

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ

Кафедра металургії чорних металів
Кафедра металургії кольорових металів

ПРОГРАМА

вступного іспиту до аспірантури із спеціальності
136 - Металургія

Затверджено на засіданні
кафедри МЧМ
протокол № 4 від 11.11.2015 р.
Зав. кафедрою

[Signature] С.А. Воденніков
"7" 12. 2015.

Затверджено на засіданні
кафедри МКМ
протокол № 9 від 04.12.2015 р.
Зав. кафедрою

[Signature] І.Ф. Червоний
"09" 12. 2015 р.

Затверджено на засіданні
Вченої ради ЗДІА
протокол № 11 від 15.12.2015 р.
Вчений секретар

[Signature]
"15" грудня 2015 р.



Запоріжжя 2015 р.

Укладачі:

д.т.н., професор Воденніков С.А.

д.т.н., професор Червоний І.Ф.

к.т.н., доцент Харченко В.О.

к.т.н., доцент Лукошніков І.Є.

Програма складена на підставі програм теоретичних і технологічних дисциплін металургійного циклу, що охоплюють всі спеціалізації спеціальності 136 - Металургія.

МЕТАЛУРГІЯ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ

Збагачення металургійної сировини. Класифікація сировини і її значення в збагаченні корисних копалин. Типи класифікаторів. Області застосування класифікаторів, призначення, принцип дії. Закономірності падіння мінеральних зерен у в'язкому середовищі. Вільне і обмежене падіння зерен. Гравітаційні процеси збагачення. Фізичні основи гравітаційних методів збагачення, їх класифікація і промислове застосування. Процес відсадження, збагачення в струмені води, поточної по похилій площині; збагачення у важких середовищах. Суть процесів збагачення, апаратурне оформлення, принцип дії. Флотація. Суть процесу і області застосування. Флотореагенти, їх класифікація, призначення і області застосування. Машини флотацій, їх типи, пристрої і принцип дії.

Підготовка руди до плавки. Класифікація залізних і марганцевих руд. Процес коксування вугілля. Окускування руд і концентратів. Загальна схема процесу агломерації руд і концентратів. Виробництво окатишів. Пряме отримання заліза. Процеси брикетування. Обладнання для підготовки шихтових матеріалів до плавки.

Дисоціація і відновлення з'єднань. Термодинаміка і кінетика процесів відновлення оксидів газоподібними відновниками. Особливості відновних процесів за участю твердого вуглецю. Кінетична область реагування. Дифузійні стадії відновних процесів. Відновлення з рідких і парових фаз. Навуглецювання і карбідоутворення. Активність вуглецю і термодинамічних розплавів. Діаграми стану і їх значення. Відновлення окислів металів за допомогою вуглецю і водню. Відновлювальні процеси. Основи теорії окисного рафінування металів від домішок. Теоретичні основи процесів розкислення. Хімічна рівновага. Фазові рівноваги в двокомпонентних системах. Діаграми плавкості. Правило важеля.

Будова і властивості шлакових і металевих розплавів. Форми існування кисню в металевих розплавах. Стадії гетерогенних процесів за участю розплавів. Лімітуючі стадії. Масоперенос у високотемпературних системах газ-шлак-металл. Розподіл елементів між металом і шлаком. Теоретичні основи дефосфорації, десульфурзації і розкислювання металевих розплавів. Окислювальні і відновні процеси в металургії.

Доменний процес. Конструкція доменної печі. Продукти доменної плавки. Горіння палива і теплообмін в доменній печі. Відновлення заліза, марганцю, кремнію з оксидів і утворення чавуну в доменній печі. Утворення шлаку, сірки, фосфору при проведенні доменного процесу. Рух шихти і газів в доменній печі. Методи підвищення ефективності доменної плавки. Техніко-економічні показники доменного процесу. Автоматизація управління доменною плавкою. Обладнання і планування доменних цехів. Бездоменна металургія і її перспективи. Отримання губчастого заліза і металі-

зованих окатишів.

Сталеплавильні процеси. Класифікація сталеплавильних процесів, їх переваги і недоліки. Класифікація сталі. Теоретичні основи сталеплавильних процесів. Окислювальні і відновні процеси при виплавці сталі. Джерела шлаку і його роль. Виробництво сталі в конвертерах з верхнім, донним і комбінованим продуванням. Виробництво сталі в агрегатах череневого типу. Роль футеровки. Вогнетриві сталеплавильного виробництва. Теорія і технологія розкислювання сталей. Гази в сталі і їх вплив на властивості сталі. Джерела газів. Поведінка газів по ходу плавки в сталеплавильних агрегатах. Процеси позапічної обробки сталі. Киснево-конвертерний процес. Процеси в дво-ванних агрегатах. Виплавка сталі в індукційних і дугових печах. Безперервні сталеплавильні агрегати, їх перспективність. Спеціальні процеси електроплавлення: виплавка сталі у вакуумних дугових і індукційних печах, виплавка сталі методом електрошлакового переплаву, виплавка сталей в плазмено-дугових і електронно-променевих печах. Управління тепловими технологічними процесами, системи автоматизації і контролю. Методи інтенсифікації різних сталеплавильних процесів. Техніко-економічні показники різних сталеплавильних процесів.

Розливка сталей і сплавів. Завдання, що вирішуються при розливанні сталей і сплавів. Способи розливання, недоліки і переваги. Обладнання для розливу сталей. Безперервний розлив, типи МНЛЗ. Кристалізація сталевого злитка. Фізична і хімічна неоднорідність. Будова злитка спокійної і напівспокійної, киплячої сталі. Технологія розливу сталі зверху і сифоном. Основні дефекти злитка. Методи підвищення виходу придатного і поліпшення поверхні злитка. Порівняння техніко-економічних показників безперервного і звичайного розливу.

Виробництво феросплавів. Значення феросплавів в металургії. Основні типи феросплавних процесів: вуглецьвідновлювальні, силікотермічні, алюмотермічні, їх особливості. Основні поняття. Фізико-хімічні основи виробництва феросплавів. Пристрій рудовідновлюваних, рафінувальних електропечей для виробництва феросплавів. Обладнання для металотермічних процесів. Технологія і особливості виробництва кремнієвих, марганцевих і хромових феросплавів. Вимоги до відновників. Технологія виробництва малих (рідкісних) феросплавів. Технологія розливки феросплавів. Властивості феросплавів, вимоги до них. Техніко-економічні показники феросплавного виробництва.

МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Класифікація кольорових металів. Рудна і вторинна сировина для отримання кольорових металів. Призначення і основні процеси збагачувальної технології, продукти і показники збагачення. Металургійна шихта і її складові. Основні види металургійного палива і вогнетривких матеріалів. Продукти і напівпродукти металургійного виробництва. Класифікація металургійних процесів. Види випалення, рудних і рафінувальних плавок. Вилуговування і способи виділення металів з розчинів. Характеристика і класифікація електрометалургійних (електрохімічних) процесів.

Теоретичні основи металургійних процесів. Будова і властивості розплавів. Механічні і розчинені втрати кольорових металів з шлаками і шляхи їх зниження. Загальні положення про процеси відновлення. Процеси окислення. Механізм і кінетика дисоціації з'єднань. Фізико-хімічні основи розділення фаз випаровуванням і конденсацією. Дистиляція і ректифікація. Металургійні печі. Класифікація процесів вилуго-

ування. Основи кінетики процесів вилуговування. Стадії процесу і їх характеристики. Основи рідинної екстракції. Іонообмінні процеси. Осадження важкорозчинних з'єднань. Основи кристалізації з розчинів. Механізм і кінетика зростання кристалів. Способи кристалізації. Основи відновного осадження. Термодинаміка, кінетика і механізм цементації.

Особливості електрохімічного процесу. Класифікація електрохімічних процесів. Реакції, що протікають на електродах при електролізі. Основні поняття і закони електролізу. Електрохімічна кінетика. Види поляризації. Основні катодні процеси в електрометалургії. Анодне розчинення металів. Нерозчинні аноди і процеси, що протікають на них. Катодне і катодно-анодне рафінування металів. Управління електродними процесами в іонних розплавах. Основні типи конструкцій електролізерів.

Металургія важких металів. Області застосування цинку і способи його отримання. Дистиляція цинку і переробка продуктів дистиляції. Ліквіційне рафінування чорного цинку. Гідрометалургія цинку. Області застосування свинцю, сульфідні і окислені руди. Поведінка при випаленні компонентів свинцевого концентрату. Особливості відновної свинцевої шахтної плавки. Реакційна плавка і електроплавлення свинцевих концентратів. Рафінування чорного свинцю. Нікелеві руди і області застосування нікелю. Пірометалургійний і гідрометалургійний способи переробки нікелевих руд. Металургія міді. Способи її отримання. Суть плавки на штейн, її хімізм і практична реалізація. Конвертація мідних штейнів. Переробка вторинної мідної сировини. Виробництво мідних сплавів. Переробка вторинної свинцевої сировини. Виробництво свинцевих сплавів: свинцево-олов'яних бабитів, кальцієвих бабитів.

Металургія легких металів. Види алюмінієвих руд. Способи отримання глинозему. Будова розчинів алюмінатів. Цикл Байера в системі $Al_2O_3-Na_2O-H_2O$. Фізико-хімічна суть основних технологічних операцій. Виробництво глинозему способом спікання. Комбіновані способи отримання глинозему. Виробництво глинозему з нефелінів і алунітів. Комплексна переробка алюмінієвої сировини. Електроліз криоліто-глиноземних розплавів. Склад, будова і властивості електролітів. Електродні реакції і інші фізико-хімічні явища в електролізері. Конструкції електролізерів. Класифікація вторинної алюмінієвої сировини. Теоретичні основи плавки вторинної алюмінієвої сировини. Електротермічне виробництво алюмінієво-кремнієвих сплавів. Класифікація методів рафінування алюмінієвих розплавів. Методи рафінування алюмінієвих розплавів від металевих домішок. Електролітичне рафінування алюмінію. Сировина для отримання магнію і способи його переробки. Отримання штучного і синтетичного карналітів. Отримання безводного хлориду магнію з бішофіта і карналіта хлоруванням оксидом магнію. Теоретичні основи виробництва магнію електролізом. Технологія електролізу магнію. Електролітичне рафінування магнію. Силікотермічний спосіб виробництва магнію. Переробка вторинної магнієвої сировини в печі з сольовим обігрівом. Печі для плавки відходів магнію, приготування і рафінування магнієвих сплавів. Комплексна переробка магнійвмісних відходів з отриманням реагентів для чорної металургії і машинобудування.

Металургія рідкісних металів. Класифікація рідкісних металів. Відміні особливості технологій вилучення рідкісних металів з руд, концентратів і відходів виробництва кольорових металів. Металургія тутоплавких рідкісних металів: вольфраму, ніобію, танталу, молібдену, ванадію, гафнію, цирконію і титану. Металургія розсіяних рідкісних металів: ренію, галію, індію, талію, германію, селену і телуру. Металургія рідкоземельних металів: скандію, ітрію, лантану і лантанодів. Металургія легких рідкісних металів: літію, рубідію, цезію і берилію. Металургія радіоактивних металів:

радію, полонію, актинію і актиноїдів. Металургія вторинних рідкісних металів. Основні технології вилучення рідкісних металів з вторинної сировини.

Основи очищення металів і напівпровідникових матеріалів. Чисті метали і матеріали в сучасній техніці. Значення чистих металів для розвитку нової техніки. Способи оцінки ступеню чистоти металів і матеріалів. Поняття коефіцієнтів розподілу і розділення. Умови отримання чистих металів і напівпровідникових матеріалів.

Направлена кристалізація. Управління складом і зростанням кристалів. Діаграма стану і направлена кристалізація. Рівноважний і ефективний коефіцієнти розподілу. Розподіл елементів при направленій кристалізації. Критичні швидкості кристалізації, концентраційне переохолодження розплаву. Недосконалість реальних кристалів. Дендритна кристалізація. Специфіка вирощування металевих і напівпровідникових кристалів.

Технологія вуглецевих матеріалів. Виробництво вуглецевих матеріалів. Сировинні матеріали - кокс і пеки. Методи пресування заготовок. Випалення заготовок. Графітація. Властивості обпалених і графітизованих матеріалів. Застосування вуглеграфітових матеріалів в металургії. Виробництво вуглець-вуглецевих матеріалів. Сировина і матеріали: вуглецеві волокна, наповнювачі на основі вуглецевих волокон; фенол-формальдегідні смоли. Методи формування заготовок: ручне викладення, пресування, намотування. Карбонізація і графітизація заготовок. Методи ущільнення пористої структури. Застосування вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів.

МЕТАЛУРГІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ СПЛАВІВ

Вакуумна дугова переплавка. Електрична дуга як джерело тепла. Конструктивно-технологічні схеми. Енергетичні особливості. Особливості формування злитка. Металургійні особливості. Якість і сортамент металу.

Електрошлакова переплавка. Шлакова ванна як джерело тепла. Конструктивно-технологічні особливості, енергетичні особливості. Особливості формування злитка. Металургійні особливості. Якість і сортамент металу.

Електронно-променева переплавка. Електронний промінь як джерело тепла. Конструктивно-технологічні особливості. Енергетичні закономірності і особливості формування злитка. Металургійні особливості, якість і сортамент металу ЕЛП.

Плазмено-дугова переплавка. Особливості трансформації електричної енергії в теплову в плазмовій (стислій) дузі. Конструктивно-технологічні особливості. Енергетичні закономірності і особливості формування злитка. Металургійні особливості, якість і сортамент металу.

Плавка в холодному тиглі. Особливості передачі енергії в холодному тиглі. Конструктивні особливості устаткування. Коефіцієнт корисної дії процесу. Металургійні особливості, якість металу. Переваги і особливості застосування процесу.

Комбіновані процеси. Дугошлаковий переплав. Переплавка плазмотрона, що витрачається. Переваги і недоліки процесів. Плазмово-індукційна плавка. Переваги і недоліки процесу. Приклади технологій.

Нові способи плавки. Плавка лазерним пучком. Плавка пучком світла. Металургійні технології в космосі. Особливості конструкції плавильних агрегатів і технологічні аспекти.

Випаровування і конденсація. Фізико-хімічні процеси випаровування і конденсації у вакуумі. Структура і властивості металевих плівок, що конденсують. Като-

дне розпилювання і електронно-променеве випаровування. Технологічні особливості отримання тонких плівок (підготовка поверхні, температура підкладки, швидкість конденсації). Области застосування плівкових матеріалів і покриттів.

Обробка металів і матеріалів тиском. Пластичні властивості. Вплив дефектів злитка і домішок на деформованість. Технологія гарячої деформації. Кування, пресування, гаряче плющення, гидроекструзія, обробка вибухом. Основні агрегати, вживані при вказаних обробках. Методи отримання, властивості і області застосування біметалів.

Термічна обробка. Основні положення дифузії в металах і сплавах, базові перетворення. Відпуск і рекристалізація. Практика термічної обробки сталей і сплавів на основі нікелю і заліза. Застосування захисних середовищ при термообробці. Обробка тугоплавких металів.

ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці і безпечні прийоми праці в чорній металургії. Охорона навколишнього середовища в металургії, енерго- і ресурсозберігаючі технології. Утилізація різних відходів металургії.

ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

1. Класифікація і області застосування металів.
2. Мінерали і руди.
3. Методи збагачення руд.
4. Вторинна сировина кольорових металів.
5. Шихта і металургійне паливо.
6. Вогнетриви і теплоізоляційні матеріали.
7. Охорона навколишнього середовища в металургії.
8. Енерго- і ресурсозберігаючі технології.
9. Стандартна хімічна спорідненість металів до кисню, сірки, галогенів.
10. Взаємозв'язок спорідненості й окислювально-відновних процесів.
11. Закономірності вуглецево термічних відновлювальних процесів.
12. Фазові рівноваги в двокомпонентних системах. Діаграми плавкості. Правило важеля.
13. Ентропійний метод розрахунку константи рівноваги хімічних реакцій.
14. Хімічні реакції металургійних процесів. Оцінка самочинного їхнього протікання. Рівняння ізотерми Вант-Гоффа.
15. Хімічна рівновага і константа рівноваги металургійних процесів. Рівноважні концентрації.
16. Основи теорії металотермії.
17. Рухливість хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє. Рівняння ізохори й ізобари Вант-Гоффа.
18. Відновлення окислів металів за допомогою CO і H₂.
19. Закономірності відновлювальних процесів у системах з розчинами.
20. Основи теорії окисного рафінування металів від домішок.

21. Теоретичні основи процесів розкислення сталі.
22. Діаграма стану «Залізо – цементит» (метастабільний стан), і вплив вуглецю і постійних домішок на властивості сталі.
23. Класифікація чавунів залежно від форми графіту і умов його отримання. Вплив вуглецю і постійних домішок на структуру і механічні властивості чавунів.
24. Фазові перетворення в сплавах заліза (теорія термічної обробки).
25. Залізняка.
26. Збагачення залізняка.
27. Агломерація залізняка.
28. Доменний процес.
29. Класифікація сталеплавильних процесів.
30. Основні реакції сталеплавильних процесів.
31. Десульфуріяція і дефосфорування металу.
32. Отримання сталі в кисневому конверторі.
33. Мартенівський процес.
34. Отримання сталі в електропечах.
35. Класифікація чавунів.
36. Класифікація сталей.
37. Класифікація феросплавів.
38. Розкислювання сталі марганцем, кремнієм і алюмінієм.
39. Дифузійне розкислювання сталі, обробка металу вакуумом, синтетичними шлаками.
40. Позапічна обробка сталі.
41. Комбіновані способи позапічної обробки сталі.
42. Легування сталі.
43. Отримання губчастого заліза і металізованих окатишів.
44. Способи розливання сталі.
45. Безперервне лиття металевих заготовок.
46. Способи отримання феросплавів.
47. Технологія виплавки феросиліцію.
48. Виплавка металевого марганцю.
49. Технологія виплавки феросплавів малої групи.
50. Методи рафінування чорного свинцю.
51. Класифікація і області застосування кольорових металів.
52. Властивості цинку. Цинкові руди і їх збагачення.
53. Виробництво кріоліту, вугільних електродів і анодної маси.
54. Характеристика і класифікація електрометалургійних процесів.
55. Виробництво вольфраму.
56. Конвертація мідних штейнів.
57. Виплавка титанових шлаків.
58. Рафінування міді (вогняне, електролітичне).
59. Плавка мідних сульфідних концентратів.
60. Відновлення тетраклорида титану. Вакуумна сепарація. Переробка губчастого титану в товарну продукцію.
61. Виплавка свинцю в шахтних печах.
62. Виробництво цинку дистиляцією.
63. Гідрометалургія цинку.

64. Виробництво молібдену.
65. Виробництво тетраклорида титану (хлорування, конденсація пари, очищення технічного тетраклорида титану).
66. Електролітичне рафінування нікелю.
67. Електролітичне отримання магнію.
68. Термічні способи отримання алюмінієвих сплавів.
69. Електролітичне рафінування алюмінію.
70. Способи отримання глинозему.
71. Електролітичне рафінування титану.
72. Виробництво глинозему за способом Байєра.
73. Отримання чистих металів і напівпровідникових матеріалів.
74. Діаграма стану і направлена кристалізація.
75. Специфіка вирощування металевих і напівпровідникових кристалів.
76. Методи і технологія процесів спеціальної електрометалургії.
77. Вакуумно-дуговий переплав.
78. Електрошлаковий переплав.
79. Плазмено-дуговий переплав.
80. Плавка у холодному тиглі.
81. Комбіновані процеси.
82. Плавка лазерним променем.
83. Класифікація та області використання металів.
84. Нові способи плавки.
85. Енергетичні особливості вакуумно-дугового переплаву.
86. Охорона навколишнього середовища в металургії, енерго- та ресурсозберігаючі технології.
87. Вогнетриві і теплоізоляційні матеріали.
88. Шихта і металургійне паливо.
89. Вторинна сировина кольорових металів.
90. Методи збагачення руд.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Електрометаллургия стали и ферросплавов / Под ред. Д.Я. Поволоцкого. М.: Металлургия, 1984. – 586 с.
2. Н.М. Чуйко, А.Н. Чуйко. Теория и технология электроплавки стали. – Киев. Донецк. 1983.-267 с.
3. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. - М.: Металлургия, 1989.-267 с.
4. Соколов Г.А. Производство стали. - М.: Металлургия, 1982.-234 с.
5. Ефименко Е.Ф., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна. -Киев: Вища школа, 1988.-495 с.
6. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов / Учебник для вузов // Гасик М.И., Лякишев Н.П.- СП Интермет Инжиниринг, 1999.-764 с.
7. Гасик М.И., Лякишев Н.П., Емлин Б.И. Теория и технология производства ферросплавов.- М.: Металлургия, 1988.-424 с.
8. Электрошлаковая технология за рубежом. (Под ред. Б.Е. Патона и Б.И. Медовара).

- Киев.: Наукова думка, 1982. – 320 с.
9. Медовар Б.И. и др. Качество электрошлакового металла. – Киев.: Наукова думка. – 1990. – 312 с.
 10. Иванов И.Н. и др. Экономика специальной электрометаллургии. – М.: Metallurgia, 1982. – 182 с.
 11. Тихоновский А.П., Тур А.А. Рафинирование металлов и сплавов методом электронно-лучевой плавки. – Киев.: Наукова думка, 1984. – 272 с.
 12. Ерохин А.А. Закономерности плазменно-дугового легирования и рафинирования металлов. – М.: Наука, 1984. – 184 с.
 13. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов: Учебное пособие для вузов. – М.: Metallurgia, 1986.-455 с.
 14. Рысс М.А. Производство ферросплавов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgia, 1985. - 244 с.
 15. Доменное производство /Под ред. Е.Ф. Вегмана, справочник Т-1.-М.: Metallurgia, 1989.-495 с.
 16. Баптизманский В.И. Разливка стали. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Металлургия черных металлов», Киев-Донецк, Вища школа, 1977, 200с.
 17. Огурцов А.П., Величко А.Г., Исаев Е.И., Гресс А.В. Непрерывная разливка стали, Учебное пособие для студентов металлургических специальностей высших учебных заведений, Днепропетровск, ДГТУ. 1999, 306с.
 18. Технология металлургического производства цветных металлов (теория и практика): Учебник для вузов / Ю.К.Матвеев, В.С. Стрижко. - М.: Metallurgia, 1986. - 368 с.
 19. Процессы и аппараты цветной металлургии: Учебник для вузов / Набойченко С.С, Агеев Н.Г., Дорошкевич А.П. и др. - Екатеринбург: УГТУ, 1997.-648 с.
 20. Колобов Г.А. Металлургия цветных металлов (введение в специальность). Учебное пособие / Запорожье: ЗГИА, 1998. - 224 с.
 21. Производство цветных металлов / Н.И.Уткин. - М.: «Интернет Инжиниринг», 2000. - 442 с.
 22. Ванюков А.В., Зайцев А.Я. Теория пирометаллургических процессов. - М.: Metallurgia, 1993. - 384 с.
 23. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. - М.: Metallurgia, 1983. - 424 с.
 24. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1973. - 752 с.
 25. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1984. - 519 с.
 26. Делимарский Ю.К. Электрохимия ионных расплавов. - М.: Metallurgia, 1978. - 248 с.
 27. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии. - М.: Высшая школа, 1987. - 319 с.
 28. Гудима Н.В., Шеин Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. - М.: Metallurgia, 1985.
 29. Худяков И.Ф., Дорошкевич А.П., Карелов С.В. Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов. - М.: Metallurgia, 1987. -528 с.
 30. Николаев И.В., Москвитин В.И., Фомин Б.А. Металлургия легких металлов. - М.: Metallurgia, 1997.- 432 с.

31. Койбаш В.А., Резняков А.А. Оборудование предприятий вторичной цветной металлургии. - М.: Металлургия, 1976. - 231 с.
32. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. -М.: Металлургия, 1991. - 432 с.
33. Коленкова М.А., Крейн О.Е. Металлургия рассеянных и легких редких металлов. - М.: Металлургия, 1977. - 360 с.
34. Михайличенко А.И., Михин Е.В., Патрикеев Ю.Б. Редкоземельные металлы. - М.: Металлургия, 1987. - 229 с.
35. Никитина Л.С. Переработка отходов тугоплавких металлов (вольфрама, молибдена, рения). -М.: Цветметинформация, 1977. -52 с.
36. Крейн О.Е. Отходы рассеянных редких металлов / М.: Металлургия, 1985. - 104 с.
37. Полькин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных и редких металлов / М.: Недра, 1975. - 461 с.
38. Свойства конструкционных материалов на основе углерода / М.: Металлургия, 1975. - 334 с.
39. Фиалков А.С. Формирование структуры и свойств углеграфитовых материалов. - М.: Металлургия, 1965.- 286 с.
40. Конкин А.А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы. -М.: Химия, 1974. - 375 с.
41. Лайнер А.И., Еремин Н. И., Лайнер Ю.А., Певзнер И.З. Производство глинозема. - М.: Металлургия, 1978. -344с.
42. Троицкий И.А., Железнов В.А. Металлургия алюминия. Металлургия. М. 1984, 400 с.
43. А.И.Иванов, Ю.П. Насекан, Л.П.Иванова. Технология производства глинозема: Монография / Запорожье: Издательство ЗГИА, 2005.-262 с.
44. Ни Л.П., Романов Л.Г. Физикохимия гидрощелочных методов производства глинозема. Алма-Ата, Наука, 1975, 346 с.
45. Абрамов В.Я., Стельмакова Г.Д., Николаев И.В. Физико-химические основы комплексной переработки алюминиевого сырья (щелочные способы). - М.: Металлургия, 1985.
46. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. – М: Металлургия, 1976.
47. Беляев А.И. Физико-химические основы очистки металлов и полупроводниковых материалов. - М: Металлургия, 1973.
48. Пазухин В.А., Фишер А.Я. Разделение и рафинирование металлов в вакууме. – М: Металлургия, 1969.
49. Вигдорович В.Н., Волбян А.Е., Курдюмов Г.М. Направленная кристаллизация и физико-химический анализ. - М: Химия, 1976.
50. Романенко З.Н. Управление составом полупроводниковых кристаллов. - М: Металлургия, 1976.
51. Фалькевич Э.С., Пульнер Э.О., Червонный И.Ф. и др. Технология полупроводникового кремния / М.: Металлургия, 1992 г. 408 с.
52. Таран Ю.Н., Куцова В.З., Червонный И.Ф. и др. Полупроводниковый кремний: теория и практика производства. Монография / Запорожье, ЗГИА.- 2004.- 344 с., илл.
53. Грацианов С.А., Путимцев Б.Н., Молотилов Б.В. и др. Металлургия прецизионных сплавов. - М: Металлургия, 1975.
54. Ефимов В. А. Разливка и кристаллизация стали. - М.: Металлургия, 1976.
55. Рафинирующие переплавы стали в сплавов в вакууме / Под ред. В.А. Бояршинова.

- М: Metallургия, 1979.
56. Латаш Ю.В., Медовар Б.И. Электрошлаковый переплав. - М: Metallургия, 1970. – 240 с.
 57. Мовчан Б.А., Тихоновский А.Л., Курапов И.А., Электроннолучевая плавка и рафинирование металлов и сплавов. - Киев: Наукова думка, 1973.
 58. Ключев М.М., Плазменно-дуговой переплав. - М: Metallургия, 1980.
 59. Слузская В.З. Тонкие пленки в технике сверхвысоких частот. - М: Советское радио, 1967.
 60. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. - М: Metallургия, 1967.
 61. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. - М: Metallургия, 1974.
 62. Савицкий Е.М., Бурханов Г.С., Metalловедение тугоплавких металлов и сплавов. - М: Наука, 1971.
 63. Латаш Ю. В., Матях В.Н. Современные способы производства слитков особо высокого качества. - Киев: Наукова думка, 1987.
 64. Бокштейн С.З. Стрoение и свойства металлических сплавов. - М: Metallургия, 1971.
 65. Вигдорович В.Н., Вольпян А.Е., Курдюмов Г.М. Направленная кристаллизация и физико-химический анализ. - М: Химия, 1976.
 66. Голованенко С.А., Меандров А.А. Производство биметаллов. - М. Metallургия, 1966.
 67. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. - М: Metallургия, 1967.
 68. Гуляев А.П. Metalловедение. - М: Metallургия, 1977.
 69. Лакомский В.И. Плазменно-дуговой переплав. - Киев.: Техніка, 1974.
 70. Медовар Б.И., Латаш Ю.В. Электрошлаковый переплав. - Киев: Наукова думка, 1965.
 71. Мовчан Б.А., Тихоновский Л.Л., Курапов Ю.А. Электроннолучевая плавка и рафинирование сплавов. - Киев: Наукова думка, 1973.
 72. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. - М: Metallургия, 1970.
 73. Технология тонких пленок / Под ред. Л. Майссела и Р.Гленга. – М: Советское радио, 1977. - Том 2.
 74. Мовчан Б.А., Малашенко И.С. Жаростойкие покрытия, осаждаемые в вакууме. - Киев: Наукова думка, 1983.
 75. Линчевский Б.Е. Вакуумная индукционная плавка в металлургии. – М: Metallургия, 1975.
 76. Егоров А.В., Моржин А.Ф. Электрические печи специальной металлургии - М: Metallургия, 1975.
 77. Шалимов А.Г., Готин В.Н., Тулин Н.А. Интенсификация процессов специальной электрометаллургии. - М: Metallургия, 1988.
 78. Тарасов А.В. Metallургия титана – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 328 с.: ил. 85.