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

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приёмной
комиссии
_____Е.А. Ваганов

28 сентября 2016 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру в форме письменного экзамена
Направление 22.04.02 «Металлургия»

Магистерская программа 22.04.02.09 «Технологии производства тяжелых цветных и благородных металлов» (институт цветных металлов и материаловедения)

Красноярск 2016

Содержание программы
(по дисциплине «Технологии производства тяжелых цветных и благородных металлов)

Тема 1. Основы металлургического производства

Классификация металлов. Применение металлов. Объемы производства и потребления металлов. Сырье для производства металлов. Металлургическое топливо. Металлургические флюсы. Металлургические огнеупоры. Классификация металлургических процессов. Требования к металлургическому процессу и его структура. Принципиальная схема пирометаллургических технологий производства металлов. Принципиальная схема гидрометаллургических технологий производства металлов. Характеристика продуктов и промпродуктов металлургического производства. Основные операции подготовки сырья к металлургической переработке, их технико-экономические показатели, используемое оборудование. Назначение пылеулавливания, способы пылеулавливания, используемое оборудование.

Тема 2. Металлургические технологии производства меди из минерального и вторичного сырья

Характеристика сырья для производства меди (минеральное, вторичное и техногенное сырье). Окисленные медные руды. Сульфидные медные и полиметаллические медьсодержащие руды. Обогатительные приемы, используемые для получения медных концентратов. Характеристика сульфидных медных и полиметаллических медьсодержащих концентратов. Принципиальная технология переработки окисленного медьсодержащего сырья. Принципиальная технология переработки сульфидного медьсодержащего сырья. Плавка на штейн сульфидных медных руд и концентратов. Разновидности плавки на штейн. Сравнительные характеристики технологий плавки на штейн. Плавка во взвешенном состоянии медных концентратов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Плавка медных руд и концентратов в расплавах (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Конвертирование медных штейнов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Огневое рафинирование черновой меди (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Электролитическое рафинирование анодной меди (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).

Тема 3. Металлургические технологии производства никеля из минерального и вторичного сырья.

Характеристика сырья для производства никеля (минеральное, вторичное и техногенное сырье). Окисленные никелевые руды. Сульфидные никелевые и медно-никелевые руды. Обогатительные приемы, используемые для получения никелевых и медно-никелевых концентратов. Принципиальные технологии переработки окисленных никелевых руд (плавка на штейн, плавка на ферроникель, гидрометаллургические технологии). Принципиальная технология переработки сульфидного никельсодержащего сырья. Плавка на штейн сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Разновидности плавки на штейн. Сравнительные характеристики технологий плавки на штейн. Руднотермическая электроплавка сульфидных никелевых руд и концентратов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Плавка во взвешенном состоянии никелевых концентратов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Конвертирование никелевых и медно-никелевых штейнов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Переработка никелевых файнштейнов и никелевых концентратов разделения файнштейна на огневой (или анодный) никель (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели). Электролитическое рафинирование анодного никеля (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).

Тема 4. Металлургические технологии производства свинца и цинка из минерального и вторичного сырья.

Характеристика сырья для производства свинца и цинка (минеральное, вторичное и техногенное сырье). Свинцово-цинковые руды, полиметаллические руды. Обогатительные приемы, используемые для переработки свинцово-цинковых руд. Характеристика свинцовых концентратов. Характеристика цинковых концентратов. Принципиальная технологическая схема переработки свинцовых концентратов пирометаллургическим способом и ее описание. Принципиальная технологическая схема переработки цинковых концентратов пирометаллургическим способом и ее описание. Принципиальная технологическая схема переработки цинковых концентратов комбинированным пиро- гидрометаллургическим способом и ее описание. Переработка отработанных аккумуляторных свинцовых батарей (основные этапы переработки и их описание).

Тема 5. Металлургические технологии производства золота и серебра из минерального и вторичного сырья.

Классификация золото- (серебро-) содержащих руд по составу и формам присутствия целевых металлов. Рекомендуемые приемы переработки рядовых и упорных руд. Характеристика флотационных и гравитационных золотосодержащих концентратов. Основные способы переработки золотосодержащих концентратов в зависимости от состава и формы присутствующего золота. Переработка упорных золотосодержащих концентратов. Способы подготовки упорных концентратов к извлечению золота (окислительный обжиг, гидрохимическое и бактериальное выщелачивание). Цианистые процессы и опыт их применения. Характеристика растворяющей системы. Кинетика растворения металлов. Взаимодействие растворителя с компонентами руды. Практика цианирования. Сорбционное выщелачивание золота и серебра из руд и концентратов.

Тема 6. Металлургические технологии производства металлов платиновой группы из минерального сырья и промпродуктов металлургического производства

Характеристика сырья для производства металлов платиновой группы. Характеристика сульфидных медно-никелевых платинусодержащих руд и продуктов их переработки. Формы нахождения платиновых металлов в шламах электролитического рафинирования меди и никеля. Принципиальная схема переработки шламов. Описание основных операций. Технико-экономические показатели процессов. Характеристика получаемых концентратов платиновых металлов. Принципиальная технология переработки концентратов платиновых металлов на аффинажном производстве. Описание основных операций. Технико-экономические показатели процессов.

Основная литература

1. Процессы и аппараты цветной металлургии [Текст] : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Металлургия" : рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии / С. С. Набойченко, Н. Г. Агеев [и др.] ; под ред. С. С. Набойченко. - Екатеринбург : Уральский технический университет - УПИ, 2012. - 699 с.
2. Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Н. В. Марченко [и др.]. - Красноярск : ИПК СФУ, 2009. - on-line.
3. Марченко, Наталья Владимировна. Подготовка и обжиг сульфидных цинковых концентратов [Текст] : учебное пособие для вузов по направлению 150100 "Металлургия" / Н. В. Марченко, Е. П. Вершинина, Э. М. Гильдебрандт. - Красноярск : Сибирский федеральный университет [СФУ], 2011. - 118 с.

4. Оборудование металлургических заводов [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для практич. работы [для студентов спец. «Металлургия цветных металлов»] / Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : СФУ, 2012. - on-line.

Дополнительная литература

1. Тарасов А. В. Комбинированные технологии цветной металлургии [Текст] : учеб. пособие для вузов по спец. 110200- Металлургия цветных металлов, 090300 - Обогащение полезных ископаемых / А. В. Тарасов, В. А. Бочаров. - М. : Металлургия, 2001. - 304 с.
2. Тарасов, А.В. Производство цветных металлов и сплавов: Справочник в 3-х т. Т.2 Кн. 1 Производство тяжелых цветных металлов. [Текст] – М.: Металлургия, 2001. – 408 с.
3. Производство металлов за полярным кругом [Текст] : технологическое пособие для инженерно-технических работников, специалистов, рабочих структурных подразделений Заполярного филиала ОАО "ГМК "Норильский никель" и широкого круга читателей / "ГМК "Норильский никель" Заполярный филиал. - Норильск : Антей лимитед, 2007. - 296 с.
4. Резник, И. Д. Никель (в 3-х томах) [Текст] / И. Д. Резник, Г. П. Ермаков, Я. М. Шнеерсон – М.: ООО Наука и технология, 2003. – 608 с .
5. Мечев, В.В. Автогенные процессы в цветной металлургии [Текст] / В. В. Мечев, В. П. Быстров, А. В. Тарасов [и др.]. – М.: Металлургия, 1991. – 413 с.
6. Котляр, Ю. А. Металлургия благородных металлов [Текст] : в 2 кн. : учебник для вузов. - Москва : МИСиС, 2005 - . Кн. 1. - 2005. - 431 с.
7. Котляр, Ю. А. Металлургия благородных металлов [Текст] : в 2 кн. : учебник для вузов. - Москва : МИСиС, 2005 - . Кн. 2. - 2005. - 391 с.
8. Зайцев, В. Я. Металлургия свинца и цинка [Текст] : учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" : допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР / В. Я. Зайцев, Е. В. Маргулис. - М. : Металлургия, 1985. - 262 с.
9. Металлургия меди, никеля и кобальта [Текст] : [в 2-х ч.] : учеб. пособие для вузов по спец. "Металлургия цветных металлов" / И. Ф. Худяков [и др.]. - М. : Металлургия, 1977 - . Ч. 1 : Металлургия меди. - 1977. - 294 с.
10. Металлургия меди, никеля и кобальта [Текст] : [в 2-х ч.] : учеб. пособие для вузов по спец. "Металлургия цветных металлов" / И. Ф. Худяков [и др.]. - М. : Металлургия, 1977 - . Ч. 2 : Металлургия никеля и кобальта. - 1977. - 263 с.
11. Ванюков, Андрей Владимирович. Комплексная переработка медного и никелевого сырья [Текст] : учебник для вузов / А. В. Ванюков, Н. И. Уткин . - Челябинск : Металлургия. Челябинское отделение, 1988. - 432 с.

Вопросы для экзамена

1. Классификация металлов. Применение металлов. Объемы производства и потребления металлов.
2. Сырье для производства металлов. Металлургическое топливо. Металлургические флюсы. Металлургические огнеупоры.
3. Классификация металлургических процессов. Требования к металлургическому процессу и его структура. Принципиальная схема пирометаллургических технологий производства металлов. Принципиальная схема гидрометаллургических технологий производства металлов. Характеристика продуктов и промпродуктов металлургического производства.
4. Основные операции подготовки сырья к металлургической переработке, их технико-экономические показатели, используемое оборудование.
5. Назначение пылеулавливания, способы пылеулавливания, используемое оборудование.
6. Характеристика сырья для производства меди (минеральное, вторичное и техногенное сырье). Обогатительные приемы, используемые для получения медных концентратов. Характеристика сульфидных медных и полиметаллических медьсодержащих концентратов.
7. Принципиальные технологии переработки окисленного и сульфидного медьсодержащего сырья.
8. Плавка на штейн сульфидных медных руд и концентратов. Разновидности плавки на штейн. Сравнительные характеристики технологий плавки на штейн. Характеристика продуктов и промпродуктов технологий.
9. Конвертирование медных штейнов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).
10. Огневое рафинирование черновой меди (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).
11. Электролитическое рафинирование анодной меди (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).
12. Характеристика сырья для производства никеля (минеральное, вторичное и техногенное сырье). Обогатительные приемы, используемые для получения никелевых и медно-никелевых концентратов.
13. Принципиальные технологии переработки окисленных никелевых руд (плавка на штейн, плавка на ферроникель, гидрометаллургические технологии).
14. Принципиальная технология переработки сульфидного никельсодержащего сырья. Плавка на штейн сульфидных медно-никелевых руд и концентратов.

15. Разновидности плавки на штейн. Сравнительные характеристики технологий плавки на штейн (физико-химические процессы, технологические и аппаратурно-транспортные схемы, технико-экономические показатели).
16. Конвертирование никелевых и медно-никелевых штейнов (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).
17. Переработка никелевых файнштейнов и никелевых концентратов разделения файнштейна на огневой (или анодный) никель (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).
18. Электролитическое рафинирование анодного никеля (физико-химические процессы, технологическая и аппаратурно-транспортная схемы, технико-экономические показатели).
19. Характеристика сырья для производства свинца и цинка (минеральное, вторичное и техногенное сырье). Свинцово-цинковые руды, полиметаллические руды. Обогатительные приемы, используемые для переработки свинцово-цинковых руд. Характеристика продуктов обогащения.
20. Принципиальная технологическая схема переработки свинцовых концентратов пирометаллургическим способом и ее описание.
21. Принципиальная технологическая схема переработки цинковых концентратов пирометаллургическим способом и ее описание.
22. Принципиальная технологическая схема переработки цинковых концентратов комбинированным пиро- гидрометаллургическим способом и ее описание.
23. Переработка отработанных аккумуляторных свинцовых батарей (основные этапы переработки и их описание).
24. Классификация золото- (серебро-) содержащих руд по составу и формам присутствия целевых металлов. Рекомендуемые приемы переработки рядовых и упорных руд.
25. Характеристика флотационных и гравитационных золотосодержащих концентратов. Основные способы переработки золотосодержащих концентратов в зависимости от состава и формы присутствующего золота.
26. Переработка упорных золотосодержащих концентратов. Способы подготовки упорных концентратов к извлечению золота (окислительный обжиг, гидрохимическое и бактериальное выщелачивание).
27. Цианистые процессы и опыт их применения. Характеристика растворяющей системы. Кинетика растворения металлов. Взаимодействие растворителя с компонентами руды. Практика цианирования. Сорбционное выщелачивание золота и серебра из руд и концентратов.

28. Характеристика сульфидных медно-никелевых платиносодержащих руд и продуктов их переработки.
29. Формы нахождения платиновых металлов в шламах электролитического рафинирования меди и никеля. Принципиальная схема переработки шламов. Описание основных операций. Технико-экономические показатели процессов. Характеристика получаемых концентратов платиновых металлов.
30. Принципиальная технология переработки концентратов платиновых металлов на аффинажном производстве. Описание основных операций. Технико-экономические показатели процессов.

Руководитель магистерской программы Н.В. Олейникова,
проф., д-р техн. наук

Приложение к программе

Критерии и параметры оценки письменного задания на вступительном испытании при поступлении в магистратуру СФУ

Направление 22.04.02 «Металлургия»
Магистерская программа 22.04.02.09
«Технологии производства тяжелых цветных и благородных металлов»
(Институт цветных металлов и материаловедения)

Задание выдается абитуриенту в виде экзаменационного билета, содержащего три вопроса по основам металлургического производства, а также по технологическим процессам, входящим в производственный цикл получения металлов из минерального и вторичного сырья.

Отвечая на вопросы, абитуриент должен:

- показать знание специальной терминологии и уметь раскрыть ее назначение и смысл;
- показать знание и понимание основных металлургических процессов;
- показать знание технологий производства тяжелых цветных и благородных металлов из минерального и вторичного сырья
- показать знание типов основного и вспомогательного оборудования, используемого при реализации пиро- и гидрометаллургических процессов.

0 – 40 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа не соответствует существу поставленного вопроса или соответствует ему в очень малой степени. В ответе отражено менее 10% материала, предусмотренного заданием. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, допущено много фактических ошибок, практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны. Ответ не структурирован.
Понимание	Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употреблений терминов, неверные аббревиатуры). Многочисленные ошибки в толковании терминов и использовании формул.
Исполнение	Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок, исправлений, орфографических и стилистических ошибок (более 10 ошибок на страницу).
41 – 60 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа соответствует заданному вопросу.

	В ответе отражено 60-70% материала, предусмотренного заданием. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25-30%). Ответ представлен логически не связанными друг с другом частями.
Понимание	Есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, формул, расшифровке аббревиатур. Примеры, иллюстрации, расчеты в малой степени соответствуют изложенному теоретическому материалу.
Исполнение	Работа выполнена неаккуратно, встречаются помарки и исправления. Большое количество орфографических и стилистических ошибок.
61- 80 баллов	
Содержание и структура ответа	В ответе отражено 70-80% материала, предусмотренного заданием. Содержание ответа в целом соответствует существу вопроса. Демонстрируется знание фактического материала. Встречаются несущественные фактические ошибки. Ответ в достаточной степени структурирован.
Понимание	Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. Продемонстрирована уместность употребления аббревиатур, толкований и др. В ответе отчасти использованы адекватные иллюстрации, примеры, расчеты, справочные формулы и материалы.
Исполнение	Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений. Допустимо небольшое количество орфографических ошибок (от 1 до 5) и стилистических, без искажения смысла.
81- 100 баллов	
Содержание и структура ответа	В ответе отражен весь материал, предусмотренный заданием. Ответ полностью соответствует существу вопроса. В ответе отсутствуют фактические ошибки. Ответ четко структурирован и выстроен в логике. Части ответа логически взаимосвязаны.
Понимание	В ответе продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом. Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. В

	ответе представлено умелое использование категорий, терминов, формул, аргументированное изложение материала дисциплины. Ответ дополнен необходимым количеством адекватных иллюстраций, примеров, расчетов.
Исполнение	Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений. Отсутствуют орфографические ошибки. В изложении материала прослеживается высокая степень самостоятельности с элементами оригинальности в представлении: манера изложения, использование стилистических оборотов и другое.

Примечание:

1. Критерии и параметры оценки письменного задания применяются к оценке каждого вопроса экзаменационного билета не зависимо от количества вопросов. Итоговый балл, в случае нескольких вопросов, считается как среднее арифметическое.

2. В случае оценки одного из вопросов письменного задания (при наличии нескольких вопросов) «неудовлетворительно», количество баллов, выставленных за данный вопрос (0 – 40), в сумме баллов при выставлении итогового балла не учитывается.

Председатель экзаменационной комиссии Н.В. Олейникова