Рециклинг оловянно-свинцовой изгари.....	43
2.5. Организация сбора лома и отходов. Визуальная, химическая и инструментальная сортировка.....	56
2.6. Сортировка по крупности, магнитной восприимчивости и плотности	60
2.7. Разделка лома: резка, дробление и измельчение. Пакетирование и брикетирование.....	66
2.8. Переработка стружки: дробление, обезвоживание. Переработка кабельного лома: механическая разделка, безокислительный обжиг	70
2.9. Химические способы удаления изоляции. Электрическая сепарация. Криогенный способ переработки кабельного лома	74

ГЛАВА 3. ПРОИЗВОДСТВО СПЛАВОВ ИЗ ЛОМА И ОТХОДОВ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	80
3.1. Производство вторичного алюминия и его сплавов. Требования, предъявляемые к сырью.....	80
3.2. Производство вторичного железа и его сплавов. Требования, предъявляемые к сырью.....	86
3.3. Производство вторичной меди и её сплавов. Требования, предъявляемые к сырью.....	88
3.4. Производство вторичного свинца и его сплавов. Требования, предъявляемые к сырью.....	100
3.5. Производство вторичного цинка и его сплавов. Требования, предъявляемые к сырью.....	106
3.6. Извлечение благородных металлов из лома и отходов. Требования, предъявляемые к сырью.....	112
ГЛАВА 4. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВТОРИЧНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ	139
4.1. Сбор и подготовка вторичного сырья к переработке.....	139
4.2. Экологические требования к переработке вторичного сырья	144
Глава 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛАХ	153
5.1. Минерально-сырьевая база платиновых металлов Узбекистана.....	156
5.2. Анализ техногенных отходов, содержащих металлы платиновой группы.....	172
ГЛАВА 6. ПЛАТИНА (Pt)	183
6.1. Историческая справка платины. Значение в технике и области применения.....	183
6.2. Физико-химические свойства платины	192
6.3. Платиновые сплавы.....	202
6.4. Минерально-сырьевая база платины	205
6.5. Извлечение платины из сульфидных медно-никелевых руд.....	214

6.6. Формы нахождения платиновых металлов в шламах	216
6.7. Переработка платиносодержащих шламов	217
6.8. Переработка вторичного платиносодержащего сырья	228
6.9. Аффинаж платины.....	236
ГЛАВА 7. ПАЛЛАДИЙ (Pd)	249
7.1. Историческая справка палладия. Значение в технике и области применения	249
7.2. Химические свойства палладия	254
7.3. Палладиевые сплавы	257
7.4. Минерально-сырьевая база палладия	261
7.5. Извлечение палладия из сульфидных медно-никелевых руд.....	269
7.6. Методы извлечения палладия из отработанных электролитов	279
7.7. Разработка технологии извлечения аффинированного палладиевого порошка из отработанного электролита в условиях АО «АГМК»	284
ГЛАВА 8. ОСМИЙ (Os).....	316
8.1. Историческая справка осмия. Значение в технике и области применения.....	316
8.2. Химические и физические свойства осмия.....	317
8.3. Осмиевые сплавы	319
8.4. Минерально-сырьевая база осмия	321
8.5. Извлечение осмия из сульфидных медно-никелевых руд.....	326
8.6. Переработка осмийсодержащих шламов	328
8.7. Переработка никелевых концентратов для извлечения осмия	329
8.8. Аффинаж осмия.....	332
ГЛАВА 9. ИРИДИЙ (Ir).....	334
9.1. Историческая справка иридия. Значение в технике и области применения.....	334
9.2. Физико-химические свойства иридия	341
9.3. Иридиевые сплавы	345
9.4. Минерально-сырьевая база иридия	347

9.5. Извлечение иридия из отходов медно-никелевого производства.....	349
9.6. Переработка вторичного иридийсодержащего сырья	357
9.7. Аффинаж иридия.....	361
ГЛАВА 10. РОДИЙ (Rh).....	367
10.1. Историческая справка родия. Значение в технике и области применения.....	367
10.2. Физико-химические свойства родия	371
10.3. Родиевые сплавы	373
10.4. Минерально-сырьевая база родия и извлечение его из сульфидных медно-никелевых руд.....	374
10.5. Переработка родийсодержащих шламов и отходов.....	378
10.6. Аффинаж родия	382
ГЛАВА 11. РУТЕНИЙ (Ru).....	388
11.1. Историческая справка рутения. Значение в технике и области применения.....	388
11.2. Физико-химические свойства рутения.....	392
11.3. Минерально-сырьевая база рутения	394
11.4. Извлечение рутения из сульфидных медно-никелевых руд и шламов	396
11.5. Аффинаж рутения	400
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	403