

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **В.Н. Бричкин**

Проректор по образовательной
деятельности доцент **Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ПРОИЗВОДСТВО ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	22.04.02 Metallургия
Направленность (профиль):	Теплотехника металлургических процессов
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Фокина С.Б.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Производство цветных металлов» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки «22.04.02 Metallургия», утвержденного приказом Минобрнауки России №308 от 24 апреля 2018 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «22.04.02 Metallургия» направленность (профиль) «Теплотехника металлургических процессов».

Составитель _____ доцент С.Б. Фокина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Metallургия» от 04.02.2021г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой металлургии _____ д.т.н., проф. В.Н. Бричкин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса к.т.н. _____ Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- получение углублённых знаний в области производства цветных металлов.

Основные задачи дисциплины:

- знакомство с перспективными направлениями развития цветной металлургии;
- подготовка будущего магистра к самостоятельному решению профессиональных задач в научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Производство цветных металлов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «22.04.02 Металлургия (уровень магистратуры)» и изучается в 4 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Производство цветных металлов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать задачи, относящиеся к производству, на основе знаний технологических процессов, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов	ПКС-5	ПКС-5.1. Знать технологические процессы и оборудование металлургического производства, контролируемые нормы расхода сырья и сопутствующих материалов ПКС-5.2. Уметь решать задачи, относящиеся к технологии и оборудованию, сырью и расходным материалам на основе требований металлургического производства ПКС-5.3. Владеть контролем производственных требований в технологии, при эксплуатации оборудования, расходе сырья и сопутствующих материалов
Способен применять знания теории и технологии металлургических процессов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности	ПКС-6	ПКС-6.1. Знать теории металлургических процессов. Технологические процессы металлургического производства. Методики расчетов материальных и тепловых балансов оборудования, расчетов металлургического оборудования ПКС-6.2. Уметь решать задачи, относящиеся к технологии металлургического производства, используя теоретические знания. Рассчитывать параметры режимов работы металлургического оборудования ПКС-6.3. Владеть применением основ теории металлургических процессов при решении технологических задач металлургического производства. Выполнением расчётов основных технологических процессов металлургического производства и металлообработки

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия, в том числе:	105	105
Лекции	28	28
Практические занятия (ПЗ)	42	42
Лабораторные работы (ЛР)	35	35
Самостоятельная работа (всего)	255	255
Подготовка к практическим занятиям	100	100
Подготовка к лабораторным работам	100	100
Расчетно-графические работы	-	-
Написание реферата	-	-
Работа с литературой	55	55
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)	36	36
Общая трудоемкость дисциплины	ак. час зач. ед. 396 11	396 11

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. «Пирометаллургические методы переработки рудного и техногенного сырья цветных металлов»	175	14	20	16	125
Раздел 2. «Гидрометаллургические методы переработки рудного и техногенного сырья цветных металлов»	185	14	22	19	130
Итого:	360	28	42	35	255

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1.	Пирометаллургические методы переработки рудного и техногенного сырья цветных металлов	Современное состояние и основные направления совершенствования существующих пирометаллургических технологий, учитывающие использование энергосберегающих решений и ресурсосберегающих процессов. Комплексная переработка исходного сырья, интенсификация технологических процессов, увеличения выхода целевых продуктов и использование экологически безопасных технических решений.	14
2.	Гидрометаллургические методы переработки рудного и техногенного сырья цветных металлов	Современное состояние и основные направления совершенствования существующих гидрометаллургических технологий, учитывающие использование энергосберегающих решений и ресурсосберегающих процессов. Комплексная переработка исходного сырья, интенсификация технологических процессов, увеличения выхода целевых продуктов и использование экологически безопасных технических решений.	14
Итого:			28

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчеты автогенных плавков сульфидного сырья цветных металлов	10
2	Раздел 1	Расчеты пирометаллургического рафинирования черновых металлов	10
3	Раздел 2	Металлургический расчет выщелачивания	10
4	Раздел 2	Расчеты при электролитическом рафинировании	12
Итого:			42

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Автогенные процессы плавки сульфидных концентратов	8
2	Раздел 1	Виды обжига (окислительный, восстановительный)	8
3	Раздел 2	Выщелачивание цветных металлов из руд и концентратов	8
4	Раздел 2	Выделение металлов из растворов	11
Итого:			35

4.2.5. Курсовые работы (проекты) – курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе дисциплины «Производство цветных металлов» широко используются следующие образовательные технологии:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы являются связующим звеном между теорией и практикой и проводятся в целях практического освоения обучающимися научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладения ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привития навыков работы с лабораторными установками, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Пирометаллургические методы переработки рудного и техногенного сырья цветных металлов

1. Пирометаллургия меди.
2. Пирометаллургия никеля.
3. Пирометаллургия цинка.
4. Пирометаллургия свинца.
5. Пирометаллургия алюминия.
6. Пирометаллургия благородных металлов.

Раздел 2. Пирометаллургические методы переработки рудного и техногенного сырья цветных металлов

1. Гидрометаллургия меди.
2. Гидрометаллургия никеля.
3. Гидрометаллургия цинка.
4. Гидрометаллургия свинца.
5. Гидрометаллургия алюминия.
6. Гидрометаллургия благородных металлов.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену

1. Что понимают под «комплексной переработкой минерального сырья»?
2. Дайте общее описание технологии переработки сульфидных медных концентратов пирометаллургическим методом.
3. Какие технологические принципы положены в основу плавки медь- и никельсодержащего сырья на штейн?
4. Назовите основные стадии формирования металлургических расплавов (шлака, штейна, шпейзы).
5. Дайте характеристику отражательной плавке меди (ее разновидности, удельный вес в производстве меди).
6. Какова роль автогенных процессов в металлургии меди. Их преимущества и недостатки.
7. Назовите основные направления интенсификации огневого и электролитического рафинирования.
8. Каково современное состояние гидрометаллургии меди?
9. Назовите современные способы переработки конвертерных шлаков в целях извлечения из них кобальта.
10. Дайте характеристику отечественной минерально-сырьевой базе никелевой промышленности.
11. В чем заключаются современные проблемы пирометаллургической переработки окисленных никелевых руд РФ?
12. В каких печах проводят ликвационное рафинирование цинка?
13. Назовите методы выплавки свинца из сульфидных концентратов.
14. В каких формах золото присутствует в рудах?

15. Дайте характеристику методам переработки гравитационных концентратов золота.
16. В чем заключается процесс «интенсивного цианирования» золота?
17. С какой целью вводят реагенты-ускорители при гидрометаллургическом извлечении золота из гравитационных концентратов.
18. Назовите недостатки процесса цианирования золота.
19. Какие золотые руды называют «упорными»?
20. Укажите недостатки традиционного метода извлечения золота из упорных руд?
21. Назовите современные гидрометаллургические технологии переработки упорного сульфидного золотосодержащего сырья.
22. Какие факторы сдерживают активное применение биовыщелачивания золота на территории РФ?
23. С чем связан гидролиз цианистых растворов?
24. Какой реакции отвечает катодный участок в электрохимическом процессе цианирования золота?
25. Назовите металл, от конъюнктуры на который зависит объем выпуска платиновых металлов в РФ.
26. Назовите нетрадиционные сырьевые источники металлов платиновой группы.
27. Способы переработки свинцовых шлаков текущей выдачи из шлаковых отвалов прошлых лет.
28. Современные непрерывные процессы рафинирования черного свинца.
29. Извлечение цинка из сульфидных концентратов без предварительного обжига.
30. Гидрометаллургические схемы переработки коллективных сульфидных концентратов и промпродуктов.
31. Технология электрохимического растворения огарков, концентратов, вторсырья.
32. По какому показателю оценивают качество боксита и способ его дальнейшей переработки?
33. Чем обусловлена сложность эффективной переработки красных шламов?
34. Назовите основной способ получения первичного алюминия.
35. Назовите основные реакции на катоде при электролитическом получении алюминия.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Шлак представляет собой сплав	1. хлоридов; 2. металлов; 3. сульфидов; 4. оксидов.
2.	Основными составляющими штейновых расплавов, получаемых при переработке сырья тяжёлых цветных металлов, являются:	1. Cu_2O , Ni_3S_2 , FeS_2 , ZnS , PbS ; 2. CuFeS_2 , Ni_3S_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, ZnS , PbS ; 3. Cu_2S , Ni_3S_2 , FeS , ZnS , PbS ; 4. CuFeS_2 , Ni_3S_2 , FeS , ZnS , SiO_2 .
3.	Главной основой плавок медь- и никельсодержащего сырья на штейн является:	1. отличие в прочности соединений различных металлов с серой и кислородом; 2. плохая взаимная растворимость штейновых и шлаковых расплавов; 3. различие плотности штейновых и шлаковых расплавов; 4. диссоциация высших сульфидов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		металлов при высших температурах с образованием низших сульфидов.
4.	Основным источником тепла в автогенных процессах плавки сульфидных медных концентратов является:	1. окисление сульфидов железа; 2. подогретое дутье; 3. окисление сульфидов меди; 4. горение топлива.
5.	Отметьте суммарную реакцию первого периода процесса конвертирования медного штейна:	1. $2\text{FeS} + 3\text{O}_2 = 2\text{FeO} + 2\text{SO}_2$; 2. $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$; 3. $\text{CuS} + \text{O}_2 = \text{Cu} + \text{SO}_2$; 4. $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Cu} + \text{SO}_2$.
6.	В ходе первого периода конвертирования медных штейнов в первую очередь окисляется:	1. ZnS ; 2. Cu_2S ; 3. Ni_3S_2 ; 4. FeS .
7.	Укажите среди перечисленных природных минералов никеля пентландит:	1. NiS ; 2. Ni_3S_2 ; 3. NiO ; 4. $(\text{Ni,Fe})\text{S}$.
8.	Окисленные никелевые руды – это:	1. пентландит, бунзенит, миллерит, гарниерит, треворит; 2. миллерит, треворит, гарниерит, заратит, пентландит; 3. гарниерит, бунзенит, ревдинскит, треворит, заратит; 4. миллерит, пентландит, гарниерит, треворит, бунзенит.
9.	Агломерирующий обжиг окисленных никелевых руд перед восстановительно-сульфидирующей плавкой в шахтных печах проводят с целью:	1. глубокого обезвоживания руды; 2. окускования руды; 3. подогрева руды; 4. сульфидирования никеля и части железа.
10.	Сульфидизаторами железа и никеля при шахтной плавке окисленных никелевых руд служит:	1. элементарная сера; 2. гипс или пирит; 3. сероводород; 4. кокс.
11.	Отметьте основную реакцию сульфатизирующего обжига цинкового концентрата:	1. $\text{ZnO} + \text{SO}_3 = \text{ZnSO}_4$; 2. $\text{ZnS} + 4\text{SO}_3 = \text{ZnSO}_4 + 4\text{SO}_2$; 3. $\text{ZnSO} + 2\text{O}_2 = \text{ZnSO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3$; 4. $\text{ZnFe}_2\text{O}_4 + \text{SO}_3 = \text{ZnSO}_4$.
12.	Окислительный обжиг цинковых концентратов в печах кипящего слоя для последующей переработки огарка гидрометаллургическим способом преимущественно ведут при температурах, °С:	1. 750-800; 2. 650-750; 3. 800-900; 4. 900-1000.
13.	Основой для нейтрального выщелачивания цинкового огарка является:	1. различие растворимости в воде сульфатов металлов; 2. различие скорости растворения соединений металлов, находящихся в огарке, в водных растворах серной кислоты; 3. различие величин произведений растворимости сульфидов металлов;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. различие величин равновесных значений рН гидратообразования цинка и других металлов, находящихся в огарке.
14.	Отметьте реакцию, по которой в основном переходит цинк в раствор при выщелачивании цинкового огарка раствором серной кислоты в обычных условиях:	1. $ZnS + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2S$; 2. $ZnO \cdot 2ZnSO_4 + H_2SO_4 = 3ZnSO_4 + H_2O$; 3. $2ZnO \cdot SiO_2 + 2H_2SO_4 = 2ZnSO_4 + H_4SiO_4$; 4. $ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$.
15.	Восстановительная плавка свинцового агломерата проводится в:	1. трубчатых вращающихся печах; 2. отражательных печах; 3. электродуговых печах; 4. шахтных печах.
16.	Оборотный агломерат вводят в шихту при одноступенчатом агломерирующем обжиге свинцовых концентратов в основном с целью:	1. повышения газопроницаемости шихты; 2. повышения в шихте доли оксидов металлов; 3. снижения в шихте содержания свинца; 4. снижения содержания серы в шихте до требуемой величины.
17.	В процессе электрорафинирования меди благородные металлы концентрируются в:	1. электролите; 2. катоде; 3. аноде; 4. шламе.
18.	Для растворения золота в цианистом растворе необходим дополнительный реагент	1. известь; 2. едкий натр; 3. кислород; 4. водород.
19.	Алюминат натрия в водном щелочном растворе:	1. преимущественно образует гидроксиокомплекс $Al(OH)_4^-$; 2. находится в виде ионов AlO_2^- ; 3. образует смесь ионов Al^{3+} и AlO_2^- ; 4. полностью гидролизует с образованием осадка $Al(OH)_3$.
20.	Термодинамическая основа способа Байера заключается в:	1. зависимости растворимости Al_2O_3 от температуры и концентрации щелочи; 2. различии в скорости растворения Al_2O_3 и SiO_2 ; 3. образовании пересыщенных растворов; 4. возможности повторного применения оборотных щелочных растворов.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К механическим способам подготовки руды к металлургической переработке относится:	1. обжиг; 2. брикетирование; 3. классификация; 4. автоклавное выщелачивание.
2.	К гидрометаллургическим процессам не относится:	1. выщелачивание; 2. экстракция; 3. дистилляция; 4. сорбция.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
3.	75 % пирита в руде необходимы для:	1. извлечения серы из отходящих газов; 2. обеспечения комплексности использования медных руд; 3. образования богатых штейнов; 4. проведения пиритной плавки в соответствии с главными процессами на фурмах.
4.	10 % коксика в медносерной шахтной плавке необходимы для:	1. обеспечения теплового баланса; 2. предотвращения окисления сульфидов в подготовительной зоне; 3. формирования шлака оптимального состава; 4. обеспечения восстановительного потенциала газовой фазы.
5.	Шлаки медных плавок – это:	1. сплав оксидов и сульфидов; 2. сплав оксидов меди, железа и кремния; 3. сплав кислотных оксидов и основных оксидов; 4. сплав силикатов, ферритов, фосфатов, алюминатов.
6.	В процессе электрорафинирования меди благородные металлы концентрируются в:	1. электролите; 2. катоде; 3. шламе; 4. распределяются между электролитом и шламом.
7.	При конвертировании никелевых штейны в первую очередь окисляется:	1. Fe; 2. FeS; 3. Ni; 4. Ni ₃ S ₂
8.	В файнштейнах, получаемых при конвертировании медно-никелевых штейнов, обычно оставляют 2,5-3,5% железа с целью:	1. снижения температуры плавления файнштейна; 2. как можно более полного извлечения в файнштейн кобальта; 3. улучшения структуры файнштейна при его охлаждении; 4. повышения хрупкости файнштейна после его затвердевания.
9.	Гидрометаллургическая переработка файнштейнов по технологии завода "Харьяваята" основана на выщелачивании растворами:	1. сернистокислыми; 2. хлористыми; 3. сернокислыми; 4. азотнокислыми.
10.	Гидрометаллургическая переработка файнштейнов по технологии "Фалконбридж" основана на выщелачивании растворами:	1. сернистокислыми; 2. хлористыми; 3. азотнокислыми; 4. сернокислыми.
11.	Основной целью кислого выщелачивания цинкового огарка является:	1. как можно более полное извлечение в раствор из огарка цинка; 2. более глубокая очистка раствора от примесей гидролитическим путем, чем при нейтральном выщелачивании огарка; 3. окисление Fe(II) в растворе до Fe(III) кислородом воздуха; 4. селективное извлечение в раствор из огарка меди и кадмия.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
12.	Вывод железа из цинковых растворов при противоточном выщелачивании основан на:	1. различной растворимости Fe^{3+} в нейтральном и кислом растворах; 2. осаждении Fe^{3+} при нейтральном выщелачивании; 3. низкой скорости растворения продуктов гидролиза Fe^{3+} при кислом выщелачивании; 4. осаждении Fe^{3+} при кислом выщелачивании.
13.	Укажите электрохимическую реакцию, которая должна протекать в первую очередь на катоде в условиях обратимого процесса электролиза раствора сульфата цинка, содержащего примеси:	1. $2H_3O^+ + 2e = H_2 + 2H_2O$; 2. $Zn^{2+} + 2e = Zn^0$; 3. $Co^{2+} + 2e = Co^0$; 4. $Cu^{2+} + 2e = Cu^0$.
14.	Что используется в качестве восстановителя Zn при вельцевании:	1. коксик; 2. водород; 3. мазут; 4. железо.
15.	Основными источниками тепла при агломерирующем обжиге сульфидных свинцовых концентратов являются:	1. реакции окисления сульфидов металлов до оксидов; 2. реакции окисления сульфидов металлов до сульфатов; 3. горение углеродистого топлива в шихте; 4. реакции взаимодействия между собой оксидов металлов в шихте.
16.	В практике свинцового производства для агломерирующего обжига свинцовых концентратов в основном используют:	1. печи отражательного типа; 2. котлы и чаши с решетками; 3. ленточные спекательные машины; 4. трубчатые вращающиеся печи.
17.	Растворение золота и серебра в цианистых растворах можно рассматривать как результат действия:	1. короткозамкнутого гальванического элемента; 2. анодной поляризации; 3. катодной поляризации; 4. концентрационной поляризации.
18.	Какой металл является основным в цементных золотых осадках	1. медь; 2. золото; 3. серебро; 4. цинк.
19.	Для определения теоретического извлечения Al_2O_3 из боксита необходимо знать содержащие:	1. Al_2O_3 ; 2. SiO_2 ; 3. CaO и SiO_2 ; 4. SiO_2 и Al_2O_3 .
20.	Введение затравочных кристаллов в производстве глинозема обеспечивает рост осадка:	1. только в лабильной области; 2. только в метастабильной области; 3. из стабильных растворов; 4. при любых пересыщениях.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К пиromеталлургическим процессам не относится:	1. вельцевание; 2. цементация; 3. спекание;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. обжиг.
2.	Разделение расплава на штейн и шлак возможно за счет различия в их:	1. температуре плавления; 2. электропроводности; 3. плотности; 4. теплопроводности.
3.	Медный штейн – это:	1. сплав сульфидов и оксидов; 2. сплав меди и ее сульфида; 3. сульфид меди; 4. сплав сульфидов меди, железа, примесей и магнетита.
4.	Для предупреждения перехода серебра в электролит электрорафинирования меди добавляют:	1. Na_2S ; 2. NaCl ; 3. NaOH ; 4. NaNO_3 .
5.	Кучное выщелачивание применяется для:	1. низкосортных медных руд; 2. потерянной при шахтной добыче медной руды; 3. богатых оксидных медных руд; 4. богатых сульфидных медных руд.
6.	Автоклавное окислительное выщелачивание применяется для:	1. низкосортных медных руд; 2. потерянной при шахтной добыче медной руды; 3. богатых оксидных медных руд; 4. богатых сульфидных медных руд.
7.	Омеднение никелевых катодов возникает при:	1. падении температуры до 20°C ; 2. повышении концентрации меди в католите более 4 мг/л ; 3. повышении кислотности электролита; 4. повреждении диафрагмы.
8.	Никельэлектролитные шламы медно-никелевого производства характеризуются повышенным содержанием:	1. золота, серебра; 2. железа; 3. диоксида кремния; 4. металлов платиновой группы.
9.	Технология переработки электролитных шламов медно-никелевого производства комбината Североникель основана на использовании	1. двойной сульфатизации; 2. электрорастворения вторичных анодов; 3. щелочного выщелачивания; 4. сульфидного выщелачивания.
10.	Технология переработки электролитных шламов медно-никелевого производства комбината НГМК основана на использовании	1. щелочного выщелачивания; 2. двойной сульфатизации; 3. электрорастворения вторичных анодов; 4. сульфидного выщелачивания.
11.	Переработку цинковых кеков вельц-процессом осуществляют на практике:	1. в печах шахтного типа; 2. в печах кипящего слоя; 3. в трубчатых вращающихся печах; 4. на агломерационных машинах.
12.	При переработке оксидных цинксодержащих материалов вельц-процессом в возгоны из сырья извлекается основная масса:	1. Zn , Fe , Cd ; 2. Zn , Cd , Cu ; 3. Pb , Cd , Zn ; 4. Zn , Pb , Fe .
13.	Тепловые потребности различных вариантов автогенных процессов плавки сульфидных свинцовых концентратов	1. подогрева дутья; 2. реакций окисления сульфидов металлов до сульфатов;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	обеспечиваются в основном за счет:	3. сжигания дополнительного топлива; 4. реакций окисления сульфидов металлов до оксидов.
14.	Выберите реакцию, за счет которой в основном получается свободный свинец при восстановительной шахтной плавке свинцового агломерата:	1. $PbO + H_2 = Pb + H_2O$; 2. $PbO + Fe = Pb + FeO$; 3. $2PbO + PbS = 3Pb + SO_2$; 4. $PbO + CO = Pb + CO_2$.
15.	Форма растворимого цианистого комплекса Au:	1. $[Au_3(CN)_4]^-$; 2. $[Au(CN)_2]^-$; 3. $[Au_5(CN)_6]^-$; 4. $[Au_6(CN)_7]^-$.
16.	При связывании катиона золота в прочный цианистый комплекс $ox - red$ потенциал золота	1. сильно возрастает; 2. сильно уменьшается; 3. незначительно возрастает; 4. незначительно уменьшается.
17.	При разбавлении щелочных алюминатных растворов их каустический модуль:	1. уменьшается; 2. растет; 3. не изменяется; 4. стремится к нулю.
18.	Преимущество нефелинов перед другими сырьевыми источниками алюминия заключается в:	1. высоком содержании Al_2O_3 ; 2. высоком качестве по μ_s ; 3. низком содержании вредных примесей; 4. комплексном характере.
19.	Что такое анодный эффект?	1. остановка процесса с выделением CF_4 и C_2F_6 ; 2. катодное перенапряжение; 3. выделение газов CO и CO_2 ; 4. пассивация анода.
20.	Температура электролита при электролизе алюминия?	1. 970; 2. 660; 3. 900; 4. 870.

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, практических и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Основная литература

1. Стрижко Л.С. *Металлургия золота и серебра: Учеб. пособие.* М.: МИСИС, 2001. 336 с.
2. *Металлургия цветных металлов: учебник / В.М. Сизяков и др.* СПб.: Горн. ун-т, 2015. 392 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402
3. Петров Г.В. *Металлургия тяжелых и благородных металлов: учеб. пособие / Г.В. Петров, А.Я. Бодуэн, С.Б. Фокина.* Санкт-Петербург: Лема, 2017. 184 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bnstring=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F3%2E2%2F%D0%9F%2030%2D786621671<.>
4. Уткин Н.И. *Производство цветных металлов.* М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 442 с.
5. Петров Г.В. *Современное состояние и технологические перспективы производства платиновых металлов из хромитовых руд.* СПб.: Недра, 2001. 200 с.
6. *Платиновые металлы в гипергенных никелевых месторождениях и перспективы их промышленного извлечения / В.Г. Лазаренков и др.* СПб.: Недра, 2006. 188 с.
7. *Металлургия благородных металлов: Учебник для вузов / Под общ. ред. Л.В. Чугаева . 2-е изд., перераб. и доп. М. : Metallurgy, 1987. 432 с.*
8. *Платинометалльные месторождения мира. Т.2: Платиносодержащие хромитовые и титаномагнетитовые месторождения/ Д.А.Додин.* М.: ООО "Геоинформцентр", 2003. 409 с.

7.2. Дополнительная литература

1. *Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов / С.С. Набойченко, Л.П. Ни, Я.М. Шнеерсон и др.; Под ред. С.С. Набойченко.* Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. 940 с.
2. *Современные проблемы металлургии и материаловедения благородных металлов: учеб. пособие / С.И. Лолейт и др.* Москва: МИСИС, 2012. 196 с.

<https://e.lanbook.com/book/47428>

7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
2. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru>
4. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
5. Портал металлургической отрасли: <http://www.infogeo.ru>
6. Термодинамические базы данных: <http://www.factsage.com>,
<http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan>
7. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»:
<https://e.lanbook.com/books>
8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
9. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
10. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»»: <http://rucont.ru>
12. Электронно-библиотечная система «SciTecLibrary»: <http://www.sciteclibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированная аудитория, используемая при проведении лекционных и практических занятий, оснащена мобильным интерактивным комплексом, позволяющим демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель: стол Canvaro ASSMANN – 16 шт., компьютерное кресло 7873 A2S – 1 шт., стул 7874 A2S – 30 шт., доска белая Magnetoplan C2000x1000 мм, эмал.покрыт, магн/марк, 12 409 CC – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN – 1 шт.

Компьютерная техника: мобильный интерактивный комплекс – 1 шт.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Производство цветных металлов».

Мебель лабораторная:

доска аудиторная – 1 шт., стол ученический – 6 шт., стол для весов – 2 шт., тумба для документов – 3 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт., стол приборный с большой полкой – 4 шт., шкаф для книг – 3 шт., стул – 13 шт., стол преподавателя – 1 шт., шкаф – 1 шт., стол-мойка двойной – 1 шт.

стол для весов большой – 1 шт., стол лабораторный нержавеющий – 12 шт., стол приборный без полки – 1 шт., шкаф-тумба – 1 шт., шкаф вытяжной для нагрев. печи – 1 шт., шкаф вытяжной стандартный с водой – 2 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт., шкаф платяной – 1 шт., табурет – 12 шт., стол-мойка с сушилкой – 2 шт., стол офисный – 2 шт., тумбы для документов – 2 шт., технологическая приставка без воды – 12 шт., полка с дверцами – 6 шт., тумба подкатная – 4 шт., стул «ИСО» - 3 шт.

Оборудование и приборы:

титровальная установка – 1 шт., реактор с мешалкой – 1 шт., термостат – 2 шт., рН-метр- милливольтметр рН-673.М – 1 шт., магнитная мешалка – 5 шт., устройство для перемешивания (10 мест) – 1 шт., весы лабораторные ВЛР-200 – 1 шт., печь трубчатая СНОЛ 0,2/1250 С – 1 шт., весы лабораторные – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 4 шт., лабораторная посуда и химические реактивы, огнетушитель – 1 шт.

воздуходувка электрическая (550 Вт, производительность 3,8 м³/мин) – 2 шт., микроскоп «Полам Р-312» – 1 шт., микроскоп «Полам Р-32» – 1 шт.; микроскоп МИМ-5 – 1 шт., твердомер ТБ-5004 – 1 шт., твердомер ТБ-5006 – 2 шт., печь лабораторная – 4 шт., печь лабораторная трубчатая – 1 шт., печь муфельная МИМП-10П – 1 шт., вакуумный насос VR1,5-12 – 3 шт., весы ВЛТ-1500-П 1кг с калибровочной гирей 2к – 1 шт., универсальный твердомер HBRV-187.5 – 1 шт., универсальная лабораторная муфельная печь МИМП-3П – 2 шт., печь трубчатая СНОЛ-0,2/1250 – 2 шт., печь высокотемпературная камерная ПВК-1,6-5 – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 2 шт., лабораторная посуда и химические реактивы; огнетушитель – 1 шт.

Компьютерная техника:

мультимедийный блок – 1 шт.,

моноблок 24" Asus ET2411PUKI – 2 шт. (с возможностью подключения к сети «Интернет»), сканер – HP ScanJet 3500C – 1 шт., принтер «Canon LBP-800» - 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)