


А. А. КОРОЛЕВ, Г. И. МАЛЬЦЕВ, К. Л. ТИМОФЕЕВ

**КОМПЛЕКСНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ
МЕДИ И СВИНЦА**

 «Инфра-Инженерия»

А. А. Королев, Г. И. Мальцев, К. Л. Тимофеев

КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕДИ И СВИНЦА

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 669.2/3/4
ББК 34.3
К68

Рецензенты:

кафедра металлургии цветных металлов Института новых материалов
и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»;
заведующий кафедрой металлургии Технического университета Уральской
горно-металлургической компании доктор технических наук,
старший научный сотрудник *А. Б. Лебедь*

Королев, А. А.

К68 Комплексные технологии получения меди и свинца : учебное пособие / А. А. Королев, Г. И. Мальцев, К. Л. Тимофеев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 292 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1432-6

Рассмотрены технологии селективного выделения и концентрирования целевых и примесных элементов из комплексных по составу промпродуктов, содержащих свинец, олово, селен, висмут, сурьму, серебро, алюминий, ртуть, с получением товарных концентратов и монокомпонентных продуктов с использованием методов вакуумной дистилляции, пиро- и гидрометаллургической реагентной очистки.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Металлургия», «Химическая технология», магистрантов, аспирантов и специалистов, работающих в области металлургии тяжелых цветных металлов и решающих практические задачи защиты окружающей среды от загрязнений.

УДК 669.2/3/4
ББК 34.3

ISBN 978-5-9729-1432-6

© Королев А. А., Мальцев Г. И., Тимофеев К. Л., 2023
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Современное состояние процессов разделения и очистки цветных и редких металлов	7
1.1. Исследование поведения примесей в системах Ag-Pb-Sb и Sn-Pb-Sb с выделением индивидуальных компонентов	7
1.2. Извлечение селена из шламов электрорафинирования меди и его кондиционирование	13
1.3. Получение и рафинирование сплавов висмута	20
Глава 2. Методология исследований и техника экспериментов	28
Глава 3. Исследование основных равновесных закономерностей переработки сплавов Ag-Pb-Sb и Sn-Pb-Sb	38
3.1. Влияние параметров вакуумной дистилляции на селективное выделение Pb, Ag, Sn, Sb из бинарных композиций	38
3.1.1. Система «свинец–серебро»	38
3.1.2. Система «серебро–сурьма»	48
3.1.3. Система «свинец–сурьма». Получение черновых свинца (1 % Sb, 0,1 % As) и сурьмы (1 % Pb, 0,1 % As)	58
3.1.4. Система «олово–свинец»	69
3.1.5. Система «олово–сурьма»	76
3.2. Влияние параметров вакуумной дистилляции на селективное выделение компонентов тройных Ag-Pb-Sb и Sn-Pb-Sb сплавов	84
3.3. Кинетика испарения металлов из сплавов Ag-Pb-Sb и Sn-Pb-Sb	93
3.4. Экспериментальное исследование селективного разделения компонентов систем Ag-Pb-Sb и Sn-Pb-Sb	102
3.5. Укрупнённые испытания получения черногого и марочного олова с разделением компонентов конденсата Pb-Sb-As	111
3.6. Математическое описание процесса получения олова дистилляцией исходного сплава	117
3.7. Выводы	130
Глава 4. Технология получения селена и его доводка до марочного с параллельной очисткой от примесей	132
4.1. Распределение примесей на селеновом переделе	132
4.2. Цементация ртути на алюминии	135
4.3. Переработка цементационного осадка	153
4.4. Щелочное кондиционирование цементационного осадка	159
4.5. Получение селена повышенной чистоты	172
4.6. Получение высокочистого селена	178
4.6.1. Фазовые равновесия Se-Al-Hg сплавов при дистилляции	191

4.6.2. Обоснование оптимальных параметров дистилляционного рафинирования селена	211
4.6.3. Сорбционная очистка селена от ртути	213
4.6.3.1. ИК-спектры смолы Lewatit MP 68	220
4.7. Выводы	224
Глава 5. Получение товарного висмута из промпродуктов свинцового производства	227
5.1. Восстановительная плавка висмутистых окислов	228
5.2. Реагентная очистка висмутистого свинца	234
5.3. Электролитическая переработка Pb-Vi сплава	236
5.3.1. Результаты испытаний получения Vi-чернового	244
5.4. Рафинирование чернового свинца	249
5.5. Дистилляция чернового висмута	255
5.6. Выводы	260
Заключение	262
Список литературы	268