

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА
подготовки к вступительному испытанию по дисциплине
«Металлургия цветных металлов»
поступающих на образовательную программу магистратуры
22.04.02.02 «Металлургия цветных металлов»

Руководитель программы, Н.В. Белоусова



Содержание программы (по дисциплине «Металлургия цветных металлов»)

Раздел 1. Теория металлургических процессов

1.1. Теория пирометаллургических процессов

Термодинамика процессов диссоциации. Кинетика и механизм диссоциации химических соединений. Восстановление металлов из оксидов. Окисление металлов. Окислительное рафинирование металлов. Раскисление. Физические и физико-химические свойства жидких металлов и шлаков.

1.2. Теория электрометаллургических процессов

Равновесные характеристики ионных систем (степень диссоциации, константа диссоциации, активность). Электропроводность растворов электролитов. Электродвижущие силы и электродные потенциалы. Электрокапиллярные явления. Гальванические элементы. Классификация электродов. Кинетика электродных процессов. Поляризация электродов, основные виды поляризации. Электролиз. Катодные и анодные процессы, основные законы электролиза. Особенности электрохимии расплавленных сред. Катодный выход по току и потери металла. Анодный эффект, сущность и механизм возникновения.

1.3. Теория гидрометаллургических процессов

Растворимость солей и газов в водных растворах (теплота растворения, зависимость от температуры). Принципиальная схема гидрометаллургических технологий. Общее уравнение потока выщелачивания. Признаки протекания гетерогенного процесса в диффузионной и кинетической областях. Зависимость скорости реакции от температуры (правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, определение энергии активации). Интенсификация процессов выщелачивания.

Общие понятия процессов экстракции. Экстракционные равновесия.

Основные характеристики ионообменных смол. Равновесие ионного обмена. Кинетика ионного обмена.

Выделение малорастворимых соединений: условия осаждения гидроксидов и сульфидов металлов.

Кристаллизация из растворов (образование центров кристаллизации, рост кристаллов, растворимость кристаллов разной крупности).

Цементация: термодинамика процесса, механизм цементации, аппаратурное оформление процесса).

Раздел 2. Сырье и технология алюминиевого производства

2.1. Производство глинозема

Основные руды алюминия. Подготовка сырья к переработке. Производство глинозема по способу Байера. Выщелачивание бокситов. Отделение и промывка красного шлама. Выпаривание маточных растворов. Кальцинация гидроксида алюминия. Производство глинозема по способу спекания (технология спекания, выщелачивание алюминатных спеков, обескремнивание алюминатных растворов, карбонизация алюминатных растворов). Получение глинозема из нефелинового сырья.

2.2. Производство алюминия

Производство фтористых солей и электродов. Теория электролиза криолитоглиноземных расплавов. Технология электролитического получения алюминия. Технология самообжигающегося анода алюминиевого электролизера. Электролитическое рафинирование алюминия. Термические способы получения алюминиевых сплавов.

Раздел 3. Металлургия тяжелых цветных и благородных металлов

3.1. Производство тяжелых цветных металлов

Окислительный обжиг в металлургии меди. Плавка на штейн (отражательная плавка необоженных медных концентратов, плавка в руднотермических печах, шахтная плавка, взвешенная плавка, плавка Ванюкова). Конвертирование медных штейнов (суть процесса, аппараты, основные показатели). Огневое рафинирование черновой меди (суть процесса, типы печей, основные показатели). Электролитическое рафинирование меди (суть процесса, основные показатели).

Получение никеля из окисленных руд (плавка на штейн, плавка на ферроникель, гидрометаллургические технологии). Получение никеля из сульфидного сырья (плавка на штейн, руднотермическая плавка, плавка во взвешенном состоянии, конвертирование никелевых и медно-никелевых штейнов). Электролитическое рафинирование анодного никеля (суть процесса, основные показатели).

Подготовка свинецсодержащего сырья к переработке. Шахтная плавка агломерата. Рафинирование черного свинца. Основные стадии переработки отработанных аккумуляторных батарей.

3.2. Производство благородных металлов

Металлургия золота: цианирование руд, осаждение золота из цианистых растворов.

Основная литература

1. Минцис М.Я. Производство глинозема: учебно-производственное издание / М.Я. Минцис, И.В. Николаев, Г.А. Сиразутдинов. – Новосибирск: Наука, 2012. – 252 с.
2. Галевский Г.В. Metallургия алюминия. Электролизеры с анодом Содерберга и их модернизация: учебное пособие для вузов / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов. - М. : Флинта , 2008. - 238 с.
3. Вольдман Г.М. Теория гидрометаллургических процессов / Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
4. Погодаев, А.М. Основы теории пирометаллургических процессов / А.М. Погодаев, И.А. Погодаева. – Красноярск: ГУЦМиЗ, 2004. – 136 с.
5. Исаева, Л.А. Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие / Л.А. Исаева, Ю.Г. Михалев. – Красноярск: ГОУ ВПО “Гос. ун-т цвет. металлов и золота”, 2006. – 156 с.
6. Процессы и аппараты цветной металлургии / С.С. Набойченко [и др.] Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 564 с.
7. Кляйн С.Э. Цветная металлургия. Окружающая среда. Экономика: Учебник для вузов / С.Э. Кляйн, С.В. Карелов, В.И. Деев. – Екатеринбург: УГТУ, 2000. – 372 с.

Дополнительная литература

8. Галевский Г.В. Metallургия алюминия : справочник по технологии и оборудованию / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – 251 с.
9. Николаев, И.В. Metallургия легких металлов / И. В. Николаев, В.И. Москвитин, Б.А. Фомин. - М.: Metallургия, 1997.
10. Производство глинозема / А.И. Лайнер, Н.И. Еремин, Ю.А. Лайнер и др. - М.: Metallургия, 1978.
11. Янко Э.А. Производство алюминия: Пособие для мастеров и рабочих цехов электролиза алюминиевых заводов. СПб.: Изд-во С-Петербург. ун-та, 2007.-304 с.

Экзаменационные вопросы

1. Критерии термической прочности соединений: изменение энергии Гиббса реакции диссоциации и давление диссоциации.
2. Зависимость прочности соединений от температуры и исходного давления газов.
3. Взаимодействие углерода с газообразными окислителями (с O_2 и H_2O). Реакция Будуара.
4. Кинетика горения углерода.
5. Термодинамика восстановления металлов из оксидов углеродом.
6. Термодинамика восстановления металлов из оксидов водородом и CO .

7. Законы окисления металлов (линейный, параболический, логарифмический). Условие роста сплошной оксидной пленки.
8. Термодинамика процесса окислительного рафинирования.
9. Раскисление металлов. Требования к раскислителям.
10. Вязкость металлов и шлаков. Зависимость вязкости от температуры и состава системы.
11. Растворимость солей и газов в водных растворах (теплота растворения, зависимость от температуры).
12. Признаки протекания гетерогенного процесса в диффузионной и кинетической областях.
13. Зависимость скорости реакции от температуры (правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, определение энергии активации).
14. Интенсификация процессов выщелачивания.
15. Основные характеристики ионообменных смол. Равновесие ионного обмена.
16. Цементация: термодинамика процесса, механизм цементации.
17. Кристаллизация из растворов (образование центров кристаллизации, рост кристаллов)
18. Общие понятия процессов экстракции. Экстракционные равновесия.
19. Выделение малорастворимых соединений: условия осаждения сульфидов металлов
20. Выделение малорастворимых соединений: условия осаждения гидроксидов
21. Равновесные характеристики ионных систем (степень диссоциации, константа диссоциации, активность).
22. Электроды первого и второго рода.
23. Законы Фарадея.
24. Зависимость степени диссоциации от концентрации слабого и сильного электролита.
25. Активность и коэффициент активности электролитов. Зависимость среднего ионного коэффициента активности от состава.
26. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов.
27. Отличия электролиза водных растворов и расплавленных солей.
28. Катодный выход по току и потери металла при электролизе.
29. Электродная поляризация.
30. Напряжение на ванне. Удельный расход электроэнергии.
31. Сырье для электролитического производства алюминия.
32. Технологическая схема получения алюминия электролитическим способом.
33. Получение глинозема способом Байера.
34. Получение глинозема способом спекания.
35. Производство фтористых солей и угольных изделий.
36. Теория электролиза криолитглиноземных расплавов.
37. Технология обожженного анода алюминиевого электролизера.

38. Технология самообжигающегося анода.
39. Рафинирование алюминия.
40. Термические способы получения алюминиевых сплавов.
41. Окислительный обжиг в металлургии меди.
42. Конвертирование медных штейнов (суть процесса, аппараты, основные показатели).
43. Огневое рафинирование черновой меди (суть процесса, основные показатели).
44. Электролитическое рафинирование меди (суть процесса, основные показатели).
45. Отражательная плавка необоженных медных концентратов.
46. Получение никеля из окисленных руд: плавка на ферроникель
47. Получение никеля из окисленных руд: гидрометаллургические технологии.
48. Получение никеля из сульфидного сырья: плавка на штейн.
49. Плавка Ванюкова в металлургии меди.
50. Конвертирование никелевых и медно-никелевых штейнов.
51. Электролитическое рафинирование анодного никеля (суть процесса, основные показатели).
52. Подготовка свинецсодержащего сырья к переработке.
53. Шахтная плавка свинецсодержащего агломерата.
54. Рафинирование черного свинца.
55. Основные стадии переработки отработанных свинцовых аккумуляторных батарей.
56. Осаждение золота из цианистых растворов.
57. Цианирование золотосодержащих руд.