МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
Институт материаловедения и металлургии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИММт
_____ В.А. Мальцев
«19» 05 2016 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру
по направлению 22.04.02 «Металлургия»
магистерская программа
«Металлургия черных, цветных и редких металлов»»

Екатеринбург
2016

Программа составлена авторами:

Набойченко С. С., д.т.н., профессор кафедры «Металлургия тяжелых цветных металлов»

Спирин Н.А., д.т.н., профессор кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии»

Загайнов С. А., д.т.н., профессор кафедры «Металлургия железа и сплавов»

Программа рассмотрена на заседании кафедры «методическом совете ИММТ», протокол №4 от « 19 » 05 2016 года.

Председатель учебно-методического совета
Института материаловедения и металлургии В.В. Шимов
Протокол № 4 от 19 05 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Программа вступительного экзамена в магистратуру отвечает требованиям к обязательному минимуму содержания и уровня подготовки бакалавра по направлению 22.04.02 «Металлургия».

Магистерская программа предусматривает три траектории обучения, а, именно, «Современные технологии получения цветных металлов», «Теория и практика получения черных металлов из природного и техногенного сырья», «Теплофизические основы конструирования и эксплуатации металлургических печей».

Исходя из требований ФГОС ВПО к уровню подготовки выпускников с квалификацией «бакалавр» программа вступительного экзамена для поступающих в магистратуру включает основные разделы специальных дисциплин:

1. Металлургия тяжелых цветных металлов
2. Теоретические основы новых пирометаллургических процессов
3. Металлургия благородных металлов
4. Теория гидрометаллургических процессов
5. Теплофизика металлургических процессов.
6. Основы автоматического управления тепловыми режимами металлургических печей.
7. Экологические аспекты металлургического производства.
8. Подготовка руд к плавке.
9. Теория и технология доменного процесса.
10. Теория и технология производства стали.
11. Специальные технологии производства стали и ферросплавов.
12. Внепечная обработка металла.

Настоящая программа включает типовые вопросы, отвечая на которые кандидаты на зачисление в магистратуру должны показать:

- знания основных понятий в области металлургии; теоретические положения металлургических процессов, используемых для комплексной переработки первичного сырья; принципов действия устройств и оборудования для осуществления технологических процессов металлов; принципов и направлений автоматизации технологических процессов; принципов современного управления качеством продукции;
- умения осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии; выполнять технологические расчеты, выбор основного оборудования, в том числе с использованием ПК и принципов физического моделирования; анализировать технико-экономические показатели операций, принимать технологически обоснованные решения по управлению процессом, повышению эффективности технологии с целью ресурсо- и энергосбережения;
- владение методами анализа технологических процессов металлургии и их влияния на качество продукции; приемами технологических расчетов; методами анализа технико-экономических показателей процессов и принятия технологически обоснованных решений.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Порядок приема и зачисления в магистратуру

Правила приема и зачисления в магистратуру разработаны в соответствии с Законом РФ №3266-1 от 10.071992 г. «Об образовании», Федеральным законом № 125-ФЗ от 22.08.1996 г. «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» в редакции Федеральных законов № 232-ФЗ от 24.10.2007, № 309-ФЗ от 01.12.2007, № 184-ФЗ от 18.07.2009, № 260-ФЗ от 10.11.2009 г, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 2895 от 28.12.2011 г. и введены в действие приказом ректора УрФУ (нормативно-правовая база размещена на сайте университета).

Правом на участие в конкурсе на бюджетные места для обучения в магистратуре пользуются лица, успешно завершившие обучение по программам бакалавриата и дипломированного специалиста.

Количество граждан, принимаемых в магистратуру за счет средств федерального бюджета, определяется квотами Министерством образования и науки.

Прием документов определяется в соответствии с правилами приема УрФУ.

2. Набор документов для поступления

Лица, поступающие в магистратуру, представляют следующие документы:

- заявление на имя ректора;
- диплом о высшем образовании (копия диплома); в исключительных случаях до получения диплома о высшем профессиональном образовании допускается представление справки за подписью ректора вуза об успешном завершении основной образовательной программы высшего профессионального образования (за день до зачисления копия диплома (справка) должна быть заменена на подлинник диплома);
- 5 фотографий размером 3х4 см;
- в качестве дополнительных документов могут быть приняты заверенные печатью вуза или института рекомендации ГАК, Ученых советов вузов и институтов, списки научных трудов и публикаций.

При подаче заявления поступающие предъявляют документы, удостоверяющие их личность, гражданство (паспорт).

3. Вступительные испытания

Вступительные испытания на бюджетные места проводятся в соответствии с правилами приема УрФУ.

Расписание вступительных испытаний доводится до сведения поступающих не позднее, чем за 3 дня до проведения испытаний.

Для проведения вступительных испытаний приказом ректора утверждаются составы экзаменационных и апелляционных комиссий.

В состав экзаменационных и апелляционных комиссий по приему вступительных испытаний в магистратуру должны быть включены лица из числа профессорско-преподавательского состава, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук или ученое звание профессор или доцент.

Вступительные испытания экзамен, форма проведения – письменно или устно, устанавливается Ученым Советом ИММт.

Билет состоит из двух вопросов и технологической задачи.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобалльной шкале и представляются в Приемную комиссию университета в следующих формах:
- работа - для письменного экзамена;
- протокол - для устного экзамена.

4. Зачисление в магистратуру

Зачисление в магистратуру на бюджетные места производится за десять дней до начала учебных занятий на конкурсной основе по результатам вступительного экзамена.

При равенстве конкурсных баллов преимущественное право на зачисление предоставляется по приоритету оснований. К таким основаниям могут относиться:
- список научных трудов и публикаций;
- рекомендация Ученого совета вуза, института;
- рекомендация ГАК;
- рекомендация кафедры;
- рекомендация научного руководителя;
- средний балл приложения к диплому.

Зачисление поступающих на общих основаниях, на целевые места и на места с оплатой стоимости обучения, осуществляется по раздельным конкурсам.

Лица, не прошедшие по конкурсу на бюджетные места могут участвовать в конкурсе на места с оплатой стоимости обучения с теми же результатами экзаменов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К МВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

Траектория «Современные технологии получения цветных металлов»

1. Сырье для производства меди;
2. Характеристика технологической схемы получения меди, назначение и сущность переделов;
3. Типы медных концентратов их обжиг;

4. Теоретические основы и химизм шлакообразования отражательной плавки медных концентратов;
5. Отражательная плавка медных концентратов, огарков;
6. Автогенные процессы плавки медных концентратов, особенности шлако- и штейнообразования, практика и химизм;
7. Конвертирование медных штейнов;
8. Огневое и электролитическое рафинирование меди, классификация примесей;
9. Регенерация медного электролита, назначение и сущность процессов;
10. Сырье для производства никеля;
11. Подготовка окисленных никелевых руд к шахтной плавке, способы подготовки, их сущность и область применения;
12. Брикетирование окисленных никелевых руд, назначение и сущность процессов, их характеристика;
13. Агломерация окисленных никелевых руд, назначение, химизм и практика процессов, устройство и работа агломашины;
14. Технологическая схема переработки окисленных никелевых руд, назначение и сущность переделов;
15. Восстановительно-сульфидирующая шахтная плавка окисленных никелевых руд;
16. Конвертирование никелевых штейнов;
17. Обжиг никелевых файнштейнов (1-я стадия), химизм и практика процессов, устройство и работа печи;
18. Сущность, химизм и практика сульфато-хлорирующего обжига, аппаратурное оформление процесса;
19. Вторая стадия окислительного обжига файнштейна, химизм и практика процессов, устройство и работа печи;
20. Химизм и практика восстановительной электроплавки закиси никеля, устройство и работа электропечи;
21. Электролитическое рафинирование никеля;
22. Очистка анолита от железа, меди и кобальта, практика и химизм процессов;
23. Назначение сульфидизатора при плавке окисленных никелевых руд, химизм шлако- и штейнообразования;
24. Роль кокса при шахтной плавке окисленных никелевых руд, химизм процессов с его участием;
25. Физические и химические свойства свинца и его соединений, области применения свинца, его сплавов;
26. Руды для производства первичного свинца, важнейшие минералы свинца;
27. Способы обогащения свинцовых руд, и характеристика концентратов;
28. Сущность получения свинца методом восстановительной плавки;
29. Основные технологические операции при получении свинца восстановительной плавкой сульфидных концентратов;
30. Сущность агломерирующего обжига сульфидных концентратов;
31. Принцип действия и конструкции агломерационных машин;

32. Основные процессы (химические реакции и взаимодействия), протекающие при шахтной восстановительной плавке свинцового агломерата;
33. Поведение (химические реакции) сопутствующих металлов;
34. Конструкция шахтных печей и технико-экономические показатели плавки свинцового агломерата;
35. Сущность переработки шлаков свинцовой плавки фьюмингованием, вельцеванием и электротермией;
36. Реакционные методы получения свинца: варианты аппаратурного исполнения (КИВЦЭТ-процесс);
37. Обезмеживание чернового свинца;
38. Щелочное рафинирование от мышьяка, сурьмы и олова;
39. Обессеребрение свинца и купеляция;
40. Обесцинкование свинца;
41. Свойства цинка, его сплавов и соединений, области применения цинка;
42. Основные виды руд для производства цинка, минералы цинка и сопутствующих металлов;
43. Характеристика цинковых концентратов и пирометаллургических способов их переработки;
44. Сущность гидрометаллургического способа производства цинка;
45. Обжиг цинковых концентратов в печах кипящего слоя (КС): основные реакции;
46. Конструкция печей КС;
47. Выщелачивание обожженных цинковых концентратов;
48. Аппаратурное оформление и технологические схемы выщелачивания цинкового огарка;
49. Гидролитическое осаждение примесей из растворов сульфата цинка;
50. Цементационная очистка растворов сульфата цинка;
51. Химическая очистка растворов цинка;
52. Теоретические основы электролитического осаждения цинка из сульфатных растворов;
53. Поведение примесей при электролизе;
54. Аппаратурное оформление электролитического получения цинка, режимы и показатели электролиза, состав и качество катодного цинка;
55. Переплавка катодного цинка;
56. Основные направления дальнейшего совершенствования гидрометаллургического получения цинка;
57. Расчет содержания золота в черновой меди, полученной из концентрата;
58. Расчет содержания золота и меди в шлаках отражательной плавки;
59. Расчет содержания золота в гравитационном концентрате при условии, что золото в нем только крупное, а выход концентрата составляет 1% от руды;
60. Обоснование методов переработки месторождения золотосодержащей руды;

61. Обоснование технологии переработки сплава, содержащего 70 % серебра и 30 % вольфрама;
62. Метод термического разложения солей цветных металлов;
63. Процесс десорбции во внутридиффузионной области;
64. Технология комплексной переработки отходов с извлечением золота и цветных металлов;
65. Электрохимический метод извлечения серебра из отработанных фиксажных растворов;
66. Параметры процесса цементации меди железом;
67. Способ гидрометаллургического удаления свинца из шлама перед плавкой на сплав Дорэ;
68. Схема сорбционного выщелачивания;
69. Цианирование кварцевой золотосодержащей руды, экономическая целесообразность;
70. Переработка сульфидных золотосодержащих концентратов методом плавки на медный коллектор;
71. Схема цепи аппаратов переработки гравитационных концентратов методом плавки на свинцовый коллектор с получением чернового золота.
72. Виды оборудования, которые применяются для разделения пульп, получаемых после выщелачивания сырья. Основные параметры, особенности эксплуатации;
73. Аппаратура, применяемая для выщелачивания первичного или вторичного сырья. Особенности конструкции, основные параметры эксплуатации;
74. Автоклавы для выщелачивания сырья. Область применения, особенности конструкции и эксплуатации;
75. Ленточные и пластинчатые транспортеры. Область применения, особенности конструкции и эксплуатации;
76. Отражательные печи для огневого рафинирования черновой меди и вторичного медного сырья. Конструкция, основные параметры работы, особенности эксплуатации;
77. Типы плавильных агрегатов для переработки первичного или вторичного, тепловой КПД, пути его повышения;
78. Повышение производительности ванны электролиза (электроэкстракции);
79. Оборудование применяемое для предварительной подготовки кабельного лома к переработке;
80. Оборудование применяемое для концентрирования металла в бедных растворах;
81. Технологические агрегаты для проведения окислительного или восстановительного обжига техногенных осадков (кеков), условия и особенности их эксплуатации;
82. Устройства для нагрева или охлаждения суспензий и растворов в аппаратах для выщелачивания или обработки растворов;

83. Фильтры непрерывного действия для обработки суспензий. Конструкция и принцип действия. Циклы фильтрования барабанных и дисковых фильтров;
84. Оборудование для переработки отвальных медьсодержащих шлаков техногенного месторождения;
85. Оборудование для обжига первичного и вторичного сырья. Основные типы, конструктивные особенности, сильные и слабые стороны обжиговых печей;
86. Винтовые транспортеры: назначение, особенности конструкции, преимущества и недостатки;
87. Дуговые электропечи. Конструкция, основные технологические параметры, преимущества и недостатки электропечей при переработке сырья;
88. Свойства суспензии, которые необходимо учитывать при расчете процесса фильтрации и подборе фильтровального оборудования;
89. Шахтные печи для переработки медного сырья. Способы подготовки сырья к плавке. Конструкция и работа печного агрегата. Получаемые продукты;
90. Способы и оборудование для окомкования или пакетирования вторичного сырья в целях дальнейшей переработки в плавильных агрегатах;
91. Сгустители. Назначение, основные виды, конструктивные особенности и принципы работы;
92. Устройства, обеспечивающие необходимый массообмен в суспензиях и растворах (для агрегатов выщелачивания или обработки растворов).

Траектория «Теория и практика получения черных металлов из природного и техногенного сырья»

1. Устройство доменной печи. Общая схема работы доменной печи. Основные показатели работы доменной печи. Шихтовые материалы доменной плавки. Доменные чугуны, их классификация по назначению.
2. Последовательность восстановления оксидов железа. Термодинамика восстановления оксидов железа монооксидом углерода и водородом.
3. Понятия прямого и косвенного восстановления. Их принципиальные отличия. Влияние соотношения степеней прямого и косвенного восстановления на технико-экономические показатели доменной плавки.
4. Кинетика восстановления оксидов железа.
5. Влияние свойств железорудных материалов и кокса на степень косвенного восстановления оксидов железа. Технологические мероприятия по увеличению степени косвенного восстановления железе в доменной печи. Показатели восстановительной работы газового потока.

6. Восстановление примесей чугуна.
7. Восстановление кремния. Влияние технологических факторов на восстановление кремния.
8. Основные этапы шлакообразования в доменной печи: размягчение железорудных материалов, образование жидкого шлака. Особенности первичного, промежуточного и конечного шлаков. Химический состав конечного доменного шлака. Важнейшие физико-химические свойства конечных шлаков.
9. Источники поступления серы в доменную печь, ее поведение в различных зонах печи. Термодинамические условия десульфурации. Распределение серы между продуктами плавки.
10. Горение топлива в фурменных зонах. Слоевой и циркуляционный режимы горения топлива.
11. Влияние различных химических процессов на изменение количества и состава газа на различных горизонтах доменной печи. Количество и состав колошникового газа.
12. Теплообмен в доменных печах.
13. Движение шихты и газа в доменной печи. Силы, действующие на столб доменной шихты. Условие ровного схода шихты. Газопроницаемость столба шихты и движение газов в печи. Контроль за распределением газов по сечению печи.
14. Ход доменной печи и ее производительность. Показатели удельной производительности печи.
15. Влияние основных факторов на показатели доменной плавки. Требования к качеству шихтовых материалов. Требования к конструкции и оборудованию доменной печи.
16. Физико-химические процессы при агломерации
17. Схема процесса производства железорудных окатышей. Подготовка шихты, получение сырых окатышей. Высокотемпературное упрочнение окатышей.
18. Металлургические свойства железорудных материалов.
19. Роль бескоксовой металлургии.
20. Классификация процессов бескоксовой металлургии. Требования к железорудным материалам для металлизации. Свойства металлизованного продукта. Окисляемость металлизованного продукта.
21. Растворение примесей в железе. Оценка активностей компонентов в расплавах железа.
22. Сталеплавильные шлаки. Функции, источники, физические свойства.
23. Диаграммный метод анализа шлаковых систем. Шлакообразование.

24. Основность шлаков. Способы оценки основности.
25. Окисляющая способность шлаков. Схема передачи кислорода шлаками.
26. Сродство элементов - примесей чугуна к кислороду. Относительные скорости окисления примесей. Влияние температуры.
27. Раствор кремния в железе. Условия окисления и поведение кремния в сталеплавильных процессах.
28. Влияние состава шлака и температуры на поведение кремния и марганца при выплавке стали.
29. Влияние фосфора и серы на свойства стали. Пределы их удаления из металла при выплавке стали.
30. Удаления серы при выплавке стали. Влияние состава металла, шлака и температуры.
31. Температурный и шлаковый режим удаления фосфора и серы при выплавке стали.
32. Раствор углерода в железе. Реакция обезуглероживания, зависимость полноты протекания от температуры. Роль реакции в сталеплавильных процессах.
33. Перемешивание ванны при обезуглероживании. Работа и мощность перемешивания.
34. Равновесие углерода и кислорода в железе.
35. Влияние кислорода на свойства стали. Задачи и способы раскисления.
36. Газы в стали. Закономерности растворения в жидком металле, влияние на качество стали. Дегазация металла.
37. Тепловые условия и качество стали при замене воздушного дутья кислородом
38. Принципиальная схема и параметры кислородно-конвертерного процесса (LD-процесс)
39. Шихтовые материалы и технологическая схема кислородно-конвертерного процесса
40. Материальный и тепловой балансы кислородно-конвертерной ванны

Траектория «Теплофизические основы конструирования и эксплуатации металлургических печей»

1. Тепло- и массообмен в слое. Закономерности теплообмена в слое агломерационной шихты. Применение решения Шумана к расчету температур в слое.
2. Тепло- и массообмен при обжиге железорудных окатышей. Основное дифференциальное уравнение тепло- и массообмена в процессе сушки окатышей. Дифференциальное уравнение массообменных процессов при обжиге окатышей.
3. Тепло- и массообмен и гидродинамика в доменных печах. Физическая природа структуры сухого и орошаемого слоя, Особенности сопротивления орошаемого слоя, Пределы орошения, явления

захлебывания и критерии Шервуда-Жаворонкова. Свойства реальных рудных расплавов в процессе их восстановления на коксовой насадке.

4. Тепло- и массообмен при кипении жидкости. Два режима кипения: теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.
5. Тепло- и массообмен в барботирующей сталеплавильной ванне. Расчетные зависимости переноса тепла и массы при барботировании. Плавление в жидкой ванне. Механизм процесса плавления с учетом массообменных процессов (науглероживание, расплавление стали). ,
6. Методы и анализ процессов сложного теплообмена. Угловые коэффициенты излучения: геометрические, обобщённые и разрешающие. Одномерная схема, дифференциальное уравнение и его решения. Зональные методы расчета: классический, резольвентный и др. варианты. Способы определения угловых коэффициентов излучения. Усовершенствование зональных методов расчета. Учет спектральных характеристик участвующих в теплообмене сред. Определение локальных характеристик теплообмена. Учет конвективной составляющей. Анализ продольных лучистых потоков. Математические зональные модели плавильных и нагревательных печей.
7. Понятие о струйном течении сплошной среды. Ламинарные и турбулентные струи, их развитие. Основные соотношения.
8. Определение основных характеристик факела. Длина факела, радиационные | характеристики, положение факела относительно тепловоспринимающей поверхности и кладки, скоростные и другие аэродинамические характеристики факела.
9. Современные представления о влиянии основных характеристик факела на процессы теплообмена. Длина факела, светимость, учет спектральных характеристик факела, кладки и металла. Положение факела относительно тепловоспринимающей поверхности и кладки. Особенности прямого и косвенного режима теплообмена. Взаимное действие лучистой и конвективной составляющих теплообмена. Оптимизация процессов теплообмена в плавильных и нагревательных печах
10. Существующие математические модели тепло- и массообменных процессов в доменных, сталеплавильных и нагревательных печах, Методы их реализации.
11. Теоретические основы физического моделирования печей. Конструирование и расчет моделей. Методика моделирования процессов движения газовой среды и теплообмена.
12. Комплексные исследования печей. Выбор направления и планирование экспериментального исследования. Обработка и анализ результатов исследования.
13. Инженерный эксперимент как метод исследования. Погрешности результатов эксперимента. Предварительная обработка экспериментальных данных. Математические приемы анализа и обработки результатов эксперимента. Элементы математического планирования экспериментов.

Использование интегрированных сред и пакетов прикладных программ для обработки результатов инженерного эксперимента.

14. Основы автоматического управления тепловыми режимами металлургических печей.
15. Обзор результатов внедрения автоматического регулирования теплового состояния доменных печей. Задачи комплексной автоматизации.
16. Три способа составления общего теплового баланса. Отражение двух стадийной теории в методике составления тепловых балансов, анализ отдельных статей общего теплового баланса.
17. Закономерности инжекции топлив и анализ воздействий на тепловое состояние доменной печи. Условия инжекции топлив. Расчет эквивалентов замещения по условиям инжекнии. Лимитирующие условия. Максимальная замена кокса. Перспектива инжекции топлив.
18. Качественный анализ воздействий на тепловое состояние верха и низа доменной печи. Скиповый кокс, природный газ, мазут, температура и влажность дутья как воздействия. Обогащение дутья кислородом. Расчеты знаков воздействия на основе двухзонального теплового баланса печи. Основные принципы управления состоянием низа доменной печи. Индекс теплового состояния низа, доменной печи. Расчет нейтральных воздействий. Сложные воздействия.
19. Варианты схем автоматики доводки по объему информации. Определение теплопоглощения металла по обратному тепловому балансу, анализ погрешности, метода. Теплотехнические особенности автоматизации конверторного производства. Схема автоматизации и контроля кислородно-конверторного процесса.
20. Автоматизации и контроль режимов работы машин непрерывной разливки стали.
21. Анализ теплового баланса нагревательной печи. Обратный тепловой баланс. Типичные закономерности нагрева холодных и горячих слитков и заготовок. Оптимизация режимов нагрева по разным целям: максимума производительности, минимума угара, по расходу топлива. Использование информационных технологий в управлении тепловым режимом нагревательных печей. Схемы автоматизации управления тепловыми режимами нагревательных устройств: нагревательных колодцев, секционных печей, методических печей, печей для термообработки.
22. Основные понятия и определения автоматики. Линейные системы управления. Методы идентификации объектов управления. Описание систем управления в пространстве состояний (в переменных состояния). Основные методы анализа нелинейных систем управления. Основные методы анализа цифровых систем управления.
23. Математическое описание детерминированных процессов в технологических агрегатах.
24. Моделирование стохастических процессов в АСУ ТП. Характеристики стохастических процессов. Элементы теории массового обслуживания.

25. Оптимизация процессов в технологических агрегатах. Оптимальное управление сложными системами. Методы безусловной оптимизации. Математическое программирование как метод оптимизации технологических процессов. Оптимизация дискретных систем. Динамическое программирование как метод оптимизации процессов в системах АСУ ТП. Принцип максимума Л.С.Понтрягина. Оптимизация режимов технологических процессов в металлургии.
26. Классификация и общая характеристика аэродисперсных систем. Физические условия образования аэрозолей. Физические и физико-механические свойства аэрозолей. Оптические свойства аэрозолей.
27. Кинетика частиц: прямолинейное и криволинейное движение. Коагуляция аэрозолей - различные типы и механизмы. Математическое описание изменения дисперсного состава аэрозоля в общем случае.
28. Диффузия аэрозолей в атмосфере. Методы расчёта концентрации примеси. Максимальные приземные концентрации.
29. Классификация газоочистных аппаратов и оценка эффективности их работы. Осаждение пыли в камерах и газоходах. Инерционные пылеуловители. Центробежные пылеуловители. Очистка газов фильтрованием. Физические основы мокрой очистки газов. Электрическая очистка газов. Абсорберы для улавливания газообразных примесей. Адсорберы и ионообменные аппараты. Вопросы экономики газоочистных установок.
30. Очистка газов от пыли при производстве агломерата и окатышей. Химическая очистка газов агломерационных машин. Очистка газов при производстве | кокса. Очистка газов в доменном производстве Очистка газов электросталеплавильных печей. Очистка газов ферросплавного производства. Вредные выбросы в прокатном производстве и борьба с ними. Борьба с выбросами вспомогательных цехов.
31. Очистка газов в свинцовом и цинковом производствах. Пылеулавливание в медной промышленности. Очистка газов в производстве тяжёлых цветных | металлов. Очистка газов при производстве глинозёма и лёгких цветных металлов. Очистка газов в промышленности редких, рассеянных и тугоплавких металлов. Очистка газов на электродных заводах. Химическая очистка газов на предприятиях цветной металлургии.
32. Особенности проектирования, эксплуатации и экономики газоочистных установок в цветной металлургии.

Литература

а) Основная литература:

1. Шиврин Г.Н. / Металлургия свинца и цинка. М.: Металлургия, 1982. 352 с.
2. Процессы и аппараты цветной металлургии: Учебник для вузов/ Набойченко С.С., Агеев Н.Г., Дорошкевич А.П. и др. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 710 с.

3. Общие принципы металлургии меди и никеля / Спитченко В.С., Жуков В.П. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 215 с.
4. Рафинирование меди: учебное пособие / В.П. Жуков, В.С. Спитченко, С.А. Новокрещенов и др. Екатеринбург: УрФУ, 2010 , 317 с.
5. Типовое оборудование для гидрометаллургических процессов Учебное пособие для вузов/ Набойченко С.С., Волкова Н.А., Мастюгин С.А., Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 450 с.
6. Металлургия благородных металлов: Учебник . В 2-х кн. Кн. 1 /Ю.А.Котляр, М.А.Меретуков, Л.С.Стрижко. -М.: МИСИС., Издательский .»Руда и металлы», 2005. г., -432 с.
7. Металлургия благородных металлов:Учебник . В 2-х кн. Кн. 2 /Ю.А.Котляр, М.А.Меретуков, Л.С.Стрижко. -М.: МИСИС., Издательский .»Руда и металлы», 2005. г., -329 с.
8. Л.С.Стрижко. Металлургия золота и серебра. Учебное пособие для ВУЗов.- М.: МИСИС. 2002 г., 320 с.
9. Металлургия чугуна: Учебник для вузов. 3-е изд. перераб. и доп./ Под. ред. Ю.С. Юсфина.- М.: ИКЦ. «Академ - книга», 2004. 774 с. ил.
10. Основы теории и технологии доменной плавки: Учебное пособие/ А.Н.Дмитриев, Н.С.Шумаков, Л.И.Леонтьев, О.П.Онорин. Екатеринбург: УрОРАН. 2005. 545с. ил.
11. Компьютерные методы моделирования доменного процесса /Под ред. Спирина Н.А. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. 301 с.
12. Коротич В.И., Фролов Ю.А., Каплун Л.И. Теоретические основы технологий окускования металлургического сырья. Учебное пособие. Екатеринбург: из-во УГТУ-УПИ, 2005.-417с.
13. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали. М.Мир. 2003, 528 с.
14. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали, МГТУ, 2000 г.-544с.
15. .Общая металлургия, В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М.Якушев. М.; Металлургия 2000. 375 с.
16. Китаев Б.И.,Ярошенко Ю.Г.,Лазарев Б.Л. Теплообмен в доменной печи. М.: Металлургия, 1966. 356 с.
17. И.Р. Пригожин. Молекулярная теория растворов. М.: Металлургия, 1990.
18. ***Теория и практика теплогенерации. Учебник для Вузов. С.Н. Гущин, М.Д. Казяев, Ю. В. Крюченков и др.***
19. Каковсюга И.А., .Набойченко С.С. Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов. Алма-Ата, «Наука» АН Каз ССР 1986.
20. Китаев Б.И.,Ярошенко Ю.Г.,Лазарев Б.Л. Теплообмен в доменной печи. М.: Металлургия, 1966. 356 с.
21. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос: Учеб. для вузов. М.: Металлургия, 1995. 400 с.
22. 18. Механика жидкости и газа. Учеб. для вузов / С.И. Аверин, А.Н. Минаев, В.С. Швыдкий, Ю.Г. Ярошенко. М.: Металлургия, 1987.

23. 19. Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства. Учеб. для вузов / С.Н. Гущин, А.С. Телегин, В.И. Лобанов, В.Н. Корюков. -М.: Металлургия, 1993. 360 с.
24. 20. Кабахидзе В.В. Тепловая работа и конструкция печей цветной металлургии: Учеб. для вузов. М.: МИСИС, 1994. 320 с.
25. 21. Лисиенко Ю.Г., Лобанов В.И., Китаев Б.И. Теплофизика металлургических процессов: Учеб. для вузов. М.: Металлургия, 1982.320 с.
26. С.И. Попель, М.А. Спиридонов, Л.А. Жукова. Атомное упорядочение в расплавленных и аморфных металлах. Екатеринбург, 1997.
27. Новые технологии и материалы в металлургии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010.
28. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос: Учебник для вузов. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2002. - 455 с.
29. Стромберг, А.Г. Физическая химия; учебник для хим. спец. вузов / А. Г. Стромберг, Д.П. Семченко; [под ред. А. Г. Стромберга]. — 7-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2009 (Великие Луки). — 527 с. -Библиогр.: с. 511-515.
30. Попель СИ., Сотников А.И, Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов: Учебное пособие.-М.: Металлургия, 1986, 463с
31. Теория металлургических процессов: Учебное пособие. / Под.ред. Рыжонкова Д.И.-М.: Металлургия, 1989, 392с.
32. Краткий справочник физико-химических величин. Издание десятое, испр. и дополн. / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой — СПб.: «Иван Федоров», 2003.--240с, ил..

а. б) Дополнительная

1. Набойченко С.С., Лобанов В.Г. Практикум по гидрометаллургии: Учебное пособие для ВУЗов. – Металлургия, 1992. – 336 с.
2. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.Г. Металлургия благородных металлов. -М.: Металлургия,1987.-366 с.6.Меретуков М.А., Орлов А.М. Металлургия благородных металлов. Зарубежный опыт. - М.: Металлургия, 1990. -416 с.
3. Вольдман Р.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии.- М.: Металлургия, 1982.- 375 с.
2. 4 . Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов.- М.: Металлургия, 1983.- 423 с.
4. Малышев В.М., Румянцев Д.В. Золото.- М.: Металлургия, 1979.-287 с.
5. Паддефест Р. Химия золота.- М.: Мир, 1982.- 259 с.
6. Техническая организация эксперимента: методические указания к практическим занятиям по «Дисциплине специализации»/сост. В. Г. Лобанов, Н.Г.Агеев, Л.Г.Елфимова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007, 42 с.
7. Разумов К.А., Перов В.А. Проектирование обогатительных фабрик. - М.: Недра, 1982. -518 с.

8. Металлургия меди, никеля, кобальта /Худяков И.Ф., Тихонов А.И., Деев В.И., Набойченко С.С. Ч.1, 2: Учебное пособие М.: Металлургия, 1977.
9. Лоскутов Ф.М. Цейдлер А.А. Расчеты по металлургии тяжёлых цветных металлов: Учебное пособие. М: Металлургия, 1963. 592 с.
10. Гальнбек А.А., Шалыгин Л.Н., Шмонин Ю.Б. Расчеты пирометаллургических процессов и аппаратуры цветной металлургии. Челябинск: Металлургия, 90г., 448 с.
11. Набойченко С.С., Юнь А.А. Расчеты гидрометаллургических процессов. М.: МИСИС, 1995. 428 с.
12. Начала металлургии: Учебник для вузов /В.И. Коротич, С.С. Набойченко, А.И. Сотников и др. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 392 с.
3. 14.Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов. Челябинск: Металлургия, 1988. 432 с.
4. 15. Худяков И.Ф., Кляйн С.Э., Агеев Н.Г. Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1993. 432 с.
5. 16. Зайцев В.Я., Маргулис Е.В. Металлургия свинца и цинка. М.: Металлургия, 1985. 261 с.