



Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра металлургии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Металлургия тяжелых цветных металлов»

для студентов
специальности 050709 «Металлургия»

Павлодар



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ Н.Э.Пфейфер
(подпись)
«___» _____ 20__ г

Составитель: старший преподаватель _____ Бакиров А.Г.
(подпись)

Кафедра металлургии

Методические указания

по изучению дисциплины

по дисциплине «Металлургия тяжелых цветных металлов»

для студентов специальности 5В070900 «Металлургия»

Рекомендовано на заседании кафедры
«___» _____ 20__ г., протокол №___

Заведующий кафедрой _____ М.М. Суяндиков «___» _____ 20__ г.
(подпись)

Одобрено УМС факультета металлургии, машиностроения и транспорта
«___» _____ 20__ г., протокол №___

Председатель УМС _____ Ж.Е. Ахметов
(подпись)

ОДОБРЕНО:

Начальник УМО _____ Е.Н. Жуманкулова «___» _____ 20__ г.
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом университета
«___» _____ 20__ г. Протокол №___

Содержание

	Введение	3
1	Содержание дисциплины	4
2	Тематический план дисциплины	5
3	Вопросы для подготовки к экзамену	13
	Литература	17

«Металлургия свинца и цинка» - одна из основных дисциплин для подготовки инженера-металлурга, специализирующегося в цветной металлургии. Предметом изучения являются вопросы технологии металлургической переработки свинцового и цинкового сырья. Цель преподавания дисциплины состоит в подготовке специалистов для деятельности в производственных, проектных и исследовательских подразделениях предприятий свинцово-цинковой отрасли.

Курс «Металлургия свинца и цинка» ставит своей задачей приобретение студентами навыков и знаний, позволяющих ему ориентироваться в областях применения свинца, цинка и сопутствующих металлов, знать принципиальные технологические схемы, теоретические основы процессов окислительного обжига, восстановительных и ликвационных плавов, процессов выщелачивания, очистки растворов, электролитического рафинирования и выделения металлов из растворов.

Должны знать: основные условия осуществления технологических процессов, технико-экономические показатели, характеристики основного оборудования; теоретические основы процессов окислительного обжига, восстановительных и ликвационных плавов, процессов выщелачивания, очистки растворов, электролитического рафинирования и выделения металлов из растворов.

Должны уметь: приобретать навыки выполнения типовых металлургических расчетов, применять расчетных результатов для проектирования оборудования, а также навыки осуществления технологических процессов в лабораторных условиях, обработки полученных результатов, их анализа и формулирования выводов.

Предмет «Металлургия тяжелых цветных металлов» – включающая в себя основные сведения изучение теоретических основ процессов окислительного обжига, восстановительных и ликвационных плавов, процессов выщелачивания, очистки растворов, электролитического рафинирования и выделения металлов из растворов.

1 Содержание дисциплины

Работа студента по изучению дисциплины включает в себя следующие виды работы:

- проработку пройденного лекционного материала по конспекту лекций, учебникам и пособиям;

- проработку дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал;

- выполнение и защиту практических работ;

- подготовку к рубежному контролю и его сдачу.

Как правило, дисциплина изучается один семестр. В начале семестра студенту выдается:

- программа обучения по дисциплине (Syllabus);

- календарный график контрольных мероприятий;

- опорный конспект лекций;

- перечень вопросов на 1,2 рубежный контроль и экзамен.

По кредитной технологии обучения для всех курсов и по всем применяется рейтинговый контроль знаний студентов. Рейтинг дисциплины, которая включена в рабочий учебный план специальности, оценивается по 100-балльной шкале.

В течение семестра проводятся занятия (лекции, практические занятия, СРСП). Студент должен посещать их согласно расписания.

Самостоятельная работа включает в себя теоретическое изучение вопросов, касающихся тем лекционных занятий, которые не вошли в теоретический курс или же были рассмотрены кратко, их углубленная проработка по рекомендуемой литературе.

Теоретическая проработка каждой темы должна заканчиваться составлением конспекта по изученным вопросам, предоставлением конспекта на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа студента с преподавателем включает в себя более углубленное изучение и закрепление тем лекционных занятий. Для занятий СРСП студент готовится по материалам темы и отвечает на поставленные вопросы.

В течение семестра студент сдает первый и второй рубежный контроль.

Первый и второй рубежный контроль проводится в виде опроса по пройденным темам, по билетам или тестам и оценивается по 100 балльной системе.

В конце семестра предусмотрен экзамен. Экзамен проводится по билетам, содержащим по три вопроса в каждом, или по тестам с вариантами по 50 вопросов. Экзамен оценивается по столбальной системе.

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все требования рабочей учебной программы (выполнение и сдача всех практических работ, работ и заданий по СРС и СРСП) и набравшие рейтинг допуска (не менее 50 баллов).

2 Тематический план дисциплины

2.1 Содержание лекционных тем

Тема 1. Введение. Свойства меди и её соединения.

Краткие исторические сведения о развитии технологий производства меди и никеля, свинца и цинка. Физико–химические свойства металлов, современные области их применения, динамика уровне производства и потребления.

Свойства меди и её соединений, области применения, современный уровень промышленного производства, структура потребления, характеристика рынка меди.

Рекомендуемая литература: [5], 112-128стр.

Тема 2. Подготовка шихты.

Транспорт и складирование сырья на заводах. Способы подготовки шихты: бункерный, штабельный и мокрый способы усреднения материалов; технология сушки (увлажнения) шихты.

Рекомендуемая литература: [6], с.9-10 стр.

Тема 3. Теоретические основы и практика обжига сульфидных шихт.

Поведение минералов при обжиге. Конструкции и принцип работы многоподовых печей и печей кипящего слоя.

Рекомендуемая литература: [2], 102-109; [5], 121-130 стр.

Тема 4. Отражательная плавка медных шихт.

Конструкция и тепловая работа печи, топливо. Физико-химические процессы, протекающие при плавке.

Рекомендуемая литература: [2], 106-117; [5], 130-142 стр.

Тема 5. Электроплавка медных руд и концентратов.

Конструкция и тепловая работа печи. Техничко-экономические показатели. Взвешенная плавка сульфидных концентратов, разновидности процесса, теоретические основы обжига плавки, практика процесса, конструкция печей, показатели технологии.

Рекомендуемая литература: [2], 119-128 стр. [5], 130-142 стр.

Тема 6. Теоретические основы и практика конвертирования медных штейнов.

Реакции первого и второго периода, состава продуктов.

Рекомендуемая литература: [5], 150-155 стр.

Тема 7. Рафинирование черновой меди.

Огневое рафинирование черновой меди, теория окисления и ошлакование примесей, восстановления меди, практика процесса, печи для огневого рафинирования.

Электролитическое рафинирование меди, катодный и анодный процессы, поведение примесей, составы электролита, конструкция ванны, показатели процесса.

Рекомендуемая литература: [5], 169-182 стр.

Тема 8. Гидрометаллургия меди.

Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке, характеристика промышленных растворителей.

Химизм и кинетика процессов при выщелачивании, влияние температуры, перемешивания, парциального давления кислорода и других факторов на скорость выщелачивания.

Рекомендуемая литература: [5], 182-186; [6], 185-203 стр.

Тема 9. Свойства никеля и его соединений.

Области применения, современный уровень промышленного производства, структура потребления, характеристика рынка никеля.

Рекомендуемая литература: [5], 186-194 стр.

Тема 10. Схема восстановительно-сульфидирующей шахтной плавки окисленных никелевых руд. Подготовка шихты к плавке в шахтной печи. Конструкция и работа шахтной печи, физико-химические процессы восстановительно-сульфидирующей плавки, составы: шлака и штейна, технико-экономические показатели.

Рекомендуемая литература: [2], 164-181 стр.[5],209-211стр

Тема 11. Технологическая схема обжига никелевых фанштейнов.

Теория и практика обжига в кипящем слое, обжиг в трубчатом реакторе, характеристика закиси никеля. Восстановительная плавка закиси на металл в дуговых печах.

Рекомендуемая литература: [6], 252-270 стр.

Тема 12. Переработка сульфидных медно-никелевых руд и концентратов.

Технологическая схема, агломерирующий обжиг, электроплавка медно-никелевого сырья. Конвертирование медно-никелевых штейнов, теория и практика процесса. Способы переработки медно-никелевых фанштейнов.

Рекомендуемая литература: [2], 186-205; [5], 209-217 стр.

Тема 13. Рафинирование черного никеля.

Электролитическое рафинирование никеля. Конструкция работа ванны, катодный и анодный процессы, составы электролита, очистка анолита от примесей, показатели процесса.

Рекомендуемая литература: [5], 217-223; [6], 313-325 стр.

Тема 14. Гидрометаллургия никеля.

Технологические схемы переработки никелевого сырья методами выщелачивания: сернокислотное выщелачивание, аммиачное выщелачивание, способы выделения металлов из растворов.

Рекомендуемая литература: [2], 223-227; [5], 183-186 стр.

Тема 15. Характеристика свинцовой рудной базы.

Обогащение руд, характеристика концентратов, требования к ним.

Рекомендуемая литература: [1], 10-12; [5], 228-231 стр.

Тема 16. Принципиальные схемы переработки свинцовых концентратов.

Принципиальные схемы переработки свинцовых концентратов, зависимость способа переработки от состава сырья.

Рекомендуемая литература: [5], 228-231 стр.

Тема 17. Агломерирующий обжиг.

Требования к шихте агломерации. Подготовка шихты агломерации. Схемы агломерации. Теоретические основы агломерирующего обжига, процессы

окисления и спекания. Поведение компонентов шихты при агломерации. Роль флюсов.

Рекомендуемая литература: [1], 69-85 стр [5], 182-186 стр.

Тема 18. Шахтная восстановительная плавка агломерата.

Теоретические основы восстановления оксидов. Поведение компонентов агломерата при восстановлении. Процессы горения топлива

Рекомендуемая литература: [1], 69-85; [5], 235-244 стр.

Тема 19. Реакционные и автогенные методы получения свинца.

Теоретические основы получения свинца реакционными методами. Характеристика горновой плавки, плавки в короткобарабанных печах и реакционной электроплавки.

Рекомендуемая литература: [1], 97-99; [3], 16-25 стр.

Тема 20. Плавка КИВЦЭТ-ЦС. Особенности подготовки шихты к плавке. Основные процессы в плавильной и электротермической зонах печи. Технико-экономические показатели.

Рекомендуемая литература: [1], 136-151 стр

Тема 21. Рафинирование черного свинца. Состав черного свинца. Принципиальная схема пирометаллургического рафинирования свинца. Общая характеристика методов рафинирования. Теория и практика процессов грубого и тонкого обезмеживания, обестеллурирования, смягчения, обессеребрения, обесцинкования, обесвисмучивания и качественного рафинирования свинца.

Рекомендуемая литература: [1], 217-221 стр.с[5], 246-254 стр

Тема 22. Переработка промпродуктов свинцового производства.

Технология переработки медно-свинцового штейна, высокоцинкового шлака, тонких пылей агломерации и шахтной плавки.

Рекомендуемая литература: [1], 281-290 стр.

Тема 23. Характеристика цинковой рудной базы. Характеристика концентратов и их свойства. Принципиальные технологические схемы переработки цинковых концентратов.

Рекомендуемая литература: [1], 158-167; [3], 190-193 стр.

Тема 24. Обжиг в металлургии цинка.

Требования к огарку в пирометаллургической и гидрометаллургической технологиях получения цинка.

Рекомендуемая литература: [1], 175-185; [2], 260-261 стр.

Тема 25. Пирометаллургия цинка. Поведение компонентов цинкового сырья при дистилляции. Конденсация цинка из паров. Общая характеристика традиционных методов дистилляции (горизонтальные и вертикальные реторты), электротермия цинка.

Рекомендуемая литература: [1], 186-203; [3], 194-229 стр.

Тема 26. Гидрометаллургия цинка. Очистка раствора сульфата цинка от примесей.

Поведение компонентов цинкового огарка при выщелачивании. Факторы, влияющие на полноту и скорость растворения цинка. Используемые

технологические схемы выщелачивания. Теория и практика гидролитической очистки. Использование цементации для очистки растворов.

Рекомендуемая литература: [1], 228-236; [6], 261-268 стр.

Тема 27. Электролиз растворов сульфата цинка.

Процессы, протекающие на электродах. Перенапряжение водорода. Выход по току, напряжение на ванне, удельный расход электроэнергии. Факторы, влияющие на показатели процесса электролиза.

Рекомендуемая литература: [1], 259-279; [5], 266-271 стр.

Тема 28. Переработка промпродуктов цинкового производства.

Вельцевание цинковых кеков, переработка вельц-окислов и клинкера. Высокотемпературное выщелачивание цинковых кеков и очистки высокожелезистых растворов.

Рекомендуемая литература: [1], 328-339 стр.[5] 285-291стр

Тема 29. Охрана окружающей среды.

Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду: выбросы в атмосферу и водный бассейн, складирование отходов.

Рекомендуемая литература: [6], 327-356 стр.

2.2 Перечень и содержание практических занятий

Тема 2. Подготовка шихты.

Занятие 1. Расчет рационального состава медно-пиритного концентрата.

Занятие 2. Расчет рационального состава медного сульфидного концентрата.

Тема 17. Агломерирующий обжиг.

Занятие 3. Расчет рационального состава сырья.

Занятие 4. Расчет состава и выхода штейна.

Занятие 5. Расчет необходимого количества флюсов.

Занятие 6. Расчет количества обратного агломерата.

Занятие 7. Расчет состава и выхода агломерата.

Занятие 8. Расчет производительности спекательной машины

Тема 18. Шахтная восстановительная плавка агломерата.

Занятие 9. Проверка состава шлака с учетом золы кокса применяемого при шахтной плавке.

Занятие 10. Распределение свинца по продуктам плавки.

Занятие 11. Расчет количества воздуха подаваемого в шахтную печь на 100 кг шихты.

Занятие 12. Материальный баланс процесса плавки.

Занятие 13. Расчет основных размеров шахтной печи и воздушных коммуникаций.

Тема 27. Электролиз растворов сульфата цинка.

Занятие 14, 15. Расчеты по электролизу цинка.

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение студентами

Тема 1. Введение. Свойства меди и её соединения.

Задание 1. Краткие сведения о технологии горных работ по добыче руд и технологии обогащения руд с получением концентратов, технические условия и стандарты качества на концентраты.

Рекомендуемая литература: [5], 113-117; [6], 15-19 стр.

Тема 2. Подготовка шихты.

Задание 2. Способы окускования тонко-дисперсных материалов грануляцией, брикетированием, спеканием.

Рекомендуемая литература: [6], 9-10 стр.

Тема 3. Теоретические основы и практика обжига сульфидных шихт.

Задание 3. Тепловые балансы, технико-экономические показатели.

Рекомендуемая литература: [2], 102-109; [5], 121-130 стр.

Тема 4. Отражательная плавка медных шихт.

Задание 4. Материальный и тепловой балансы, технико-экономические показатели.

Рекомендуемая литература: [2], 106-117; [5], 130-142 стр.

Тема 5. Электроплавка медных руд и концентратов.

Задание 5. Плавка сульфидных материалов в процессе А.В. Ванюкова. Теоретические основы плавки в жидкой ванне, конструкция и работа печи, показатели процесса.

Рекомендуемая литература: [2], 119-128 стр.

Тема 6. Теоретические основы и практика конвертирования медных штейнов.

Задание 6. Конструкция и работа конвертера, показатели процесса.

Рекомендуемая литература: [6], 97-119; [5], 150-155 стр.

Тема 7. Рафинирование черновой меди.

Задание 7. Переработка шлама и отработанного электролита.

Рекомендуемая литература: [6], 136-185; [5], 174-182 стр.

Тема 8. Гидрометаллургия меди.

Задание 8. Методы подземного, кучного, перколяционного, чанового, автоклавного и бактериального выщелачивания.

Рекомендуемая литература: [5], 182-186; [6], 185-203 стр.

Тема 9. Свойства никеля и его соединений.

Задание 9. Сырьевая база производства никеля: ресурсы, подтвержденные запасы руд.

Рекомендуемая литература: [5], 186-194 стр.

Тема 10. Схема восстановительно-сульфидирующей шахтной плавки окисленных никелевых руд.

Задание 10. Конвертирование никелевых штейнов, основы теории и практики процесса, показатели процесса, составы получаемых фاینштейнов.

Рекомендуемая литература: [2], 164-181 стр.

Тема 11. Технологическая схема обжига никелевых фاینштейнов.

Задание 11. Процессы переработки окисленных никелевых руд с получением ферроникеля.

Рекомендуемая литература: [6], 252-270 стр.

Тема 12. Переработка сульфидных медно-никелевых руд и концентратов.

Задание 12. Переработка фاینштейна флотацией, режим охлаждения фاینштейна, дробление, измельчение, флотация.

Рекомендуемая литература: [2], 186-205; [5], 209-217 стр.

Тема 13. Рафинирование чернового никеля.

Задание 13. Карбонильные процессы в металлургии никеля. Теоретические основы и практика процесса атмосферного, среднего и высокого давлений.

Рекомендуемая литература: [5], 217-223; [6], 313-325 стр.

Тема 14. Гидрометаллургия никеля.

Задание 14. Автоклавное выщелачивание никель-пирротиновых концентратов.

Рекомендуемая литература: [2], 223-227; [5], 183-186 стр.

Тема 15. Характеристика свинцовой рудной базы.

Задание 15. Обогащение руд.

Рекомендуемая литература: [1], 10-12; [5], 228-231 стр.

Тема 16. Принципиальные схемы переработки свинцовых концентратов.

Задание 16. Зависимость способа переработки от состава сырья.

Рекомендуемая литература: [5], 228-231 стр.

Тема 17. Агломерирующий обжиг.

Задание 17. Особенности агломерации с дутьем снизу. Технико-экономические показатели процесса. Направление усовершенствования агломерации.

Рекомендуемая литература: [1], 69-85 стр.

Тема 18. Шахтная восстановительная плавка агломерата.

Задание 18. Характеристика состава продуктов плавки.

Рекомендуемая литература: [1], 69-85; [5], 235-244 стр.

Тема 19. Реакционные и автогенные методы получения свинца.

Задание 19. Содовый метод переработки свинцового сырья.

Рекомендуемая литература: [1], 97-99; [3], 16-25 стр.

Тема 20. Плавка КИВЦЭТ-ЦС.

Задание 20. Другие автогенные методы переработки свинецсодержащего сырья.

Рекомендуемая литература: [1], 136-151 стр.

Тема 21. Рафинирование чернового свинца.

Задание 21. Переработка промпродуктов рафинирования. Электролитическое рафинирование свинца и переработка электролитных шламов.

Рекомендуемая литература: [1], 103-122 стр.

Тема 22. Переработка промпродуктов свинцового производства.

Задание 22. Технология переработки высокоцинкового шлака, тонких пылей агломерации и шахтной плавки.

Рекомендуемая литература: [1], 281-289 стр.

Тема 23. Характеристика цинковой рудной базы.

Задание 23. Методы подготовки цинкового сырья к металлургической переработке.

Рекомендуемая литература: [1], 158-167; [3], 190-193 стр.

Тема 24. Обжиг в металлургии цинка.

Задание 24. Конструкция печи, ее работа, технико-экономические показатели обжига. Особенности обжига в пирометаллургии цинка.

Рекомендуемая литература: [1], 175-185; [2], 260-261 стр.

Тема 25. Пирометаллургия цинка.

Задание 25. Принципиальная схема рафинирования чернового цинка, характеристика ликвационного, химического рафинирования и ректификации.

Рекомендуемая литература: [1], 186-203; [3], 194-229 стр.

Тема 26. Гидрометаллургия цинка. Очистка раствора сульфата цинка от примесей.

Задание 26. Состав продуктов выщелачивания. Техничко-экономические показатели процесса.

Рекомендуемая литература: [1], 228-236; [6], 261-268 стр.

Выделение из растворов кобальт, хлора, щелочных и щелочноземельных металлов. Схемы очистки.

Рекомендуемая литература: [1], 236-243; [6], 268-271 стр.

Тема 27. Электролиз растворов сульфата цинка.

Задание 27. Конструкция и работа электролитных ванн, циркуляция электролита, тепловой режим работы. Обслуживание ванн. Переплавка катодного цинка.

Рекомендуемая литература: [1], 254-280; [6], 271-277 стр.

Тема 28. Переработка промпродуктов цинкового производства.

Задание 28. Технология переработка медно-кадмиевых кеков цинкового производства.

Рекомендуемая литература: [1], 328-339 стр.[5],255-271стр

Тема 29. Охрана окружающей среды.

Задание 29. Способы и аппаратура очистки технологических газов и отработанных растворов медного и никелевого производства.

Рекомендуемая литература: [6], 327-356 стр.

Контрольные вопросы

1. Свойства меди и её соединений.
2. Минералы меди и медные руды.
3. Способы подготовки медной шихты.
4. Теоретические основы и практика обжига сульфидных медных шихт.
5. Поведение минералов меди при обжиге.
6. Конструкция и принцип работы печей многоподовых печей.
7. Конструкция и принцип работы печей кипящего слоя.
8. Шлаки и штейны медеплавильного производства.
9. Отражательная плавка медных шихт.
10. Конструкция и тепловая работа отражательной печи.
11. Физико – химические процессы, протекающие при плавке.
12. Электроплавка медных руд и концентратов.
13. Конструкция и тепловая работа электропечи.
14. Взвешенная плавка сульфидных медных концентратов.
15. Конструкция печей КВП и ПВП.
16. Теоретические основы плавки в жидкой ванне.
17. Конструкция и работа ПЖВ.
18. Теоретические основы и практика конвертирования медных штейнов.
19. Реакции первого и второго периода, составы продуктов.
20. Конструкция и работа конвертера.
21. Огневое рафинирование черновой меди, теория окисления и ошлакования примесей, восстановления меди.
22. Печи для огневого рафинирования.

23. Электролитическое рафинирования меди, катодный и анодный процессы.
24. Поведение примесей при электролитическом рафинировании меди, составы электролита.
25. Конструкция и работа ванны.
26. Подготовка сырья к гидрометаллургической переработке.
27. Химизм и кинетика процессов при выщелачивании.
28. Методы выщелачивания в гидрометаллургии меди.
29. Промышленные способы извлечения металлов из растворов.
30. Свойства никеля и его соединений, области применения.
31. Минералы никеля и никелевые руды.
32. Схема восстановительно – сульфидирующей шахтной плавки окисленных никелевых руд.
33. Подготовка шихты к плавке в шахтной печи.
34. Конструкция и работа шахтной печи.
35. Физико – химические процессы восстановительно – сульфидирующей плавки.
36. Продукты шахтной плавки.
37. Конвертирование никелевых штейнов, основы теории и практики процесса, составы получаемых фэйнштейнов.
38. Технологическая схема обжига никелевых фэйнштейнов.
39. Восстановительная плавка закиси никеля на металл в дуговых печах.
40. Процессы переработки окисленных никелевых руд с получением ферроникеля.
41. Технологическая схема переработки сульфидных Cu – Ni руд и концентратов.
42. Агломерирующий обжиг сульфидных Cu – Ni руд и концентратов.
43. Электроплавка медно – никелевого сырья.
44. Конвертирование Cu – Ni штейнов, теория и практика процесса.
45. Переработка фэйнштейна флотацией.
46. Обжиг никелевого концентрата с получением закиси никеля.
47. Восстановление закиси никеля на металл.
48. Электролитическое рафинирование никеля. Конструкция и работа ванны.
49. Электролитическое рафинирование никеля. Катодный и анодный процессы, составы электролита.
50. Гидрометаллургия никеля.
51. Способы очистки технологических газов Ni и Cu производства.
52. Аппаратура очистки технологических газов Ni и Cu производства.
53. Методы извлечения цветных металлов из шлаков.
54. Перспективы развития медного и никелевого производства.
55. Физические свойства свинца, области применения.
56. Химические свойства свинца и его соединений.
57. Минералы свинца и руды свинца.
58. Обогащение руд и характеристика свинцовых концентратов.
59. Принципиальные схемы переработки свинцовых концентратов.
60. Зависимость способа переработки от состава сырья.

61. Агломерирующий обжиг. Подготовка шихты агломерации.
62. Схемы агломерации. Качество свинцового агломерата.
63. Теоретические основы агломерирующего обжига, процессы окисления и спекания.
64. Конструкция и работа агломашины. Особенности агломерации с дутьём снизу.
65. Шахтная восстановительная плавка агломерата. Теоретические основы восстановления оксидов.
66. Поведение компонентов агломерата при восстановлении. Процессы горения топлива.
67. Конструкция и работа шахтной печи.
68. Характеристика горновой плавки.
69. Реакционная плавка в короткобарабанных печах.
70. Выплавка свинца из концентрата в электропечах.
71. Плавка КИВЦЭТ – ЦС, особенности подготовки шахты к плавке.
72. Основные процессы в плавильной и электротермической зонах печи.
73. Рафинирование черного свинца. Состав черного свинца.
74. Принципиальная схема пирометаллургического рафинирования свинца.
75. Теория и практика процессов грубого и тонкого обезмеживания.
76. Теория и практика обестеллурирования. Теория и практика смягчения.
77. Теория и практика обессеребрения. Теория и практика обесцинкования.
78. Теория и практика обезвисмучивания и качественного рафинирования свинца.
79. Переработка промпродуктов рафинирования свинца.
80. Электролитическое рафинирование свинца и переработка электролитных шламов.
81. Переработка промпродуктов свинцового производства.
82. Технология переработки высокоцинковистого шлака.
83. Физические свойства цинка, области применения.
84. Химические свойства цинка и его соединений.
85. Минералы цинка и руды цинка.
86. Способы получения цинка. Принципиальные технологические схемы переработки цинковых концентратов.
87. Методы подготовки цинкового сырья к металлургической переработке.
88. Обжиг в металлургии цинка и требования к огарку в пирометаллургической технологии получения цинка.
89. Обжиг на порошок – теоретические основы обжига сульфидных концентратов в кипящем слое.
90. Конструкция печи КС, её работа.
91. Поведение компонентов цинкового сырья при дистилляции. Конденсация цинка из паров.
92. Общая характеристика традиционных методов дистилляции.
93. Электротермия цинка, получение цинка в шахтных печах.
94. Схема рафинирования чёрного цинка.

95. Гидрометаллургия цинка. Факторы, влияющие на полноту и скорость растворения цинка.
96. Обжиг в металлургии цинка. Требования к огарку в гидрометаллургической технологии получения цинка.
97. Поведение компонентов цинкового огарка при выщелачивании.
98. Аппаратура для выщелачивания, сгущения и фильтрации.
99. Очистка раствора сульфата цинка от примесей. Теория и практика гидролитической очистки.
100. Использование цементации для очистки растворов.
101. Выделение из растворов кобальта, хлора, щелочных и щелочноземельных металлов.
102. Электролиз растворов сульфата цинка.
103. Процессы, протекающие на электродах.
104. Факторы, влияющие на показатели процесса электролиза.
105. Конструкция и работа электролитных ванн.
106. Переплавка катодного цинка.
107. Вельцевание цинковых кеков.
108. Переработка вельц окислов и клинкера.
109. Технология переработки медно-кадмиевых кеков цинкового производства.
110. Пылеулавливание и очистка газов. Методы выделения пыли из газов.
111. Принципы работы и конструкция основного пылеулавливающего оборудования.
112. Очистка сточных вод.
113. Утилизация тепла продуктов металлургического производства.
114. Современное состояние и перспективы развития свинцово-цинкового производства.

Основная

1 Валиев Х.Х., Романтеев Ю.П. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов. Учебник. – Алматы: 2000. – 441 с.

2 Гудима Н.В., Шейн Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. – М.: Металлургия, 1975. – 535 с.

3 Диев Н.П., Гофман И.П. Металлургия свинца и цинка. – М.: Металлургиздат, 1961. – 405 с.

4 Зеликман А.Н., Крейн О.Е., Самсонов Г.В. Металлургия редких металлов. – 3-е изд. – М.: Металлургия, 1978. – 560 с.

5 Уткин Н.И. Производство цветных металлов. – 2-е изд. – М.: Интермет Инжиниринг, 2004. – 442 с.

6 Цейдлер А.А. Металлургия тяжелых цветных металлов. Часть 1: Медь, никель. – М.: Металлургия, 1951. – 376 с.

Дополнительная

7 Зайцев В.Я., Маргулис Е.В. Металлургия свинца и цинка. Учебник. – М.: Металлургия, 1985. – 263 с.

8 Кобжасов А.К. Сирек кездесетін металлдарды өндіру. – Алматы, 1993.

9 Николаев И.В., Москвитин В.И., Фомин Б.А. Металлургия легких металлов. Учебник. – М.: Металлургия, 1997. – 432 с.

10 Снурников А.П. Комплексное использование сырья в цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1986. 384с.

11 Троицкий И.А., Железнов В.А. Металлургия алюминия. – М.: Металлургия, 1977. – 392 с.

12 Худайбергенов Т.Е. Металлургия легких металлов: Учебник – Алматы, 2001. – 235 с.

13 Шиврин Г.Н. Металлургия свинца и цинка. Учебник. – М.: Металлургия, 1982. – 353 с.